

Niklas Echterhoff

***Systematik zur Planung von
Cross-Industry-Innovationen***

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.

©Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn – Paderborn – 2014

ISSN 2195-5239

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.

Satz und Gestaltung: Niklas Echterhoff

Hersteller: Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG
Druck · Buch · Verlag
Münster

Printed in Germany

Geleitwort

Das Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn ist ein interdisziplinäres Forschungszentrum für Informatik und Technik. Ein wesentlicher Schwerpunkt des von mir vertretenen Fachgebiets „Produktentstehung“ ist die Steigerung der Innovationskraft von Industrieunternehmen des Maschinenbaus und verwandter Branchen.

Durch kürzer werdende Innovationszyklen und die zunehmende Vernetzung von Technologien sehen sich viele dieser Unternehmen mit einem Innovationswettbewerb und steigenden Entwicklungsaufwendungen konfrontiert. Inkrementelle Innovationen reichen in der Regel nicht aus, um sich im Wettbewerb nachhaltig vorteilhaft zu positionieren; Unternehmen müssen daher versuchen, mit möglichst radikalen Innovationen dem direkten Wettbewerb auszuweichen. Radikale Innovationen sind jedoch mit erheblichen Kosten und Risiken verbunden.

Open Innovation – also die Öffnung des Innovationsprozesses – kann diesem Dilemma entgegenwirken und findet daher in Wissenschaft und Praxis hohe Anerkennung. Einen Teil von Open Innovation stellen Cross-Industry-Innovationen dar. Im Kern geht es um die Übertragung von Lösungen fremder Branchen auf eigene Innovationsherausforderungen.

Vor diesem Hintergrund hat Herr Echterhoff eine Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen im Kontext der Strategischen Produktplanung entwickelt. Die Systematik setzt bei der Auswahl von technischen Problemen an. Für ein priorisiertes Problem wird durch die Entwicklung einer Suchstrategie eine Vorbereitung und Fokussierung der Suche realisiert: Es werden ein Projektteam festgelegt, das Problem systematisch abstrahiert und Suchbranchen ausgewählt. Es schließt sich eine Suche nach Lösungen fremder Branchen an. Hierbei wird u.a. eine medienbasierte Suche im Internet durchgeführt. Identifizierte Lösungen werden bewertet, und für eine gewählte Lösung wird die Adaption geplant. Hierzu werden Adaptionsherausforderungen abgeleitet und geeignete Maßnahmen entlang des unternehmensspezifischen Innovationsprozesses definiert.

Mit seiner Arbeit hat Herr Echterhoff einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung von Open Innovation geleistet. Die Systematik zeichnet sich u.a. durch ihre Praxisnähe aus und gliedert sich in das Instrumentarium zur Strategischen Produktplanung des Heinz Nixdorf Instituts ein.

Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen

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

genehmigte
DISSERTATION

von
Dipl.-Wirt.-Ing. Niklas Echterhoff
aus Verl

Tag des Kolloquiums: 13. Juni 2014

Referent: Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann

Liste der veröffentlichten Teilergebnisse

- [AEG+12] AMSHOFF, B.; ECHTERHOFF, N.; GAUSEMEIER, J.; GROTE, A.-C.: Planung von Cross-Industry-Innovationen – Methodik für einen branchenübergreifenden Lösungstransfer. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): 8. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung. Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 306, Paderborn, 2012, S. 149-171
- [EAE+13] ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; ECHTERFELD, J.; GAUSEMEIER, J.; KAGE, M.: Cross-Industry-Innovations – How Linguistic Analyses aid Radical Problem Solving. In: Huizingh, K. R. E.; Conn, S.; Torkkeli, M.; Bitran, I. (Eds.): Proceedings of the 6th ISPIM Innovation Symposium – Innovation in the Asian Century. December 8-11 2013, Melbourne, 2013
- [EAG13a] ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.: Cross-Industry Innovations – Systematic Identification of Ideas for Radical Problem Solving. In: Proceedings of the International Conference on Innovation and Management (ICIM). February 27/28 2013, Barcelona, Vol. 74, 2013, pp. 935-944
- [EAG13b] ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.: Systematic Identification of Cross-Industry Innovations using Bibliometrics. In: Proceedings of the 2013 International Association for Management of Technology Conference (IAMOT). April 14-18 2013, Porto Alegre, 2013
- [EAG13c] ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.: Cross-Industry-Innovations – Systematic Identification and Adaption. In: Proceedings of the International Conference on Innovation and Management and Technology (ICIMT). April 29/30 2013, Paris, Vol. 76, 2013, pp. 661-671
- [EAG13d] ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.: Such- und Adaptionstrategien zur systematischen Planung von Cross-Industry-Innovationen. In: Spath, D.; Binz, H.; Maier, T.; Bertsche, B. (Hrsg.): Tagungsband zum Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung (SSP). 19./20. Juni 2013, Stuttgart, 2013
- [KEA+13] KÖCKERLING, M.; ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; ECHTERFELD, J.; KAGE, M.: Effizient zu neuen Produkten – Cross-Industry-Innovationen bei Miele. 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. 415-437

Zusammenfassung

Der zunehmende Innovationswettbewerb stellt Unternehmen vor die Herausforderung, einerseits immer effizienter neue Produkte an den Markt zu bringen und andererseits mit radikalen Innovationen einen Ausweg aus dem direkten Wettbewerb zu finden. Cross-Industry-Innovationen stellen eine Möglichkeit dar, diesem Dilemma zu begegnen. Der Rückgriff auf bestehendes Wissen anderer Branchen zur Lösung eigener Probleme mittels Analogiebetrachtungen erhöht die Effizienz und erlaubt häufig einen radikalen Innovationsgrad. Unterschiedliche Anwendungskontexte von potentiellen Lösungen und spezifische Fachsprachen erschweren jedoch eine Suche nach geeigneten Analogien und den Transfer potentieller Lösungen auf das eigene Problem.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen im Rahmen der Strategischen Produktplanung. Für ein ausgewähltes Problem wird zunächst die Suche nach Analogien in Form einer Suchstrategie vorbereitet. Hierzu gehören eine Abstraktion des Problems und eine Auswahl von Suchbranchen. Durch eine medienbasierte Suche wird das Informationspotential des Internets aufgegriffen. Ein zyklisches Vorgehen unterstützt eine Annäherung des abstrahierten Problems an unterschiedliche Anwendungskontexte und Fachsprachen. Für eine priorisierte Lösungsidee werden anschließend Herausforderungen bei der Adaption antizipiert und mit Maßnahmen versehen. Die Einordnung der Maßnahmen in den Innovations- und Entwicklungsprozess stellt das Resultat des Vorgehens dar: Die geplante Adaption.

Abstract

The increasing competition in innovation creates new challenges for companies: they are compelled to efficiently place new products on markets and – in doing so – to evade competition by generating radical innovations. Cross-Industry-Innovations hold the promise to bust this dilemma. The use of knowledge from foreign industries to solve own problems through analogies increases efficiency and allows innovations of radical degree. Different application contexts of possible solutions and specific terminologies complicate the search for analogical solutions and their transfer to the own problem.

Thus, the goal of this work is a systematic approach for planning cross-industry-innovations in the context of strategic product planning. For a selected problem, a search strategy prepares the search for analogies. It yields an abstract description of the problem and auspicious branches in which to search for a solution. In the following, a media based search is employed to take advantage of the vast amount of information available online. In doing so, a cyclical search process supports approaching different application terminologies of different branches. The results are solution ideas for the selected problem. For a promising solution idea, adaptation challenges are derived, and measures are defined. Their distinct placement in the innovation and product development process describes the result of the systematic approach: the planned adaptation.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung.....	5
1.1 Problematik.....	5
1.2 Zielsetzung.....	8
1.3 Vorgehensweise.....	8
2 Problemanalyse.....	9
2.1 Begriffsabgrenzung.....	9
2.1.1 Problem und Lösung.....	9
2.1.2 Invention und Innovation.....	10
2.1.3 Technologie und Technik.....	13
2.1.4 Wissen, Daten und Informationen.....	15
2.1.5 Closed Innovation und Open Innovation.....	15
2.1.6 Cross-Industry-Innovationen.....	17
2.2 Produktentstehungsprozess nach GAUSEMEIER.....	19
2.3 Cross-Industry-Innovationen – Theorie und Praxis.....	22
2.3.1 Praxis des Innovationsmanagements.....	22
2.3.2 Vorteile von Cross-Industry-Innovationen.....	24
2.3.3 Empirische Untersuchungen zu Cross-Industry-Innovationen....	25
2.4 Phasen von Cross-Industry-Innovationsprozessen.....	28
2.4.1 Abstraktion.....	29
2.4.2 Analogiesuche.....	31
2.4.3 Adaptionplanung.....	35
2.5 Herausforderungen bei der Planung von Cross-Industry-Innovationen.....	37
2.6 Anforderungen an eine Systematik zur Planung von Cross-Industry- Innovationen.....	38
2.6.1 Übergeordnete Anforderungen.....	38
2.6.2 Anforderungen an die Abstraktion.....	39
2.6.3 Anforderungen an die Analogiesuche.....	39
2.6.4 Anforderungen an die Adaptionplanung.....	40
3 Stand der Technik.....	41
3.1 Modelle für Cross-Industry-Innovationen.....	41
3.1.1 Dreistufiger Cross-Industry-Innovationen Prozess des ITEM-HSG.....	41

3.1.2	Systematischer Prozess zur Entwicklung von radikalen Cross-Industry-Innovationen nach GASSMANN und ZESCHKY	43
3.1.3	A ⁴ -Innovationsprozess für Produktinnovationen durch analoges Denken nach GASSMANN und ZESCHKY	44
3.1.4	Cross-Industry-Innovation-Prozess nach ENKEL und HORVÁTH ..	46
3.1.5	Management Framework für die Entwicklung einer Cross-Industry-Innovationen Suchstrategie und Zweifstufiger Cross-Industry-Innovationen Suchprozess nach BRUNSWICKER, WARSCHAT und HUTSCHEK	47
3.1.6	Systematische Anwendung innovativer Analogien in der Produktentwicklung nach KALOGERAKIS.....	50
3.1.7	Five CrossUp-Methode nach STEINLE, MIJNALS und MUCKENSCHNABL.....	52
3.1.8	Knowledge Reuse for Innovation-Modell nach MAJCHRZAK, COOPER und NEECE	54
3.1.9	Multi Cross Industry Innovationen nach KAHN und MÖHRLE	56
3.1.10	Broadcast Search nach LAKHANI	58
3.2	Methoden und Hilfsmittel für die Abstraktion.....	60
3.2.1	Funktionen	60
3.2.2	Synektik nach GORDON	61
3.2.3	Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ).....	63
3.2.4	Laterales Denken nach DE BONO.....	65
3.3	Methoden und Hilfsmittel für die Analogiesuche	68
3.3.1	Relevance Feedback nach SALTON.....	68
3.3.2	Query Expansion.....	70
3.3.3	Semantik im Technologie-Monitoring nach WARSCHAT, KORELL und SCHMITZ.....	72
3.3.4	Methode zur Identifikation ähnlicher technischer Lösungen nach GAAG, KOHN, LINDEMANN und PONN	74
3.3.5	Co-Wort Analyse	75
3.3.6	KNIME.....	77
3.4	Methoden für die Adaptionenplanung.....	80
3.4.1	Risikomanagementprozess nach ISO 31000	80
3.4.2	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA).....	82
3.5	Handlungsbedarf.....	84
4	Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen	89
4.1	Vorgehensmodell	89
4.2	Problemfindung	91
4.2.1	Suche nach Problemen	91
4.2.2	Bewertung der identifizierten Probleme	93

4.2.3	Auswahl eines Problems	97
4.3	Suchstrategieentwicklung	99
4.3.1	Festlegung des Projektteams	100
4.3.2	Abstraktion des Problems	102
4.3.3	Auswahl von Suchbranchen	108
4.3.4	Konsolidierung der Suchstrategie	117
4.4	Suche	118
4.4.1	Netzwerksuche	118
4.4.2	Medienbasierte Suche	120
4.4.2.1	Formulierung der Suchanfrage	121
4.4.2.2	Auswahl von Quellen und Suche	122
4.4.2.3	Analyse der Dokumente	124
4.4.2.4	Entfernung ungeeigneter Schlagwörter	128
4.4.2.5	Bildung von Themenclustern	129
4.4.2.6	Beschreibung der Themencluster	131
4.4.2.7	Neuformulierung der Suchanfrage	132
4.4.2.8	Ideenliste	133
4.4.3	Charakterisierung der Lösungsideen	134
4.5	Adaptionsplanung	135
4.5.1	Bewertung der charakterisierten Lösungsideen	136
4.5.2	Auswahl einer Lösungsidee	138
4.5.3	Identifikation und Bewertung von Herausforderungen	139
4.5.4	Definition und Einordnung von Maßnahmen	144
4.6	Bewertung der Systematik anhand der Anforderungen	147
5	Zusammenfassung und Ausblick	149
6	Abkürzungsverzeichnis	153
7	Literaturverzeichnis	155

Anhang

A1	Taxonomien, Thesauri und Ontologien	A-1
A2	KNIME-Workflow zur Unterstützung der medienbasierten Suche	A-3

1 Einleitung

Es kommt darauf an, sich mit dem Besten vertraut zu machen, was Menschen geschaffen haben, und es in die eigene Arbeit einzubeziehen¹.

– STEVE JOBS

Die vorliegende Arbeit adressiert die Planung von Cross-Industry-Innovationen (CII). CII liegen vor, wenn ein Problem durch Adaption einer erprobten Lösung aus einer anderen Branche gelöst wird und ein am Markt erfolgreiches Produkt resultiert [EH10, S. 294f.]. Planung ist die *gedankliche Vorwegnahme der Schritte [...], die zur effektiven Erreichung eines Ziels notwendig erscheinen*² [Bro86, S. 220]. Die entwickelte Systematik zeigt auf, wie Lösungsideen identifiziert und Handlungsschritte für eine Erfolg versprechende Adaption abgeleitet werden können.

In den Abschnitten 1.1 und 1.2 werden Problematik und Zielsetzung der vorliegenden Arbeit dargestellt. Abschnitt 1.3 gibt einen Überblick über den Aufbau der Arbeit.

1.1 Problematik

Ohne Innovationen ist der Hochkostenstandort Deutschland nicht haltbar [BE05, S. 7]. Der Innovationsindikator des BUNDESVERBANDS DER DEUTSCHEN INDUSTRIE (BDI) und der DEUTSCHEN TELEKOM STIFTUNG zeigt: Die deutsche Wirtschaft ist die drittinnovativste weltweit [BD13, S. 4]. Doch: Der **Innovationswettbewerb** nimmt weiter zu [BD13, S. 13]. Die Innovation wird daher häufig als wesentliches Instrument moderner Wettbewerbsprozesse verstanden – VON BRAUN spricht vom *Innovationskrieg*; COOPER nennt es *new product warfare* [Bra94, S. 1f.], [Coo01, S. 1f.]. Der beschleunigte technologische Fortschritt, die resultierenden Kostensteigerungen für Forschung- und Entwicklung (F&E) sowie kürzere Produktlebenszyklen stellen Unternehmen jedoch vor wesentliche Herausforderungen [Che06a, S. 11].

Erfolgreiche Unternehmen versuchen dem Effizienzwettbewerb durch einmalige Positionierung im Wettbewerb auszuweichen [GP14, S. 177], [Mar02, S. 13f.]. Eine Möglichkeit dies zu realisieren sind radikale Innovationen – also jene Neuerungen, die weit über vom Markt nachgefragte Verbesserungen hinausgehen und die Wettbewerbssituation grundlegend verändern [Ger05, S. 41]. Häufig technologieinduziert, erlauben sie eine vorrübergehende Monopolstellung; hohe Umsätze und Gewinne können erwirtschaftet werden [VB13, S. 67]. **Radikale Innovationen** sind erstrebenswert, jedoch mit großen Unsicherheiten und Aufwendungen verbunden [Ger05, S. 42]. Vor diesem Hin-

¹ vgl. [Isa11, S. 125]

² Nach BROCKHAUS geht es bei der Planung auch um die Mittel sowie die Abfolge der Schritte [Bro86, S. 220]. In der vorliegenden Arbeit werden beide Aspekte unter dem Begriff *Schritte* subsumiert.

tergrund ist ein ausschließlicher Fokus auf radikale Innovationen nicht sinnvoll. Unternehmen befinden sich somit in der Situation, einerseits im Innovationswettbewerb zu bestehen und andererseits mit radikalen Innovationen einen Ausweg aus dem direkten Wettbewerb zu finden.

Eine Möglichkeit diesem Innovationsdilemma entgegenzuwirken ist die Öffnung des Innovationsprozesses zur Vergrößerung des Innovationspotentials – **Open Innovation** [Che03, S. 35f.], [Enk09, S. 178]. CHESBROUGH beschreibt mit Open Innovation 1) die unternehmensexterne Kommerzialisierung interner Ideen sowie 2) die interne Verwertung externer Ideen [Che03, S. 36f.].

Einen Teilbereich von Open Innovation stellen **Cross-Industry-Innovationen** dar [ELP09, S. 141]. Mit dem Fokus auf radikale Innovationen erlauben sie gleichermaßen eine Reduzierung der Unsicherheiten sowie eine Steigerung der Entwicklungseffizienz durch Rückgriff auf bereits existierende Lösungen anderer Branchen [EH10, S. 294f.], [ED13, S. 196f.]. So können die in der vorliegenden Arbeit vorrangig adressierten technischen Probleme durch Adaption von Technologien und Techniken anderer Branchen gelöst werden. Eine Technologie muss dafür nicht grundsätzlich neu sein: Sie kann in einer Branche von allen Marktteilnehmern beherrscht werden und dennoch gleichzeitig in einer anderen Branche als Alleinstellungsmerkmal dienen [Lit86, S. 52ff.]. Ohnehin beruhen 80% aller Innovationen auf der Rekombination von bereits existierendem Wissen [EH10, S. 293].

Es gibt bereits zahlreiche **Beispiele** erfolgreicher Cross-Industry-Innovationen. Die Bedieneinheit iDrive des Automobilers BMW ist einem Joystick aus der Computer- und Spieleindustrie nachempfunden. Der Joystick lieferte die von BMW gesuchte schnelle und intuitive Bedienbarkeit [EH10, S. 294]. Die Firma FISCHER verbesserte das Schwingungsverhalten eines Skis durch ein Gitternetz (vgl. Bild 1-1). Derartige Netze wurden in der Vergangenheit zur Klangverbesserung von Geigen und Celli eingesetzt [Dür08, S. 8]. Der Nähmaschinenhersteller BERNINA verwendet die Abtastungstechnologie einer optischen Computermaus. Die verbreitete Technologie erlaubt eine Messung der Stoffbewegung und sorgt für konstante Nahtstiche bei unterschiedlichen Nähgeschwindigkeiten [Dür07, S. 100f.]. Anhand der Beispiele wird deutlich: Cross-Industry-Innovationen können sowohl auf sehr naheliegenden Analogien beruhen als auch auf den ersten Blick nicht ersichtlich sein.

Obwohl CII über hohes Innovationspotential verfügen, schätzt GASSMANN die Anwendungsquote in Unternehmen auf lediglich 10%. Wesentliche Gründe liegen in dem fehlenden Bewusstsein und dem fehlenden Umsetzungswissen [SMM09, S. 32f.].

CII-Prozesse lassen sich in die Phasen Abstraktion, Analogiesuche und Adaption gliedern [ED13, S. 199]. **Herausforderungen** existieren dabei in allen Phasen. Unterschiedliche Anwendungskontexte in unterschiedlichen Branchen sowie die damit einhergehende spezifische Fachsprache erschweren eine branchenübergreifende Lösungssuche [HTZ+98, S. 35], [Zob07, S. 184]. Das Ausgangsproblem muss daher zunächst

abstrahiert und so auf das Wesentliche reduziert werden. Haben sich Menschen intensiv mit einem Problem beschäftigt, fällt ihnen eine abstrakte Beschreibung häufig schwer [TL10, S. 440]. Der Raum für mögliche Lösungen wird dadurch eingeschränkt.

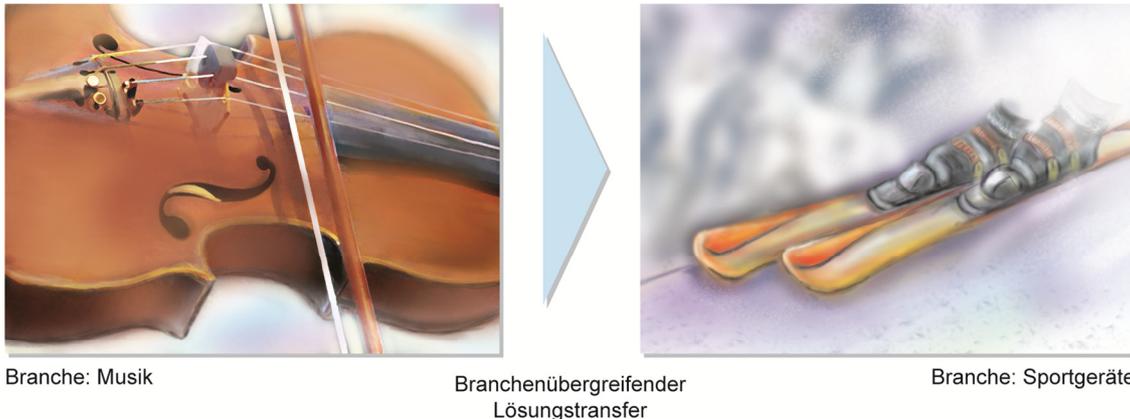


Bild 1-1: Beispiel für Cross-Industry-Innovationen in Anlehnung an [AEG+12, S. 152]

Die Suche nach Analogien ist eine besonders zeit- und arbeitsintensive Phase; sie ist erfolgsentscheidend [ELP09, S. 140], [Koe66, S. 215]. Der Analogiebildungsprozess erfolgt dabei immer zwischen zwei Problemen – einem ungelösten und einem gelösten Problem einer fremden Branche [GH83, S. 5]. Für eine Analogiebildung müssen wesentliche Merkmale zweier Probleme übereinstimmen [KLH10, S. 423]. Bei fernen Analogien sind oberflächliche Ähnlichkeiten zum Ausgangsproblem jedoch häufig nicht vorhanden oder nicht ohne Weiteres erkennbar [DM02, S. 56], [ZG14, S. 51]. Lösungsideen für das eigene Problem können daher leicht übersehen werden. Bei einer ungerichteten Suche nach analogen Problemen ist es daher möglich, sich schlichtweg zu verzetteln [ELP09, S. 140], [EH10, S. 299].

Nicht zuletzt können sich Auswahl und Transfer der *richtigen* Lösungsidee in der Adaptionphase als Herausforderung darstellen. Eine gewählte Lösung einer fremden Branche kann in den seltensten Fällen ohne Anpassungen transferiert werden [EH10, S. 302]. Bei der Anpassung ist denkbar, dass gesetzte technologische Ziele nicht erreicht werden können [Her95, S. 85].

Fazit

Der zunehmende Innovationswettbewerb stellt Unternehmen vor die Herausforderung, immer effizienter neue Produkte an den Markt zu bringen und gleichzeitig durch radikale Innovationen dem Wettbewerb auszuweichen. CII stellen eine Erfolg versprechende Möglichkeit dar, diesem Dilemma entgegenzuwirken. Der Rückgriff auf bestehendes Wissen erhöht die Effizienz und erlaubt häufig einen radikalen Innovationsgrad. Es bedarf einer durchgängigen Systematik, die den genannten Herausforderungen in Abstraktions-, Analogie- und Adaptionphase gerecht wird.

1.2 Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist eine Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen im Rahmen der Strategischen Produktplanung. Es gilt, den Weg von der Auswahl und Abstraktion eines Problems, über die strukturierte Suche nach Lösungsideen bis hin zur Planung der Adaption in einem durchgängigen Vorgehen abzubilden. Die Systematik versetzt dabei Unternehmen branchenunabhängig in die Lage, effizient nach Lösungsideen in anderen Branchen zu suchen. Die Systematik richtet sich primär an Produktentwickler, Technologie- und Innovationsmanager, die in der Strategischen Produktplanung tätig sind.

Konkret wird ein Problem ausgewählt, das sich besonders für den branchenübergreifenden Lösungstransfer eignet. Darauf aufbauend wird eine Suchstrategie zur Vorbereitung der Analogiesuche entwickelt. Die eigentliche Suche greift das Potential einer medienbasierten Suche im Internet auf. Hierbei bedarf es einer methodischen Unterstützung. Eine Auswahl geeigneter Lösungsideen und die vorausschauende Planung der Adaption stellen das Resultat der Systematik dar.

1.3 Vorgehensweise

Die vorliegende Arbeit ist in fünf Kapitel gegliedert. In **Kapitel 2** wird die eingangs dargelegte Problematik präzisiert. Vor diesem Hintergrund werden zunächst relevante Begriffe definiert und abgegrenzt. Anschließend erfolgt eine Einordnung des Verfahrens in den Produktentstehungsprozess nach GAUSEMEIER. Es schließt sich eine Diskussion von CII aus Theorie- und Praxissicht an; ferner werden die wesentlichen Phasen von CII-Prozessen diskutiert. Die Betrachtungen erlauben die Konsolidierung des Handlungsbedarfs und die Ableitung von Anforderungen an die Systematik.

Gegenstand von **Kapitel 3** ist der Stand der Technik. Hierzu werden zunächst Modelle unterschiedlicher Konkretisierungsgrade (Ansätze und Methoden) diskutiert, die alle Phasen des CII-Prozesses thematisieren. In den folgenden drei Abschnitten werden analog zu den in Kapitel 2 identifizierten Anforderungen Methoden, Hilfsmittel und Werkzeuge für die Phasen Abstraktion, Analogiesuche und Adoptionsplanung vorgestellt. Eine Bewertung der untersuchten Ansätze hinsichtlich der Anforderungen erlaubt die abschließende Ableitung des Handlungsbedarfs.

Kapitel 4 beinhaltet die Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen. Eingangs wird ein Überblick über das Verfahren geliefert. In den anschließenden Abschnitten werden die einzelnen Phasen der Systematik vorgestellt. Das Kapitel schließt mit einer Bewertung der Systematik hinsichtlich der Anforderungen aus Kapitel 2.

Kapitel 5 enthält eine Zusammenfassung und einen Ausblick auf künftige Forschungsfragen im Themenfeld Cross-Industry-Innovationen.

2 Problemanalyse

Ziel der Problemanalyse sind Anforderungen an eine Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen. Ausgangspunkt ist die in Abschnitt 1.1 dargestellte Problematik; sie wird in diesem Kapitel aufgegriffen und konkretisiert. Hierzu werden in Abschnitt 2.1 wesentliche Begriffe der Arbeit abgegrenzt und definiert. In Abschnitt 2.2 erfolgt eine Einordnung der Systematik in den Produktentstehungsprozess nach GAUSEMEIER.

Zentraler Gedanke von CII ist der branchenübergreifende Lösungstransfer zur Induktion möglichst radikaler Innovationen. Vor diesem Hintergrund wird das Themenfeld in Abschnitt 2.3 aus theoretischer und praktischer Sicht betrachtet. CII-Prozesse lassen sich in Abstraktions-, Analogie- und Adaptionenphase unterteilen [EH10, S. 300]. Eine Betrachtung der einzelnen Phasen vor dem Hintergrund der Zielsetzung (vgl. Abschnitt 1.2) ist Gegenstand von Abschnitt 2.4. Darauf aufbauend werden in Abschnitt 2.5 Herausforderungen bei der Planung von CII zusammengefasst. Die Abschnitte 2.1 bis 2.5 erlauben schließlich die Ableitung von Anforderungen in Abschnitt 2.6.

2.1 Begriffsabgrenzung

Die in den Abschnitten 2.1.1 bis 2.1.6 beschriebenen Begriffsabgrenzungen sind für diese Arbeit erforderlich, um ein einheitliches Verständnis der in der einschlägigen Literatur z.T. kontrovers diskutierten Begrifflichkeiten zu schaffen. Dabei erhebt dieser Abschnitt keinen Anspruch auf eine vollständige Diskussion der Literatur.

2.1.1 Problem und Lösung

Ein **Problem** existiert bei der Abweichungen zwischen einem jetzigen oder in der Zukunft erwarteten Zustand (Ausgangssituation) und einem angestrebten Zustand (Zielzustand) [KS11, S. 1], [Lin09, S. 22]. Probleme können komplex sein, d.h. aus mehreren Komponenten bestehen, die untereinander vernetzt sind. Darüber hinaus zeichnen sie sich häufig durch Unbestimmtheit aus: Es ist oftmals nicht klar, wie ein Problem eingegrenzt ist und sich auf sein Umfeld auswirkt³ [Dör79, S. 10], [PBF+07, S. 60].

Die Überführung von der Ausgangssituation in den Zielzustand wird als Transformation bezeichnet. Bei einem Problem verhindern oder erschweren Hindernisse die Transformation [Dör79, S. 11f.], [PBF+07, S. 60]. Diese Hindernisse sind zu überwinden [Lin09, S. 29], [Pfo77, S. 22], [PBF+07, S. 60]. Die **Lösung** wird somit in der vorliegenden Arbeit als Weg verstanden, die Transformation durchzuführen und den Zielzu-

³ Eine detaillierte Auseinandersetzung mit der Thematik liefern [Dör79] und [DKR+83].

stand eines Problems zu erreichen⁴. DUNKER ergänzt, dass sich der Transformationsprozess nicht durch *bloßes [automatisiertes] Handeln* durchführen lässt. Es ist eine zusätzliche Denkleistung erforderlich – sie kann jedoch auch sehr schnell erfolgen [Dun74, S. 1]. Vor diesem Hintergrund muss eine Lösung [Dun74, S. 1]:

- einen angestrebten Zielzustand herbeiführen und
- Resultat eines Denkprozesses sein.

Eine Idee ist in diesem Zusammenhang als ein Ansatz für eine Lösung zu verstehen [WMF+01, S. 110]. Sie bildet den Startpunkt um den gewünschten Zielzustand zu erreichen. Dies stellt auch den wesentlichen Unterschied zur Invention dar.

2.1.2 Invention und Innovation

Die **Invention** oder auch Erfindung geht über eine Idee bzw. einen Ansatz hinaus und zeichnet sich durch einen wesentlich höheren Reife- bzw. Detaillierungsgrad aus. VAHS und BURMESTER verstehen sie als *erstmalige technische Realisierung einer neuen Problemlösung* [VB05, S. 44]. BULLINGER ergänzt, dass der technischen Realisierung neue wissenschaftliche Erkenntnisse oder neue Kombinationen derselben zugrunde liegen [Bul94, S. 35]. Inventionen beschreiben somit die Teilmenge der neuen Lösungen, die auf technische Neuerungen zurückzuführen sind (vgl. Bild 2-1).

Ob eine Invention aus ökonomischer Motivation generiert wird oder nicht, wird in der Literatur kontrovers diskutiert [Bul94, S. 35], [CGS06, S. 11], [VB13, S. 21]. Im Rahmen dieser Arbeit unterliegt eine Invention dieser Restriktion nicht. Eine Invention wird als eine Vorstufe der Innovation verstanden. Sie ist noch keiner wirtschaftlichen Verwertung zugeführt [Sei98, S. 106], [Str07, S. 20f.], [VB05, S. 44].

Der Begriff **Innovation** basiert auf dem lateinischen *novus* (neu) bzw. *innovatio* (Erneuerung, Veränderung) [Dud14a-ol]. Obwohl der Begriff bereits 1915 erstmals im Rechtschreibduden erschien, wurde er erst 1939 durch SCHUMPETER wissenschaftlich geprägt [Dud14a-ol], [Sch39, S. 84]:

„Technological change in the production [...] the opening up of new markets [...], the setting up of new business organizations [...] – in short, any ‘doing things differently’ in the realm of economic life – all these are instances of what we shall refer to by the term Innovation”
[Sch39, S. 84].

Dabei beschreibt er die Begriffe Innovation und Invention unabhängig voneinander, verbindet die Innovation jedoch fest mit dem wirtschaftlichen Erfolg:

⁴ Vor dem Hintergrund von CII können analoge gelöste Probleme Hinweise zur Lösung des eigenen Problems liefern (Lösungsideen).

„Innovation is possible without anything we should identify as invention and invention does not necessarily induce innovation, but produces of itself no economically relevant effect at all” [Sch39, S. 84].

Obwohl oder gerade weil der Innovationsbegriff heute inflationär verwendet wird, existiert in der Literatur kein einheitliches Verständnis⁵. Dennoch hat die Charakterisierung von SCHUMPETER bis heute hohe Relevanz [HS11, S. 9], [Spu98, S. 159f.]. VAHS und BURMESTER greifen das Verständnis in einer vollumfänglichen Sichtweise auf und definieren Innovation als die *zielgerichtete Durchsetzung von neuen⁶ technischen, wirtschaftlichen, organisatorischen und sozialen Problemlösungen [...], die darauf gerichtet sind, die Unternehmensziele auf eine neuartige Weise zu erreichen* [VB05, S. 1f.]. Das genannte Ziel wird als ökonomischer Erfolg verstanden. Der vorliegenden Definition wird im Rahmen dieser Arbeit gefolgt. Vor dem Hintergrund der Definition von Problem und Lösung in Abschnitt 2.1.1 resultiert der in Bild 2-1 dargestellte Zusammenhang.

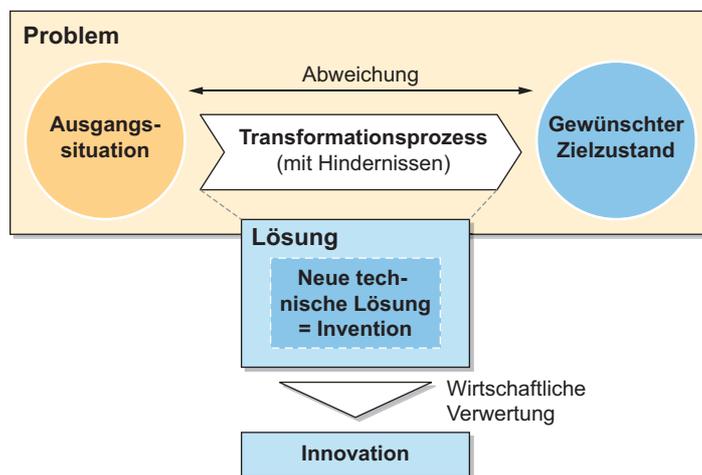


Bild 2-1: Zusammenhang zwischen Problem, Lösung, Invention und Innovation

In der Literatur werden weitergehende Differenzierungen von Innovationen vorgenommen. HAUSCHILDT und SALOMO schlagen beispielsweise eine Detaillierung über Dimensionen vor [HS11, S. 5ff.]; SPUR verwendet eine Typologie mit den Kriterien Dimension, Bereich, Reichweite, Neuheit, Ursprung und Komplexität [Spu98, S. 160ff.]. Vielen Sichtweisen gemein ist eine Einteilung nach dem Innovationsobjekt und dem Grad der Innovation [Ger05, S. 37ff.], [HS11, S. 5ff.], [Sab91, S. 9ff.], [Spu98, S. 160ff.].

Das **Innovationsobjekt** – also der Gegenstand der Innovation – kann nach SPUR ein Prozess oder Objekt aus den Bereichen Technik, Organisation oder Gesellschaft darstel-

⁵ Eine umfassende Übersicht verschiedener Definitionen liefert [HS11, S. 6ff.].

⁶ *Neu* wird in diesem Zusammenhang als neu für den jeweiligen Absatzmarkt verstanden.

len [Spu98, S. 160ff.]. ZAHN und WEIDLER unterscheiden drei wesentliche Innovationsobjekte [ZW95, S. 362ff.]:

- Technische Innovationen (technisches Wissen, Produkte, Prozesse)
- Geschäftsbezogene Innovationen (Geschäftsmodelle, Branchen- und Marktstrukturen)
- Organisationale Innovationen (Strukturen, Kulturen, Systeme)

Diesem Verständnis folgend sind technische Innovationen wesentlicher Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Hierbei beschreiben Produktinnovationen neuartige oder wesentlich verbesserte Produkte auf dem Absatzmarkt, die nach GERPOTT aus der *Nutzung vorhandener oder selbst erarbeiteter naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnisse* resultieren. Analog hierzu ist das Verständnis für Prozessinnovationen: Sie beschreiben neue oder verbesserte Verfahren für die Leistungserstellung [Ger05, S. 38].

Der **Grad einer Innovation** beschreibt den wahrgenommenen Neuheitsgrad [Ger05, S. 40]. Das Spektrum erstreckt sich von einer geringfügigen bis zu einer fundamentalen Neuerung. In der Literatur findet sich eine Vielzahl an Begrifflichkeiten für die Extrema: Basis- und Folgeinnovationen, inkrementelle und Durchbruchinnovation oder inkrementale und radikale Innovationen⁷ [BE05, S. 63], [Ger04, S. 77f.], [Ger05, S. 41], [Men75, S. 69f.], [Pfe75, S. 16f.]. Die vorliegende Arbeit folgt der Definition von GERPOTT [Ger05, S. 41f.]. Er unterscheidet zwischen inkrementalen (geringfügigen) und radikalen (fundamentalen) Innovationen:

„Je mehr Produkt-/Prozessbausteine neu gestaltet werden [...] und je stärker neue naturwissenschaftlich-technische Erkenntnisse in das Produkt oder den Prozess einfließen [...] desto eher ist eine Neuerung als [...] radikal zu klassifizieren“ [Ger05, S. 41].

Der Übergang zwischen den beiden Extremen ist kontinuierlich – eine diskrete Grenze lässt sich nicht bestimmen [Ger05, S. 41ff.]. Dennoch lassen sich idealtypische Merkmalsausprägungen für inkrementale und radikale Innovationen ableiten. In Anlehnung an HERSTATT und LETTL liefert GERPOTT einen Überblick (vgl. Tabelle 2-1) [Ger05, S. 42], [HL04, S. 157].

Nach FLIASTER ist ein Rückgang von radikalen Innovationen zu erkennen. Er bezeichnet diese Entwicklung als ein akutes, wettbewerbskritisches Managementproblem, dem durch systematische Generierung und Umsetzung bahnbrechender Ideen begegnet werden muss [Fli07, S. 3f.]. Radikale Innovationen sind häufig technologieinduziert [Ger05, S. 41]. Vor diesem Hintergrund ist ein einheitliches Verständnis des Technologiebegriffs erforderlich.

⁷ GERYBADZE ergänzt strategische Innovationen, die neue Produktgenerationen mit deutlich verbesserten Funktionen beschreiben [Ger04, S. 77f.]. In der vorliegenden Arbeit werden strategische Innovationen als Innovationen mit einem erhöhten Radikalitätsgrad verstanden.

Tabelle 2-1: Idealtypische Merkmalsausprägungen inkrementaler und radikaler Innovationen (Auszug) [Ger05, S. 42]

		Inkrementale Innovationen	Radikale Innovationen
Merkmale	Technologische Unsicherheit	Niedrig	Hoch
	F&E-Aufwendungen	Niedrig	Hoch
	F&E-Dauer	Kurz	Lang
	Art des Innovationsprozesses	Strukturierter Meilensteinprozess	Versuchs- und Lernprozess

2.1.3 Technologie und Technik

In der Literatur herrscht ein vielfältiges Verständnis der Begriffe Technologie und Technik. Während die Begriffe in der Praxis häufig synonym verwendet werden, wird in der Fachliteratur eine analytische Trennung der Begrifflichkeiten angestrebt [Ger05, S. 17], [VB13, S. 1f.]. **Technologie** wird in der Literatur häufig als anwendungsbezogenes Wissen beschrieben [Bul94, S. 33f.], [SLS11, S. 19], [VB13, S. 2]. SPECHT ET AL. beschreiben Technologie wie folgt:

„Technologie bezeichnet das Wissen über naturwissenschaftlich-technische Wirkungsbeziehungen, das bei der Lösung praktischer Probleme Anwendung finden kann“ [SBA02, S. 13].

Dabei stellen Technologien noch keine praktische Lösung dar; nach SPATH ET AL. sind sie als Bindeglied zwischen Theorie und Praxis zu verstehen. Das Wissen muss zuvor in ein Produkt überführt werden [SLS11, S. 19]. Hieraus resultiert der Technikbegriff: GERPOTT versteht **Technik** als die *auf die Lösung bestimmter praktischer Probleme ausgerichtete Anwendung von Technologie* [Ger05, S. 18]. SPATH ET AL. charakterisieren Technik als *die Bereitstellung von Mitteln [...] zur konkreten Problemlösung* [SLS11, S. 19]. Auch BULLINGER greift den Gedanken der Problemlösung auf und subsumiert:

„Technik bezeichnet die materiellen Ergebnisse technischer Problemlösungsprozesse, ihre Herstellung und ihren Einsatz“ [Bul94, S. 34].

Bild 2-2 zeigt den resultierenden Zusammenhang zwischen Technologie und Technik. Im weiteren Verlauf wird diesem Verständnis gefolgt.

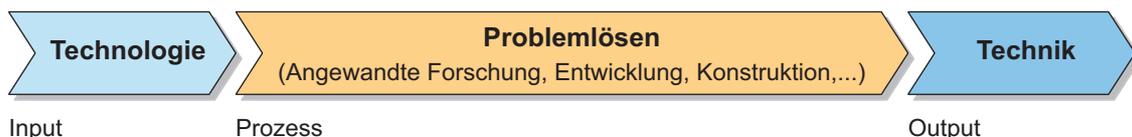


Bild 2-2: Zusammenhang zwischen Technologie und Technik nach BULLINGER [Bul94, S. 34]

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist darüber hinaus eine Einteilung von Technologien nach ihrer **Lebenszyklusphase** erforderlich. Zu diesem Zweck eignet sich das S-Kurven-Konzept der Technologieentwicklung nach MCKINSEY [Ger05, S. 24ff.], [SLS11, S. 95ff.], [GP14, S. 132f.]. Bild 2-3 zeigt: Eine Technologie kann die Phasen von der Schrittmacher- über die Schlüssel- bis zur Basistechnologie durchlaufen. Wenn eine Steigerung des Nutzens durch zusätzliche F&E-Investitionen nicht mehr rentabel ist, sollte ein Wechsel zu einer Substitutionstechnologie in Erwägung gezogen werden [GP14, S. 133].

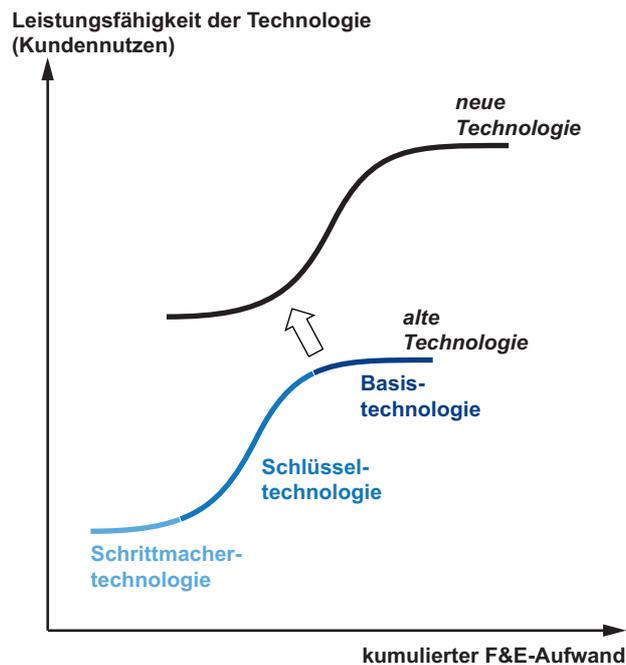


Bild 2-3: S-Kurve der Technologieentwicklung nach MCKINSEY [GP14, S. 132f.]

Schrittmachertechnologien sind Technologien mit erheblichem Entwicklungspotential und nur wenigen oder nur bedingt definierten Anwendungsfeldern; sie sind mit erheblichen Unsicherheiten verbunden [Tsc98, S. 232f.]. Wird die Technologie zunehmend am Markt eingesetzt und bietet Weiterentwicklungspotential und Wettbewerbsdifferenzierungspotential kann sie als Schlüsseltechnologie bezeichnet werden [Ger05, S. 26f.], [GPW09, S. 154f.]. Wird eine Technologie von allen Wettbewerbern einer Branche beherrscht, wird sie als Basistechnologie bezeichnet [GPW09, S. 154f.]. Vor diesem Hintergrund kann eine Technologie in einer Branche von allen Marktteilnehmern verwendet werden und gleichzeitig jedoch in einer anderen Branche als Alleinstellungsmerkmal dienen – in diesem Falle wäre sie sowohl Basis- als auch Schlüsseltechnologie [Lit86, S. 53]. Da Technologie als Wissen über Lösungen von Problemen verstanden wird, ist ein einheitliches Verständnis des Wissensbegriffs erforderlich.

2.1.4 Wissen, Daten und Informationen

Bei der Definition von **Wissen** folgt diese Arbeit dem Verständnis von PROBST ET AL.:

„Wissen bezeichnet die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen. Dies umfasst sowohl theoretische Erkenntnisse als auch praktische Alltagsregeln und Handlungsanweisungen. Wissen stützt sich auf Daten und Informationen, ist im Gegensatz zu diesen jedoch immer an Personen gebunden“
[PRR13, S. 23].

Vor diesem Hintergrund werden **Daten** als Zeichen- und Zahlenketten ohne Bedeutung verstanden [AN95, S. 196]. Generell wird zwischen strukturierten und unstrukturierten Daten unterschieden [WIZ+05, S. 2]. Nach WEISS ET AL. sind strukturierte Daten von einem festgelegtem Datentyp; sie sind in Tabellenform darstellbar [WIZ+05, S. 2]. Als Beispiel sei an dieser Stelle die relationale Datenbank genannt [MRS08, S. 1]. Auf der anderen Seite des Kontinuums befinden sich gänzlich unstrukturierte Daten, die in keinem einheitlichen Datentyp vorliegen [WIZ+05, S. 2].

Werden Daten um eine semantische Bedeutungsebene (Kontext) erweitert, entstehen **Informationen** [AN95, S. 196]. AAMODT und NYGÅRD konsolidieren: *Information is data with meaning*. Informationen sind also Daten im Kontext; Wissen beschreibt Information vor dem Hintergrund personengebundener Erfahrungen (vgl. Bild 2-4) [AN95, S. 196].



Bild 2-4: Zusammenhang von Daten, Informationen und Wissen in Anlehnung an [AN95, S. 196], [PRR13, S. 22]

2.1.5 Closed Innovation und Open Innovation

Unternehmen können am Markt nur bestehen, wenn sie Ideen generieren und diese zu Innovationen weiterentwickeln (vgl. Abschnitt 2.1.2). Während des 20. Jahrhunderts wurde bei großen Unternehmen vorwiegend nach dem klassischen Prinzip der **Closed Innovation** gehandelt [Che06b, S. 21]. Für den Erfolg war eine leistungsstarke interne F&E erforderlich, die viele erfolgreiche Produkte innerhalb klar definierter Unternehmensgrenzen hervorbrachte [Che03, S. 36], [Rot95, S. 8]. Bild 2-5 verdeutlicht diesen Gedankengang.

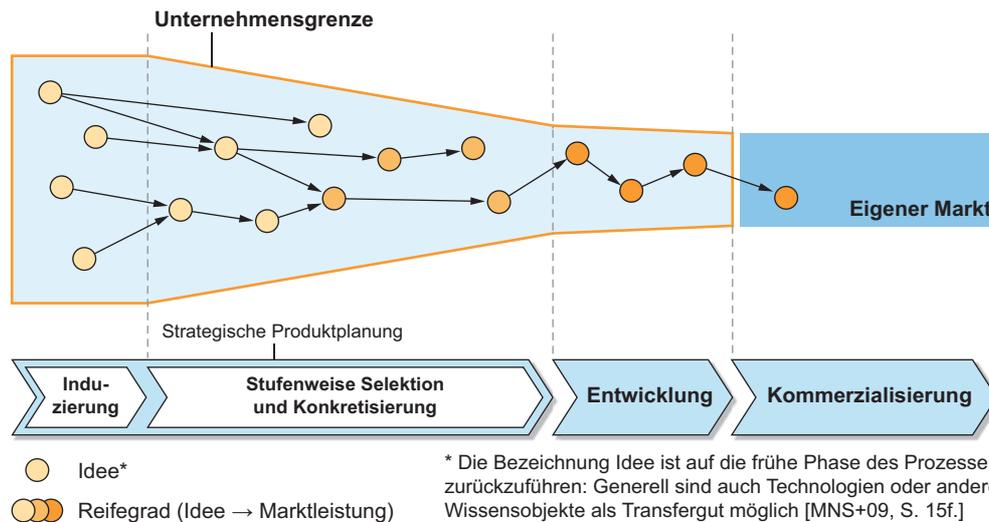


Bild 2-5: Closed Innovation Prozess in Anlehnung an [Che03, S. 36], [Che06c, S. 3]

Wesentliche Gründe für das Prinzip resultieren aus dem zugrunde gelegten Hierarchiedenken: F&E-Aktivitäten werden von höheren Ebenen induziert, der Innovationsprozess in Gänze kontrolliert und generiertes Wissen in Form von Intellectual Property (IP) rechtlich abgesichert [Che03, S. 36].

Erst Anfang des 21. Jahrhundert wurde das Closed Innovation Paradigma durch CHESBROUGH bewusst hinterfragt. Wesentlicher Anlass war aus seiner Sicht die Unzulänglichkeit von Closed Innovation in Bezug auf verkürzte Produktlebenszyklen, den beschleunigten technologischen Fortschritt und gleichbleibende oder sinkende F&E-Budgets. Als weitere wesentliche Treiber nennt er den zunehmenden Wissensfluss⁸ und die Verfügbarkeit von Wagniskapital⁹ [Che03, S. 36f.], [Che06a, S. 11f.], [Enk09, S. 178]. Vor diesem Hintergrund war aus seiner Sicht eine Öffnung des Innovationsprozesses unabdingbar. Diese Öffnung bezeichnet CHESBROUGH als Open Innovation – ein Begriff der sich bis heute durchgesetzt hat [Che03, S. 36f.]. **Open Innovation** nutzt zwei wesentliche Effekte:

- Die Kommerzialisierung von eigenen Ideen¹⁰ außerhalb des eigenen Unternehmens (Inside-Out) sowie
- die Verwendung von externen Ideen im eigenen Innovationsprozess (Outside-In) [Che03, S. 37], [Enk09, S. 181ff.].

⁸ Unter zunehmenden Wissensfluss versteht CHESBROUGH die steigende Anzahl an Beschäftigten, die über entwicklungsrelevantes Wissen verfügen und eine erhöhte Wechselbereitschaft zeigen [Che03, S. 36].

⁹ CHESBROUGH folgend erlaubt zunehmendes Wagniskapital die vermehrte Investition in Ausgründungen [Che03, S. 36].

¹⁰ Die Bezeichnung als Idee ist auf die frühe Phase des Prozesses zurückzuführen: Generell sind z.B. auch Technologien oder andere Wissensobjekte als Transfergut möglich [MNS+09, S. 15f.].

So kann z.B. eine Erfolg versprechende, aber nicht strategiekonforme Idee durch eine Ausgründung oder Lizenzierung zum Markterfolg gebracht oder die systematische Nutzung von externen Impulsen für neue Produkte ermöglicht werden [Che03, S. 37], [Che06c, S. 2f.]. Den Gedanken von CHESBROUGH anschließend, wird in der vorliegenden Arbeit Open Innovation wie folgt definiert:

„Open Innovation is the use of purposive inflows and outflows of knowledge to accelerate internal innovation, and expand the markets for external use of innovation, respectively” [Che06c, S. 1].

Bild 2-6 visualisiert die dargelegten Zusammenhänge; die Unternehmensgrenze ist nun in beide Richtungen durchlässig und ermöglicht den Fluss von z.B. Ideen. Die Öffnung adressiert dabei alle Phasen des Prozesses [Che03, S. 37], [Che06c, S. 3].

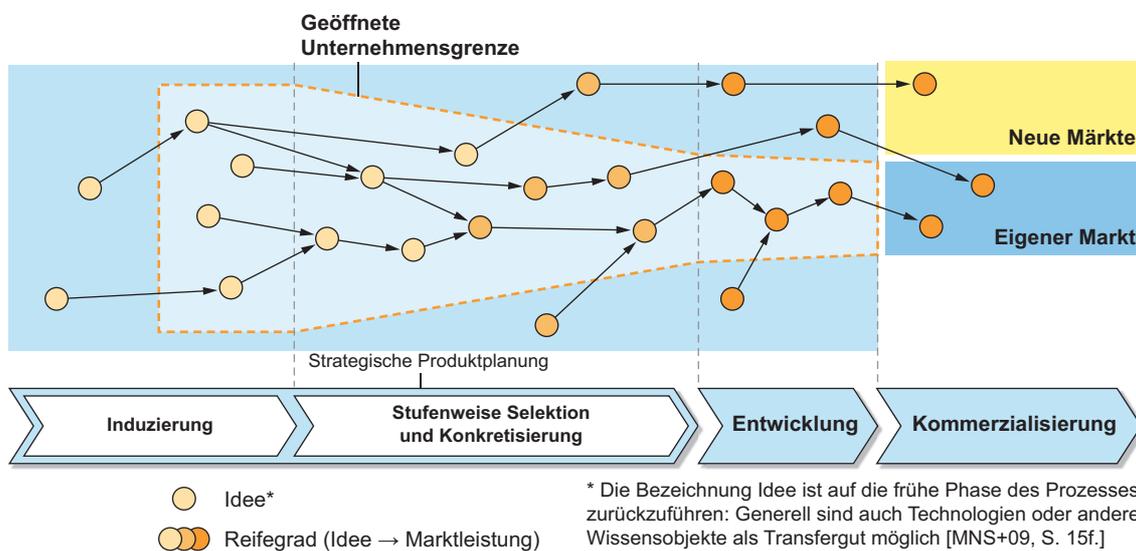


Bild 2-6: Open Innovation Prozess in Anlehnung an [Che03, S. 37], [Che06c, S. 3]

Bei einer Befragung von 144 Unternehmen waren 70% der untersuchten Unternehmen der Auffassung, dass externes Wissen für die Entwicklung radikaler Innovationen unabdingbar ist [Enk09, S. 180]. Open Innovation ermöglicht die Nutzung externen Wissens und erlaubt parallel eine wesentliche Reduzierung des Entwicklungsrisikos [RP09, S. 307]. In der Literatur häufig als Strategie des Innovationsmanagements verstanden, avanciert Open Innovation vereinzelt bereits zur Leitidee von Gesamtunternehmen [Enk09, S. 177], [RP09, S. 115 u. S. 307].

2.1.6 Cross-Industry-Innovationen

Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind Cross-Industry-Innovationen. Als Teil der Open Innovation-Strategie adressieren sie den branchenübergreifenden Lösungstransfer [EGR07, S. 52]. Bereits SCHUMPETER stellte fest: *Innovation combines factors in a new way* [Sch39, S. 87]. Dieser Rekombination im übertragenen Sinn bedienen sich auch Cross-Industry-Innovationen: Sie adressieren die Kombination von Problemen und Lö-

sungen über Branchengrenzen hinweg mittels Analogiebildung [EH10, S. 294ff.]. ENKEL und GASSMANN definieren:

„In cross-industry innovation, already existing solutions from other industries are creatively imitated and retranslated to meet the needs of the company’s current market or products” [EG10, S. 256].

In ihrer Definition stellen sie den Kundennutzen und die kreative Imitation in den Vordergrund. Eine weitere Definition liefert DÜR MÜLLER:

„Unter Cross-Industry-Innovationen sind Innovationen zu verstehen, die aus der Nutzung von branchenübergreifenden Analogien respektive dem Transfer von Lösungsansätzen über Branchengrenzen entstehen“ [Dür07, S. 100].

Er priorisiert den Analogiegedanken und schließt den bidirektionalen Transfer nicht aus. Ferner fokussiert die Definition nicht nur das Problem des Kunden, sondern schließt auch die Lösung von technischen Problemen nicht aus. Diesem Verständnis wird in der vorliegenden Arbeit gefolgt.

Der **bidirektionale (Wissens-)Transfer** lehnt sich an das Grundverständnis von Open Innovation an (vgl. Abschnitt 2.1.5). Im Rahmen von CII kann das Verständnis weiter präzisiert werden. In der Literatur häufig als Kernprozesse von CII bezeichnet, resultieren die folgenden zwei Richtungen (vgl. Bild 2-7)¹¹:

- **Outside-In** beschreibt im Kontext CII den Prozess, möglichst ausgereifte Lösungen aus fremden Branchen auf eigene Problemstellungen zu transferieren [Dür08, S. 8], [ED13, S.197]. Dies ermöglicht eine Reduktion von Entwicklungsaufwand, -zeit und -risiko. Ferner haben derartige Innovationen häufig radikalen Charakter [Dür07, S. 100f.], [Dür12, S. 24], [EG10, S. 265f.], [Fre10, S. 106].
- **Inside-Out**-Prozesse dienen der Erschließung neuer Produkt-Markt-Kombinationen auf Basis von intern vorhandenem Wissen, Lösungen oder Fähigkeiten [Dür08, S. 12], [Dür12, S. 26], [ED13, S.197f.], [Fre10, S. 106]. Hierdurch können beispielsweise mit geringem Aufwand Umsatzsteigerungen herbeigeführt werden.

Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit liegt auf dem Outside-In-Prozess. Aufgrund der Auseinandersetzung mit Problem-Lösungs-Kombinationen sind jedoch Nebeneffekte durch identifizierte Inside-Out-Potentiale nicht kategorisch ausgeschlossen.

¹¹ Teilweise wird in der Literatur auch der gekoppelte Prozess thematisiert. Hierbei handelt es sich um eine Kombination aus Inside-Out und Outside-In-Prozess [Enk09, S. 177]. Beispiele für Kombinationen sind Joint Ventures und allgemeine Kooperationen mit branchenfremden Unternehmen. In dieser Arbeit wird der gekoppelte Prozess als Element der Adaptionsplanung verstanden.

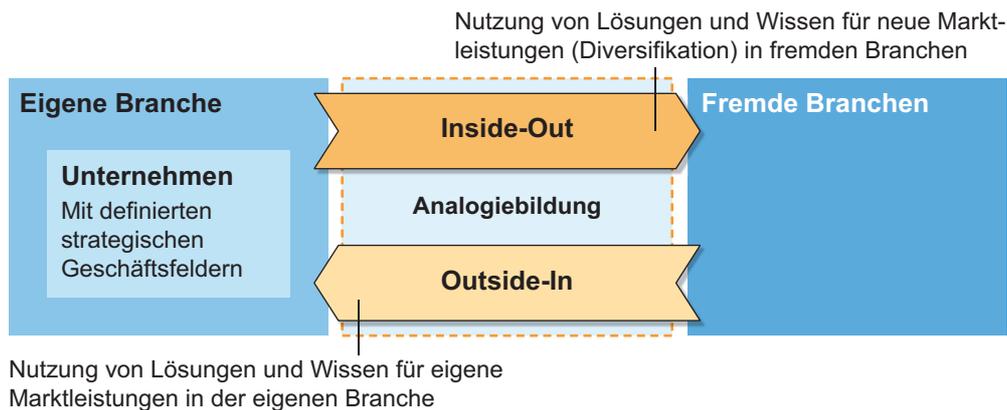


Bild 2-7: Kernprozesse von CII in Anlehnung an [Dür08, S. 12], [Dür12, S. 26]

Bild 2-7 verdeutlicht: Branchenübergreifende Problem-Lösungs-Kombinationen basieren auf der Bildung von Analogien. CII sind nicht nur auf Produkte beschränkt; sie können auch die Identifikation und den Transfer von Geschäftsmodellen, Dienstleistungen etc. ermöglichen [ED13, S. 195f.], [GCF12, S. 18f.]. Die vorliegende Arbeit adressiert das Lösen von technischen Problemen mit z.B. Produkten¹² (Techniken) und Technologien anderer Branchen.

Cross-Industry-Innovationen als Teil von Open Innovation beeinflussen die Planung und Konzipierung von Produkten. Sie haben strategischen Charakter und sind im Rahmen der Produktentstehung frühzeitig zu berücksichtigen.

2.2 Produktentstehungsprozess nach GAUSEMEIER

Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine Systematik zur Planung von CII im Kontext der Strategischen Produktplanung. Vor diesem Hintergrund wird die Systematik nachfolgend in den Produktentstehungsprozess eingeordnet.

Nach GAUSEMEIER ist der Produktentstehungsprozess keine stringente Folge von Phasen und Meilensteinen. Vielmehr ist er als ein Wechselspiel von Aufgaben zu verstehen, die sich in drei Zyklen gliedern lassen: Strategische Produktplanung, Produktkonzipierung und Produktionssystemkonzipierung. Die Aufgabenkomplexe des 3-Zyklus-Modells werden im Folgenden kurz vorgestellt (vgl. Bild 2-8) [GP14, S. 25ff.].

¹² Produkte werden in der vorliegenden Arbeit als Ergebnis der Anwendung von Technologien verstanden [Hin82, S. 40]. Sie sind somit eine technische Leistung (Technik).

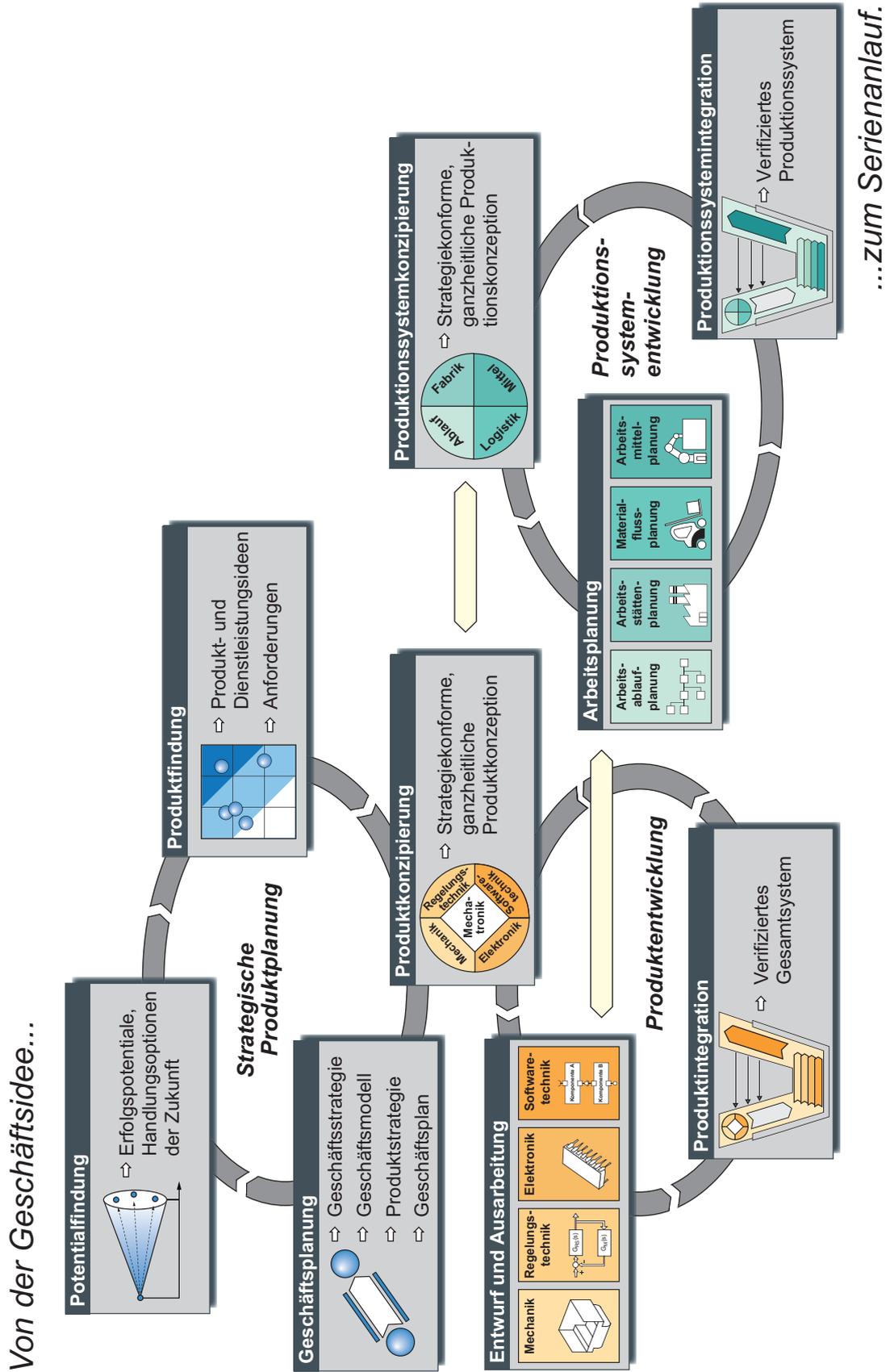


Bild 2-8: 3-Zyklus-Modell der Produktentstehung nach GAUSEMEIER [GP14, S. 26], [GDS+13, S. 43]

Erster Zyklus: Strategische Produktplanung

Der erste Zyklus umfasst die Phasen Potentialfindung, Produktfindung, Geschäftsplanung und Produktkonzipierung. In der **Potentialfindung** gilt es, Erfolgspotentiale der Zukunft zu identifizieren und Handlungsoptionen abzuleiten. Hierzu werden in Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsfall Methoden wie die Szenario-Technik, Delphi-Studien oder Trendanalysen eingesetzt. Die Suche und Auswahl von Produkt- und Dienstleistungsideen zum Heben der Erfolg versprechenden Potentiale ist Gegenstand der **Produktfindung**. Methodische Unterstützung liefern Kreativitätstechniken wie das laterale Denken nach DE BONO oder TRIZ. Den Ausgangspunkt für die **Geschäftsplanung** bildet die Geschäftsstrategie. Hier wird festgelegt, wann welche Marktsegmente wie bearbeitet werden sollen. Eine Konkretisierung erfolgt durch die Produktstrategie, die wiederum in den Geschäftsplan einfließt. Der Geschäftsplan erbringt den Nachweis, ob ein attraktiver Return on Investment (RoI) zu erzielen ist [GP14, S. 25f.].

Zweiter Zyklus: Produktentwicklung

Schnittstelle zwischen erstem und zweitem Zyklus ist die Produktkonzipierung. Ziel der Produktkonzipierung ist die Prinziplösung, spezifiziert durch u.a. einen Anforderungskatalog, eine Funktionshierarchie sowie ein Gestaltmodell. Im Anschluss erfolgt der domänenspezifische Entwurf sowie die Ausarbeitung und Integration der Ergebnisse der Domänen Mechanik, Regelungstechnik, Elektronik und Softwaretechnik zu einer verifizierten Gesamtlösung. Einen wesentlichen Beitrag hierzu liefert die Bildung und Analyse von rechnerinternen Modellen – das sog. Virtual Prototyping [GP14, S. 25f.].

Dritter Zyklus: Produktionssystementwicklung

Parallel zur Produktentwicklung erfolgt die Produktionssystementwicklung. Den Ausgangspunkt dieses Zyklus bildet die Produktionssystemkonzipierung. Auf Basis des Produktionssystemkonzepts erfolgt die Arbeitsplanung. Sie wird durch die vier Fachgebiete Arbeitsablaufplanung, Arbeitsstättenplanung, Materialflussplanung und Arbeitsmittelplanung determiniert. Analog zur Produktentwicklung erfolgt die Integration zu einem verifizierten Produktionssystem [GP14, S. 26].

Fazit und Einordnung der Arbeit

Nach GÄLWEILER können neue Erfolgspotentiale durch neue *Lösungstechnologien* entstehen [Gäl05, S. 159]. Ein Ansatzpunkt für neue Produkte und Märkte ist häufig in der Anwendung im Unternehmen bereits entwickelter oder erforschter Techniken und Technologien zu finden (technologisches Synergiepotential) [Gäl05, S. 88]. Im Folgenden geht es um technische Potentiale. Ihre Erschließung wird durch technische Probleme verhindert. Die Lösung der Probleme mittels z.B. Technologien und Techniken fremder Branchen ist Gegenstand der zu entwickelnden Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen. Vor diesem Hintergrund sind in der Potentialfindung geeignete technische Probleme zu identifizieren (vgl. Abschnitt 2.1.6). Für auch zukünftig relevante Probleme gilt es im Aufgabenkomplex **Produktfindung** Lösungsideen zu

identifizieren. Kreativitätstechniken liefern einen Ansatz. Sie berücksichtigen jedoch nur bedingt die Existenz von Lösungen in anderen Branchen. Ferner sind die konkreten Lösungen für die spätere Produktkonzipierung zu dokumentieren und hinsichtlich ihrer Transferierbarkeit zu überprüfen.

Eine Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen ist daher im ersten Zyklus des 3-Zyklen-Modells der Produktentstehung einzuordnen – der Schwerpunkt liegt in der Produktfindung. Durch den operativen Transfer einer gefundenen Lösungsidee auf das eigene Problem ist auch eine zusätzliche Einordnung in den zweiten und dritten Zyklus möglich – in der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus jedoch auf der Strategischen Produktplanung.

2.3 Cross-Industry-Innovationen – Theorie und Praxis

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist eine Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen; zentraler Gedanke ist der branchenübergreifende Lösungstransfer zur Induktion möglichst radikaler Innovationen. Vor diesem Hintergrund wird in Abschnitt 2.3.1 die Praxis des Innovationsmanagements im Kontext radikaler Innovationen diskutiert. Gegenstand von Abschnitt 2.3.2 sind Vorteile von Cross-Industry-Innovationen. In Abschnitt 2.3.3 werden empirische Untersuchungen aus dem Themenfeld Cross-Industry-Innovationen analysiert, um die Vorteile zu belegen und Herausforderungen aufzuzeigen.

2.3.1 Praxis des Innovationsmanagements

Die Nachfrage nach Innovationen resultiert aus dem natürlichen Bestreben des Menschen seine Bedürfnisse zu befriedigen¹³. Für Unternehmen sind sie der Schlüssel zum Erfolg [Kie70, S. 100]. Aus volkswirtschaftlicher Sicht sind sie die Basis des gesellschaftlichen Fortschritts – im Wachstumsmodell nach SOLOW ist dauerhaftes Wachstum ohne technische Innovation nicht möglich [BI09, S. 327f.], [LW08, S. 2f.], [Sol56, S. 65ff.].

Der Wissenschafts-, Technologie- und Innovationsbericht der EU zeigt: Die Innovationsaktivitäten sind hoch, insbesondere in Deutschland. 80% der deutschen Unternehmen sind direkt oder indirekt in Innovationstätigkeiten involviert [Eur12, S. 74f.]. Der beschleunigte technologische Fortschritt, die resultierenden Kostensteigerungen für Forschungs- und Entwicklung (F&E) sowie kürzere Produktlebenszyklen führen jedoch zu einem Effizienzwettbewerb (vgl. Abschnitt 1.1) [Che06a, S. 11f.].

¹³ Siehe auch Bedürfnishierarchie nach MASLOW [Mas43], [Mas71].

Radikale Innovationen

Eine Möglichkeit dem direkten Effizienzwettbewerb auszuweichen ist die Einnahme einmaliger Positionen im Wettbewerb [GP14, S. 177], [Mar02, S. 13f.]. Hierbei können inkrementale Innovationen keinen wesentlichen Beitrag leisten: Sie beruhen häufig auf einer kundeninduzierten Verbesserung bestehender Produkte sowie Prozesse und ermöglichen keine Änderungen von Märkten [Ger05, S. 41]. Radikale Innovationen hingegen sind häufig technologieinduziert und können *neue Bedarfsfelder und unerschlossene Marktumgebungen* erschließen und die Wettbewerbssituation grundlegend verändern (vgl. Abschnitt 2.1.2) [Ger05, S. 41], [Ger04, S. 77]. Nach VAHS und BREM besitzen Unternehmen hierdurch *für einen gewissen Zeitraum eine Monopolstellung sowie einen Wissens- und Erfahrungsvorsprung gegenüber der Konkurrenz* [VB13, S. 67]. Auf diesem Weg können sie hohe Umsätze und Gewinne generieren und erhalten gleichzeitig einen Imagezuwachs [VB13, S. 67]. Radikale Innovationen müssen nicht zwangsläufig ein Produkt darstellen. Sie können auch durch eine neue Dienstleistung oder ein neues Geschäftsmodell entstehen. Hierzu gibt es vielfältige Beispiele, stellvertretend seien an dieser Stelle der iPod und iTunes genannt [Gas13, S. 2ff.].

Risiko

Obwohl erstrebenswert sind radikale Innovationen häufig mit einem hohen Risiko¹⁴ verbunden; ferner sind sie nur bedingt planbar (vgl. Abschnitt 2.1.2) [GZ07b, S. 8ff.]. Das Risiko eines Innovationsprojekts wird als ein wichtiges Problem des Innovationsmanagements klassifiziert [Gle05, S. 15]. Unternehmen weichen dem Risiko jedoch nicht zwangsläufig aus; sie gehen bewusst Risiken ein [Her95, S. 85]. HOLT erklärt dieses Verhalten wie folgt:

„*The higher the risk, the higher is usually the earning potential*“ [Hol87, S. 20].

Unternehmen möchten Risiken folglich nur *ceteris paribus* minimieren [Her95, S. 85]. Eine Diskussion der CII-spezifischen Risiken erfolgt in Abschnitt 2.4.

Methodische Unterstützung

Die Entwicklung von Innovationen betrifft verschiedene Bereiche eines Unternehmens¹⁵ [SB12, S. 2]. Dem Zusammenspiel der Bereiche ist daher eine hohe Bedeutung beizumessen [VTS12, S. 23]. Eine Studie von ROBERTS zeigt: Über die Hälfte der befragten Unternehmen in Europa und Japan sowie annähernd drei Viertel der befragten Unter-

¹⁴ Risiko wird in der vorliegenden Arbeit nach ISO 31000 als *Effekt der Unsicherheit auf Ziele* verstanden [Wei12, S. 39]. Der Begriff Unsicherheit wird daher in der vorliegenden Arbeit synonym verwendet. Für eine weitere Diskussion des Risikobegriffs sei auf [Mik01, S. 5ff.] verwiesen.

¹⁵ Nach HAUSCHILDT und SALOMO sind bei radikalen Innovationen alle Funktionsbereiche eines Unternehmens betroffen [HS11, S. 16].

nehmen in Nordamerika verwenden strukturierte Ansätze im Innovationsmanagement [Rob01, S. 35]. Eine Umfrage von ACCENTURE verdeutlicht: Unternehmen mit einem formalen Innovationsmanagement sind erfolgreicher [KA13, S. 7]. Insbesondere vor dem Hintergrund radikaler Innovationen ist eine von BARCZAK ET AL. ausgewertete Befragung der PRODUCT DEVELOPMENT & MANAGEMENT ASSOCIATION von Bedeutung. Die Untersuchung zeigt, dass 50% der radikalen Ideen bei den befragten Unternehmen aus formalen Prozessen resultieren (vgl. Bild 2-9) [BGK09, S. 10]; bei besonders erfolgreichen Unternehmen liegt dieser Wert sogar über 50% [BGK09, S. 16].

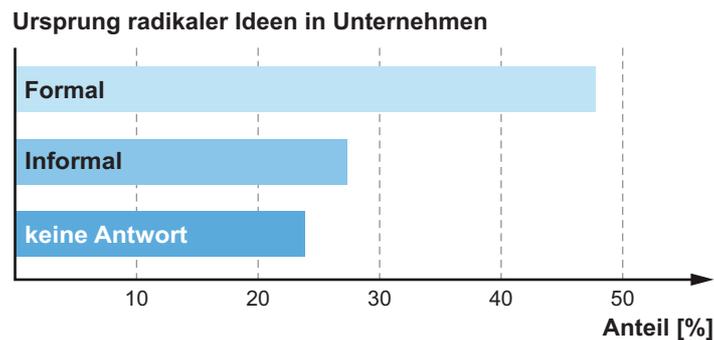


Bild 2-9: Ursprung radikaler Ideen nach [BGK09, S. 10]

Die Umfragen verdeutlichen: Eine methodische Unterstützung der Ideengenerierung erscheint sinnvoll – auch für radikale Ideen.

Fazit

Radikale Innovationen sind von erheblicher Bedeutung. Eine systematische Erarbeitung ist möglich. Analog zu allen Innovationsprojekten sind die entsprechenden Prozesse unter Berücksichtigung der Effizienz risikominimal durchzuführen.

2.3.2 Vorteile von Cross-Industry-Innovationen

In der Literatur werden vielfältige Vorteile von Cross-Industry-Innovationen genannt. Diese werden im Folgenden kurz dargelegt:

- **Hoher Innovationsgrad:** Cross-Industry-Innovationen verfügen nicht selten über einen hohen Innovationsgrad – die Wahrscheinlichkeit, systematisch radikale Innovationen zu erzielen, ist hoch [Dür07, S. 101], [ED13, S. 196], [EH10, S. 296], [ELP09, S. 138], [Ste14-ol, S. 4].
- **Senkung der Projektrisiken:** CII ermöglicht eine Senkung von Projektrisiken, da das eigene Entwicklungsteam auf vorhandenes Wissen und Erfahrungen anderer zurückgreifen kann und dadurch die eigenen Forschungsaktivitäten reduziert werden [Bru14-ol, S. 21], [Dür12, S. 24], [ED13, S. 196].
- **Höhere Entwicklungseffizienz:** Die Verwendung bereits entwickelter und etablierter Lösungen erlaubt eine Verkürzung der Entwicklungszeit im eigenen Un-

ternehmen¹⁶. In logischer Konsequenz werden die benötigten Ressourcen minimiert und die verknüpften Kosten reduziert [Dür12, S. 24], [ED13, S. 196f.], [Fre10, S. 106].

- **Geringe/keine Wettbewerbskonflikte:** Branchenfremdes Wissen lässt sich häufig wesentlich einfacher ohne Wettbewerbskonflikte in die eigenen Produkte übertragen als dies bei Wissen von Wettbewerbern der Fall ist [EH10, S. 296]. So sind beispielsweise Patente fremder Branchen oftmals für den eigenen Anwendungsfall nicht wirksam [EGR07, S. 52]. Darüber hinaus stehen Lösungsgeber und Lösungsnehmer im Normalfall nicht im Wettbewerb [Dür07, S. 101], [EH10, S. 296].

Fazit

Cross-Industry-Innovationen liefern in der Theorie wesentliche Vorteile. Dennoch ist zu hinterfragen, inwieweit dies durch empirische Untersuchungen belegt werden kann.

2.3.3 Empirische Untersuchungen zu Cross-Industry-Innovationen

Cross-Industry-Innovationen wurden bereits empirisch untersucht und teilweise schon in Unternehmen (bewusst oder unbewusst) angewendet. Diese Erkenntnisse sind für die Entwicklung einer Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen von Bedeutung. In diesem Abschnitt werden daher vier wesentliche empirische Studien aus dem Themenfeld Open Innovation bzw. Cross-Industry-Innovationen analysiert.

INAUEN und SCHENKER-WICKI untersuchten 2011 die Auswirkung von Outside-In-Prozessen auf die Innovationsleistung eines Unternehmens (vgl. Abschnitt 2.1.5) [IS11, S. 496ff.]. Befragt wurden 141 F&E-Manager börsennotierter Unternehmen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. Potentielle Partner für die untersuchten Unternehmen konnten u.a. Kunden, Universitäten und Unternehmen aus der eigenen als auch aus fremden Branchen sein [IS11, S. 496]. Als Messgrößen wurde die Anzahl an Produkt- und Prozessinnovationen sowie der Umsatzanteil mit neuen Produkten und Dienstleistungen verwendet [IS11, S. 505].

Befunde: Die Öffnung des Innovationsprozesses für Kunden und Universitäten korreliert positiv mit der Anzahl an Produktinnovationen und dem Umsatzanteil neuer Produkte. Outside-In-Prozesse in Kooperation mit Zulieferern, Wettbewerbern und Universitäten erhöhen die Anzahl an Prozessinnovationen. Kooperationen mit branchenfremden Unternehmen haben nach INAUEN und SCHENKER-WICKI einen negativen Einfluss auf Prozessinnovationen. Als wesentliche Gründe für diesen Zusammenhang werden

¹⁶ Im Gegensatz zu den genannten Autoren konnten KALOGERAKIS ET AL. eine Verkürzung der Entwicklungszeit durch Rückgriff auf bestehendes Wissen nur in drei von zehn untersuchten Fällen bestätigen [KLH10, S. 428].

die fehlenden Absorptionsfähigkeiten¹⁷ und die vorherrschende kognitive Distanz¹⁸ genannt¹⁹ [IS11, S. 508].

ENKEL und GASSMANN analysierten 2010 den Zusammenhang zwischen dem Grad einer Innovation und der kognitiven Distanz zwischen der lösungssuchenden Branche und der Branche, in der die jeweilige Lösung bereitgestellt wird. Untersucht wurden 25 Cross-Industry-Innovationsprojekte verschiedener Unternehmen [EG10, S. 256f.]. Für jedes untersuchte Projekt wurde auf der einen Seite die kognitive Distanz bestimmt; auf der anderen Seite wurden Experten hinsichtlich des Grades der Innovation befragt. Das Spektrum der Antworten wurde durch die Kategorien inkrementale Innovation, Marktdurchbruch, Technologiedurchbruch und radikale Innovation restriktiviert [EG10, S. 263]. Grundlage ihrer Arbeit waren zwei Hypothesen auf Basis vorhergehender theoretischer Arbeiten anderer Autoren: (1) Eine große kognitive Distanz induziert eher radikale als inkrementale Innovationen. (2) Eine geringe kognitive Distanz führt eher zu inkrementalen als zu radikalen Innovationen [EG10, S. 258].

Befunde: Alle untersuchten Beispiele zeichneten sich durch einen hohen Innovationsgrad aus. Sieben Beispiele wurden als radikal klassifiziert. In *keinem* Fallbeispiel wurde ein lediglich inkrementales Ergebnis erzielt [EG10, S. 265f.]. Ferner zeigten die Autoren auf, dass kein statistischer Zusammenhang zwischen der kognitiven Distanz und dem Grad der Innovation besteht. Hierdurch widerlegen die Autoren die früheren Sichten von MOWERY ET AL. und STUART. Sie waren zu der Auffassung gelangt, dass eine große Distanz zwischen zwei Projektpartnern das Innovationsergebnis negativ beeinflusst [MOS96, S. 85ff.], [MOS98, S. 517ff.], [Stu98, S. 687ff.]. Darüber hinaus widerspricht die Untersuchung auch den Arbeiten von NOOTEBOOM ET AL.: Die Autoren stellten eine umgekehrte U-Form als idealen Zusammenhang zwischen kognitiver Distanz und Innovationsergebnis fest [NHD+07, S. 1016ff.].

2009 analysierte ENKEL den Einsatz von Methoden des Open Innovation in Unternehmen. Befragt wurden 159 Unternehmen im deutschsprachigen Bereich aus unterschiedlichen Branchen. Die Grundgesamtheit setzte sich zu je einem Drittel aus kleinen und mittleren Unternehmen, mittelständischen Unternehmen und große Unternehmen zusammen. Der Autorin folgend waren die teilnehmenden Unternehmen bereits erfolg-

¹⁷ Absorptionsfähigkeit beschreibt die Fähigkeit, den Wert externen Wissens zu erkennen (Analogiebildung), dieses an die eigenen Bedürfnisse anzupassen (Adaption) und zu kommerzialisieren [CL90, S. 128].

¹⁸ Kognitive Distanz bezeichnet die *Diskrepanz mentaler Modelle und Denkmuster* sowie die *Diskrepanz von Problemlösungsansätzen* [Ste10, S. 207], [NHD+07, S. 1017]. Jede Branche verfügt über spezifische Denkmuster – zwischen zwei Branchen existiert demnach eine kognitive Distanz.

¹⁹ Anmerkung: Die Befunde sind im Kontext dieser Arbeit nur in Teilen hilfreich, da lediglich die *Anzahl an Innovationen* Betrachtungsgegenstand ist; der *Grad der Innovation* (vgl. Abschnitt 2.1.2) wird vernachlässigt bzw. lediglich indirekt über den Umsatzanteil abgebildet. Ferner kann die positive Korrelation zwischen Prozessinnovationen und brancheninternen Kooperationen als logische Konsequenz der Ähnlichkeit der eingesetzten Fertigungsverfahren verstanden werden.

reich in der Anwendung von Methoden aus dem Themenfeld Open Innovation [Enk11, S. 416].

Befunde: 80% der befragten Unternehmen verwenden Outside-In-Prozesse; nur 20% betreiben systematische Inside-Out-Prozesse. Bei Outside-In-Prozessen werden vorrangig Lead-User und Lieferanten in die Entwicklung integriert – weniger als 20% der (erfahrenen) Unternehmen nutzen Cross-Industry-Innovationen²⁰. Wesentliche Herausforderung für die genannten Unternehmen war die Beantwortung der Frage in welcher Branche gesucht werden soll [Enk11, S. 417].

STEINLE ET AL. beschäftigten sich 2009 mit der Anwendung von Cross-Industry-Innovation in Unternehmen. Hierzu befragten sie 121 Innovationsverantwortliche aus Unternehmen im deutschsprachigen Raum. Gegenstand war unter anderem die Beantwortung der Frage, warum Unternehmen das Konzept von Cross-Industry-Innovationen *nicht anwenden* und, im Anwendungsfall, aus welcher Quelle branchenfremde Ideen stammen [SMM09, S. 31f.].

Befunde: Als wesentlicher Grund für das Nicht-Anwenden von Cross-Industry-Innovationen wurde bei fast jedem zweiten Unternehmen das fehlende Bewusstsein genannt (vgl. Bild 2-10). Jedem dritten Unternehmen mangelt es an Umsetzungswissen. Viele Unternehmen scheinen darüber hinaus unzureichend über das Konzept informiert zu sein: Einem Drittel der Befragten ist das Konzept unbekannt; 17% sind die Vorteile unklar [SMM09, S. 33]. Ferner stellten die Autoren fest: Unternehmen identifizieren branchenfremde Ideen am häufigsten durch den Besuch von Fachveranstaltungen und durch kontinuierliches Branchenscreening (vgl. Bild 2-11) [SMM09, S. 34].

Fazit

Eine Öffnung des Innovationsprozesses ist generell als positiv zu bewerten. Untersuchte Cross-Industry-Innovationsprojekte hatten häufig einen hohen Innovationsgrad. Es lässt sich festhalten, dass es nicht zwangsläufig an einer Akzeptanz von Ideen außerhalb des eigenen Unternehmens mangelt; die Untersuchungen lassen jedoch den Schluss zu, dass das CII-Konzept nicht immer systematisch praktiziert wird – mangelt es doch an Umsetzungswissen. Ferner wurde deutlich, dass die kognitive Distanz zwischen Lösungsgeber und Lösungssuchendem nicht unbedingt einen Einfluss auf den Innovationsgrad einer Lösung hat – eine Festlegung des adressierten Innovationsgrads *vor einer Suche* ist daher fraglich. Wesentliche Herausforderungen bestehen in der fehlenden Fähigkeit Analogien zu finden, in der Adaptionfähigkeit von Unternehmen sowie dem fehlenden Wissen, in welcher Branche gesucht werden soll.

²⁰ Im Gegensatz dazu kommen STEINLE ET AL. zu dem Ergebnis, dass 77% der in ihrer Studie befragten Unternehmen das Konzept Cross-Industry-Innovationen umsetzen. Die Autoren berücksichtigen hierbei bewusst lediglich Unternehmen, die ein weit entwickeltes Innovationsmanagement etabliert haben. Im Mittel über alle Unternehmen ist mit einer deutlich geringeren Anwendungsquote zu rechnen: GASSMANN schätzt die Anwendungsquote über alle Unternehmen auf lediglich 10% [SMM09, S. 32].

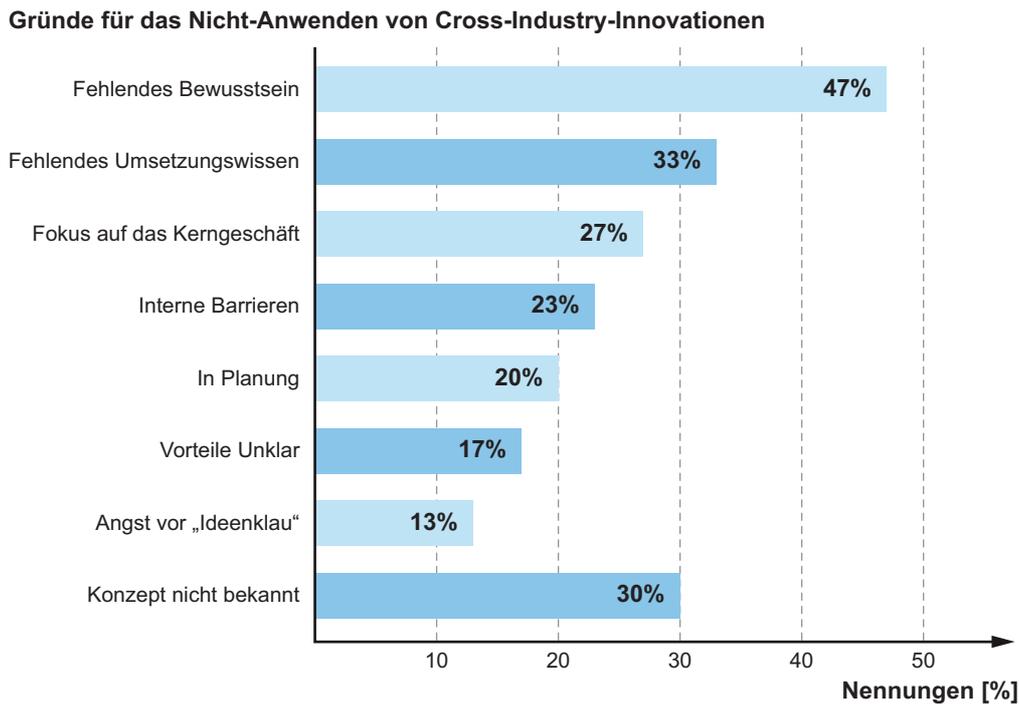


Bild 2-10: Gründe für das Nicht-Anwenden von Cross-Industry-Innovationen [SMM09, S. 33]

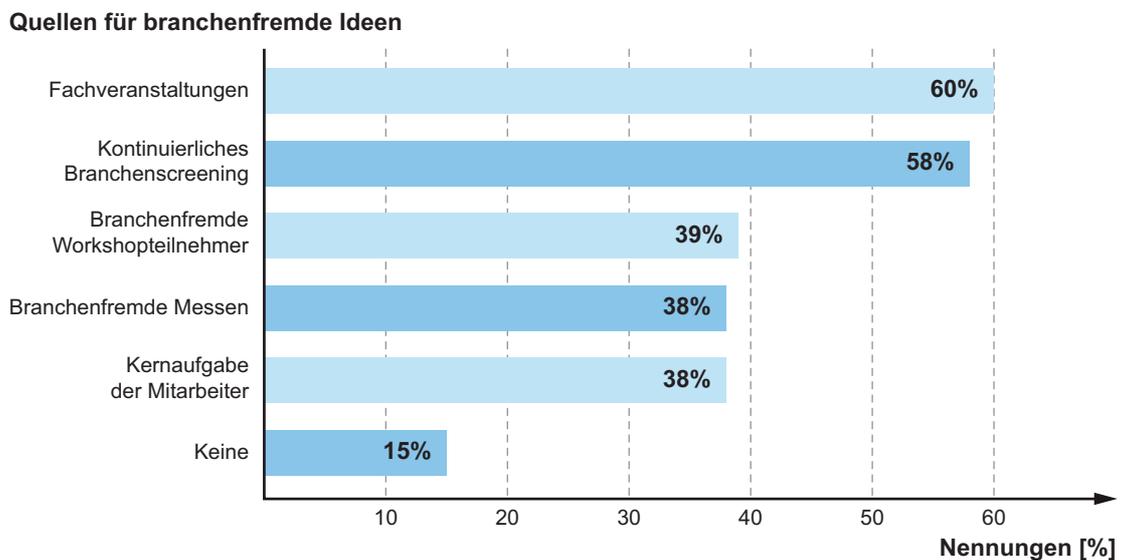


Bild 2-11: Quellen für branchenfremde Ideen [SMM09, S. 34]

2.4 Phasen von Cross-Industry-Innovationsprozessen

Outside-In-Prozesse zur Erarbeitung von CII lassen sich in die Phasen Abstraktion, Analogiesuche und Adaption unterteilen [ED13, S. 199ff.]. In der vorliegenden Arbeit wird die Adaption im Kontext der Strategischen Produktplanung betrachtet. Im Kern geht es somit um die Vorwegnahme von notwendig erscheinenden Handlungsschritten –

die Planung der Adaption (vgl. Abschnitte 1.1 u. 2.2). Die Phasen werden nachfolgend in den Abschnitten 2.4.1 bis 2.4.3 diskutiert (vgl. Bild 2-12).



Bild 2-12: Phasen von CII-Prozessen

2.4.1 Abstraktion

Für eine erfolgreiche Suche in anderen Branchen bedarf es einer Abstraktion [Dür07, S. 101]. Sie dient der Verallgemeinerung bzw. der Vereinfachung durch Verzicht auf Einzelheiten [PBF+07, S. 75]. Bereits ALTSCHULLER erkannte: Branchen- und anwendungsspezifische *Fachsprachen* können nur schwer verlassen werden [HTZ+98, S. 35], [Zob07, S. 184]. Der Lösungssuchende muss sich bewusst vom eigenen Problem bzw. von der eigenen Lösung entfernen [Dür07, S. 101], [PBF+07, S. 235f.]. PAHL/BEITZ folgend bedarf es einer systematischen Erweiterung des Erkannten [PBF+07, S. 236]. Durch Abstraktion können die wesentlichen Merkmale identifiziert werden [PBF+07, S. 75].

Ein entscheidendes Hindernis bei der Problembeschreibung ist in der Sozialpsychologie unter dem Begriff *Construal Level Theory* beschrieben. Die Theorie besagt, dass eine psychologische Nähe zu einem Objekt Menschen dazu verleitet, dieses sehr konkret zu beschreiben – es mangelt ihnen an der Fähigkeit zur abstrakten Betrachtung. Je größer die psychologische Distanz, desto einfacher fällt die abstrakte Beschreibung (vgl. Bild 2-13) [TL10, S. 440].

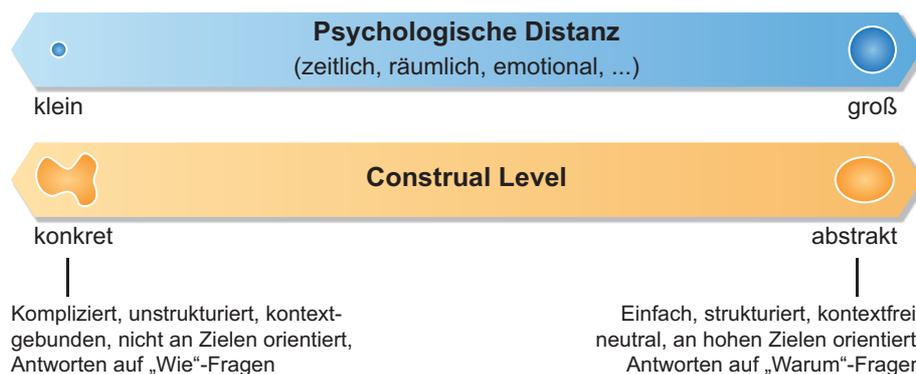


Bild 2-13: Abhängigkeit des Konkretheitsgrads (Construal Level) von der psychologischen Distanz nach [Was14-ol]

Diesen Gedankengang greift auch MAYER in Anlehnung an DUNKER auf: Sie bezeichnen die fehlende Abstraktionsfähigkeit als *funktionale Fixierung*. Der Begriff beschreibt eine mentale Blockierung, bei der es einem Problemlöser nicht gelingt, einen Gegenstand losgelöst von seiner ursprünglichen Funktion einzusetzen [Dun74, S. 102ff.], [May92, S. 57]. Ohne Abstraktion wird der Lösungsraum für die Problemlösung somit

stark reduziert [ZG11, S. 365f.]. Es ist wahrscheinlich, dass keine oder nur wenige (branchenfremde) Lösungen gefunden werden können [War04, S. 181f.]. Die systematische Abstraktion ist demnach eine wesentliche Herausforderung.

Abstraktion als kreativer Prozess

Nach WELLING ist die Abstraktion eine Kerntätigkeit kreativer Prozesse [Wel07, S. 164]. Kreative Prozesse folgen zwei wesentlichen Grundprinzipien: Dem divergenten und dem konvergenten Denken [Pre76, S. 57f.], [Str07, S. 275ff.]. Das **konvergente Denken** wird häufig als methodisch-analytische Denkweise des Problemlösens bezeichnet. Es ist durch strenge Fokussierung und starke Verstandsorientierung bestimmt [Str07, S. 277]. Beim **divergenten Denken** hingegen werden die existierenden Denkmuster verlassen und kreative Verknüpfungen in andere Richtungen erstellt [Str07, S. 277]. Synonym spricht DE BONO von vertikalem und lateralem Denken [Bon72, S. 263f.]; JOHANSSON bezeichnet es als Denken mit umgekehrten Annahmen [Joh06, S. 53]; MÜLLER verwendet die Begriffe Kompression und Entfaltung²¹ [Mül11, S. 56]. Beim kreativen Denken werden beide Denkweisen im Wechselspiel verwendet [Str07, S. 278].

Ferner ist die Abstraktion ein elementarer Schritt vieler erfolgreicher Kreativitätstechniken [ZG11, S. 363]. Kreativitätstechniken basieren auf intuitivem und/oder diskursivem Denken (vgl. Bild 2-14) [GEK01, S. 122], [PBF+07, S. 61]. **Intuitives Denken** geschieht im Unterbewusstsein; der Prozess wird nicht bewusst wahrgenommen. Es resultiert ein plötzlicher Einfall [PBF+07, S. 61]. Nachteilig: Lösungen werden häufig nur im fixierten Lösungsbereich gefunden [GEK+01, S. 123]. Als Beispiel für intuitive Kreativitätstechniken sei das Brainstorming genannt [PBF+07, S. 113]. **Diskursives Denken** beschreibt ein bewusstes Vorgehen. Das Problem wird hierbei zunächst in Teilprobleme zerlegt. Für das Gesamtproblem und jedes Teilproblem werden anschließend Informationen *gesammelt, analysiert, variiert, neu kombiniert, geprüft, verworfen und wieder in Betracht gezogen* [GEK01, S. 123f.]. Der Einsatz diskursiver Techniken ist mit einem höheren Zeitaufwand verbunden. Morphologische Kästen stellen eine beispielhafte Technik dar [PBF+07, S. 113]. Eine hohe Wahrscheinlichkeit für innovative Ideen liefern Kreativitätstechniken die beide Denkweisen kombinieren, wie z.B. TRIZ oder das laterale Denken nach DE BONO [GEK01, S. 123f.].

Kreativitätstechniken liefern Produktideen; der Rückgriff auf bestehendes Wissen anderer Branchen ist nur bedingt Gegenstand. Die zugrundeliegenden Denkweisen unterstützen jedoch den Grundgedanken der Abstraktion. Die Abstraktion im Rahmen von Cross-Industry-Innovationen dient als Ausgangspunkt für die nachfolgende Analogiesuche.

²¹ In der vorliegenden Arbeit werden stets die Begriffe konvergentes und divergentes Denken verwendet.

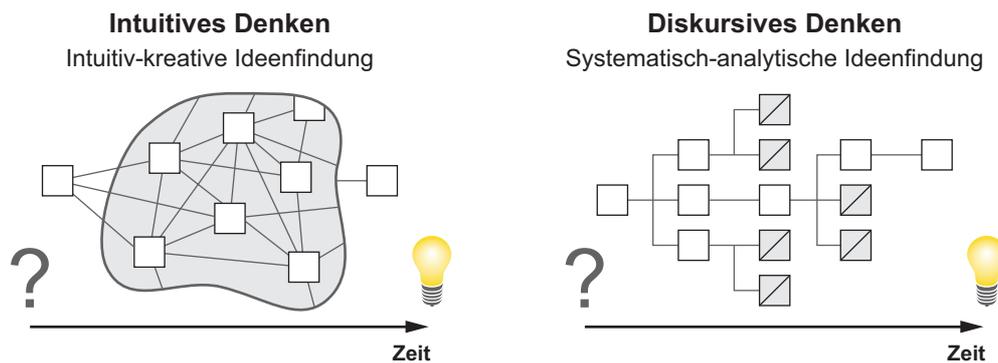


Bild 2-14: Intuitives und diskursives Denken nach [GEK01, S. 122]

Fazit

Die Abstraktion ist eine wesentliche Herausforderung bei der Identifikation von CII: Umfassende Kenntnisse eines Problems erschweren eine intuitive Abstraktion. Die Abstraktion ist Kernelement kreativer Prozesse. Vor dem Hintergrund kreativer Prozesse sollte eine Abstraktion im Rahmen von CII den Lösungsraum öffnen und das hierzu erforderliche divergente Denken anregen. Abstraktion ist auch ein elementarer Schritt vieler Kreativitätstechniken; bei Kreativitätstechniken ist der Lösungsraum zwar wesentlich größer – der Rückgriff auf bestehendes Wissen anderer Branchen erfolgt nur bedingt. Dennoch erscheint ein sowohl intuitives und gleichzeitig diskursives Vorgehen im Rahmen der Abstraktion von CII sinnvoll.

2.4.2 Analogiesuche

Das Denken in Analogien vergrößert den Suchraum [EGR07, S. 53], [GZ08, S. 103], [ZG11, S. 366]. Nach KALOGERAKIS ET AL. besteht eine Analogie zwischen zwei Objekten genau dann, wenn Objekte hinsichtlich bestimmter Merkmale übereinstimmen²² [KLH10, S. 423]. Es gilt, Wissen von einer Domäne in eine andere zu übertragen [KLH10, S. 418], [ZG11, S. 366]. Dieser Prozess wird in der Literatur als *Mapping* bezeichnet [GH83, S. 2]. Der Mapping- oder Analogiebildungsprozess erfolgt zwischen zwei Problemen – einem ungelösten und einem gelösten [GH83, S. 5].

Bild 2-15 zeigt das Verständnis des **Analogiebildungsprozesses** für CII in der vorliegenden Arbeit. In Schritt 1) wird das konkrete Problem der eigenen Branche einer Abstraktion unterzogen (vgl. Abschnitt 2.4.1). Schritt 2) beschreibt die Identifikation der wesentlichen Merkmale eines Problems einer fremden Branche (Abstraktion). In Schritt 3) wird überprüft, inwieweit die wesentlichen Merkmale übereinstimmen. Bei einer ausreichenden Übereinstimmung, resultiert die Adaptionmöglichkeit in Schritt 4) und

²² KALOGERAKIS ET AL. fügen hinzu, dass sich eine Analogie gleichzeitig in Bezug auf bestimmte andere Merkmale unterscheidet [KLH10, S. 423]. Dieser Eingrenzung wird in der vorliegenden Arbeit nicht gefolgt, da in seltenen Fällen auch eine vollständige Übereinstimmung zwischen zwei Problemen denkbar ist.

der Analogiebildungsprozess kann beendet werden. Die identifizierte Analogie bietet einen Ansatz zur Lösung des eigenen Problems und wird daher nachfolgend auch als Lösungsidee bezeichnet (vgl. Abschnitt 2.1.1).

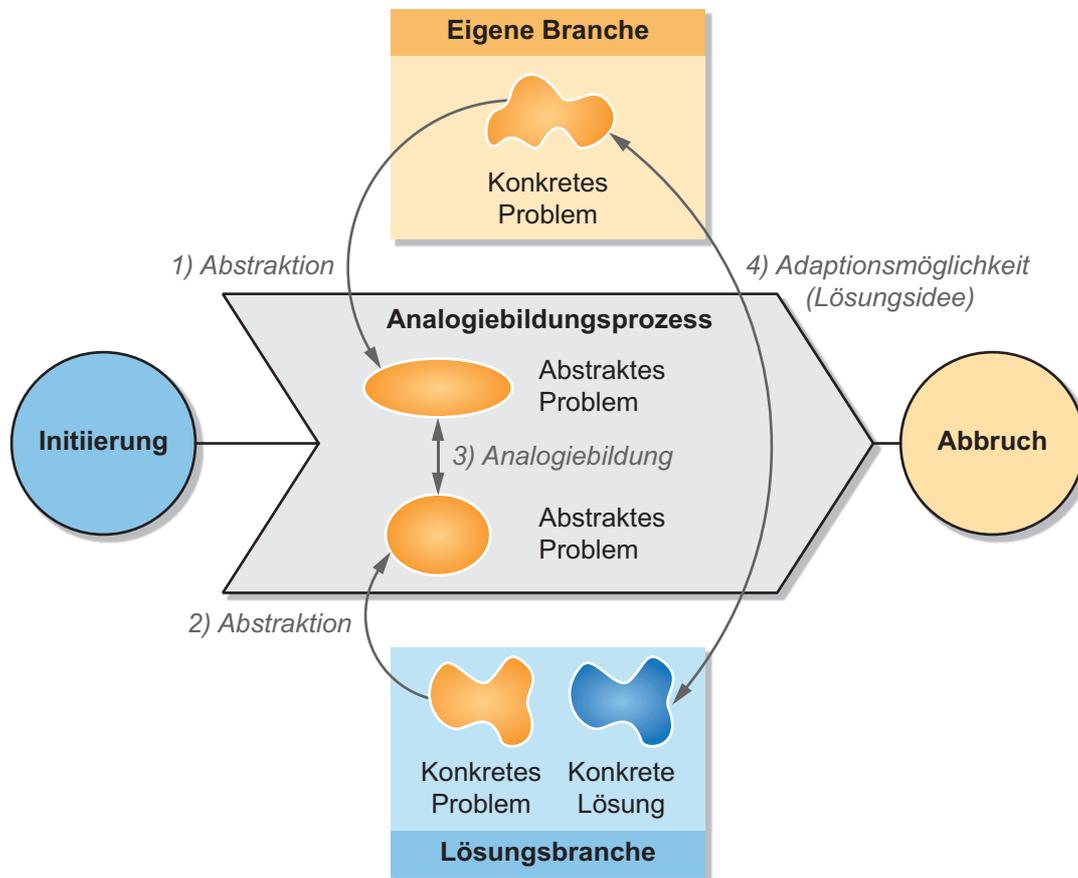


Bild 2-15: Prozess der Analogiebildung vor dem Hintergrund von Cross-Industry-Innovationen

Die wesentliche Herausforderung liegt in Schritt 2): Da zwei beliebige Probleme im seltensten Fall exakt identisch sind und nur einzelne Merkmale übereinstimmen, bedarf es der zuvor angesprochenen Identifikation der wesentlichen Merkmale. Bei nahen Analogien geschieht die Reduktion im Wesentlichen intuitiv; bei fernen Analogien sind oberflächliche Ähnlichkeiten häufig nicht vorhanden oder nicht ohne Weiteres erkennbar; der kognitive Aufwand ist erheblich [DM02, S. 56], [ZG14, S. 51]. Für die Analogiebildung zweier Probleme müsste somit theoretisch jedes Problem einer jeden Branche auf seine wesentlichen Merkmale reduziert werden. Vor diesem Hintergrund bedarf es einer methodischen Eingrenzung des Suchraums.

Eine weitere Herausforderung liegt in der eigenen *Fachsprache* verschiedener Branchen und Anwendungsfelder [HTZ+98, S. 35], [Zob07, S. 184]: Der durchschnittliche englische Muttersprachler kennt etwa 20.000 Wörter; verwendet jedoch nur einen Bruchteil

davon aktiv [ZCC+95, S. 201ff.]²³. Wird das Oxford English Dictionary (ca. 250.000 Wörter) zugrundegelegt, kennt der Mensch durchschnittlich deutlich weniger als 8% des verfügbaren Vokabulars [Oxf14-ol]. Es ist somit möglich, dass dem Suchenden das **branchen- und anwendungsspezifische Vokabular** zur Beschreibung eines analogen Problems nicht bekannt ist. Eine methodische Unterstützung erscheint sinnvoll.

Methodische Unterstützung der Analogiesuche

Bereits KOESTLER erkannte 1966, dass die Suche nach Analogien ein besonders zeit- und arbeitsintensiver Vorgang ist [Koe66, S. 215]. Bei der Suche nach Analogien ist denkbar, dass potentielle Lösungsideen übersehen werden. Diese Unsicherheit wird nachfolgend als **Suchrisiko** bezeichnet. Die Suche nach Analogien bedarf eines zielgerichteten Vorgehens [ELP09, S. 140]. Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, die Suche vorzubereiten und risikominimierend durchzuführen (vgl. Abschnitt 2.3.1). Es stellt sich vor allem die Frage, in welcher Branche nach geeigneten Analogien gesucht werden soll [Enk11, S. 417]. Bewusst oder unbewusst wird dieser Schritt in jedem CII-Vorgehen durchlaufen – er sollte demnach methodisch berücksichtigt werden [Gas13, S. 13].

Häufig basiert die Suche im Wesentlichen auf den persönlichen Netzwerken der involvierten Personen. Hier liegen die wesentlichen Herausforderungen: 1) Existierende Netzwerke beschränken sich vorrangig auf Kunden, Zulieferer und Wettbewerber [EH10, S. 298]. Außerhalb der eigenen Branche ist ein ausgeprägtes Netzwerk äußerst selten [EH10, S. 298]. 2) Netzwerke außerhalb der eigenen Branche sind zwar für ein Unternehmen von großer Bedeutung – da sie üblicherweise von Einzelpersonen abhängig sind, bergen sie jedoch ein hohes Risiko [EH10, S. 298].

Einige CII-Projekte zeigen: Das Internet kann eine geeignete Suchalternative darstellen [EH10, S. 297]. Dies erscheint logisch: Unternehmen verkaufen ihre Produkte immer häufiger über das Internet [Sch12, S. 17]. Es existieren umfassende Produktbeschreibungen – auch wenn kein Vertrieb über das Internet durchgeführt wird. Kunden diskutieren Produkte; auch Patente und Publikationen sind in erheblichem Umfang digital verfügbar [Str00, S. 71]. Eine Suche in diesen Daten erscheint daher Erfolg versprechend und wird nachfolgend als **medienbasierte Suche** bezeichnet.

Der Umfang digitaler Daten hat in den letzten 10 Jahren signifikant zugenommen und wird vermutlich weiterhin große Zuwächse verzeichnen. Experten gehen davon aus, dass der analysierte Anteil dieser Daten heutzutage unter einem halben Prozent liegt [Int14-ol, S. 3]. Das Informationspotential scheint enorm. Gleiches gilt jedoch auch für den Evaluationsaufwand. Unter der Prämisse, dass 80% der Daten unstrukturiert vorliegt, stehen Anwender vor der Herausforderung **große Datenmengen auswerten** zu

²³ In der vorliegenden Arbeit wurden zumeist englischsprachige Quellen verwendet. Vor diesem Hintergrund wurde eine Statistik zur englischen Sprache zugrunde gelegt.

müssen [Gri14-ol], [BA03, S. 42]. Internet-Suchmaschinen könnten einen Beitrag bei einer medienbasierten Suche nach Analogien leisten, eine geeignete Lösungsidee zu finden ist jedoch ein *Glücksfall* [EH10, S. 299]. Auch KALOGERAKIS stellt fest, dass *allgemeine Anfragen in Suchmaschinen zur Identifizierung ferner Analogien eine so große Trefferzahl liefern, dass diese nicht im Detail ausgewertet werden können* [Kal10, S. 59].

Neben der unüberschaubaren Anzahl an Daten ist auch die Fähigkeit eines Menschen Informationen aufzunehmen und zu speichern begrenzt. Hierdurch wird er bei zu vielen Informationen unfähig, Entscheidungen zu treffen [HL98, S. 214]. TOFFLER bezeichnet dieses Phänomen als *information overload* [Tof70, S. 280ff.]. Bezogen auf Textdokumente zeigen Untersuchungen, dass ein durchschnittlicher Leser in der Lage ist 250-300 Wörter pro Minute aufzunehmen – am Computer ist die Geschwindigkeit nochmal deutlich niedriger [Ray98, S. 393], [OZ08, S. 76ff.]. Es bedarf daher eine Reduktion auf die wesentlichen Informationen.

Eine weitere Herausforderung bei der Analyse von Daten ist die **Mehrdeutigkeit von Wörtern**. In einer Untersuchung von KROVETZ und CROFT wurden Dokumentenreihen auf Mehrdeutigkeiten untersucht [KC92, S. 1ff.]. Bild 2-16 zeigt einen Auszug. Die Darstellung verdeutlicht: Das englische Vokabular enthält eine Vielzahl an Mehrdeutigkeiten²⁴. Obwohl die meisten Begriffe in ihrer häufigsten Bedeutung Verwendung finden [SR99, S. 455], fehlt dem Anwender das Wissen über die Häufigkeitsverteilung von Bedeutungen – Mehrdeutigkeiten von Wörtern müssen daher bei der Suche berücksichtigt werden.

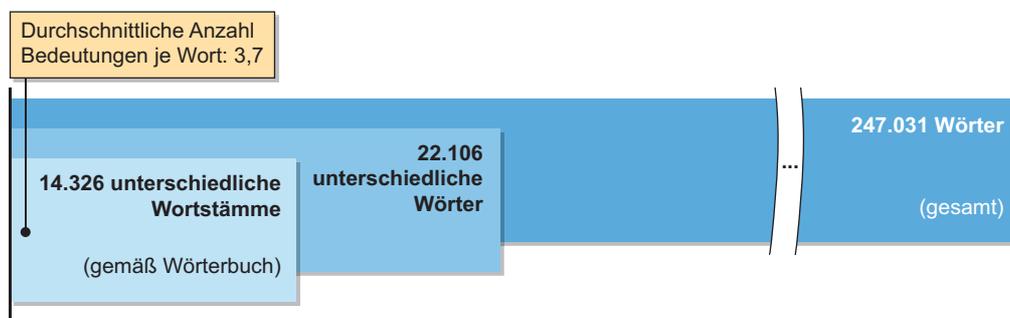


Bild 2-16: Untersuchung zur Bedeutung von Wörtern auf Basis von 423 Artikeln des *TIME*-Magazins nach [KC92, S. 9f.]

Fazit

Im Rahmen der Analogiebildung müssen für den Abgleich die (gelösten) Probleme fremder Branchen auf das Wesentliche reduziert werden. Ferner stellt die fehlende

²⁴ Der Wert von durchschnittlich 3,7 Bedeutungen je Wortstamm kann noch als niedrig bewertet werden. Bei den Untersuchungen von Abstracts wissenschaftlicher Veröffentlichungen lag der Wert bei 4,7 [KC92, S. 10].

Kenntnis des branchen- und anwendungsspezifischen Vokabulars eine Herausforderung dar. Eine methodische Unterstützung der Analogiesuche erscheint sinnvoll.

Bei der Suche nach geeigneten Lösungsideen existiert ein Suchrisiko, welches es zu minimieren gilt. Vor diesem Hintergrund ist eine systematische Vorbereitung und Durchführung der Suche von hoher Bedeutung. So gilt zu entscheiden, *Wo?* gesucht werden soll. Eine Suche im persönlichen Netzwerk ist in den meisten Fällen nicht ausreichend. Eine medienbasierte Suche verspricht ein großes Potential. Die systematische Auswertung großer Datenmengen bzw. die Reduktion auf das Wesentliche unter Berücksichtigung von Wortmehrdeutigkeiten stellt eine Herausforderung dar.

2.4.3 Adaptionenplanung

Der Transfer identifizierter branchenfremder Lösungen auf das Ausgangsproblem wird als Adaption bezeichnet [Dür12, S. 26], [ZG11, S. 374f.]. In der vorliegenden Arbeit wird die Adaption im Kontext der Strategischen Produktplanung betrachtet. Im Kern geht es somit um die vorausschauende Planung des Transfers (vgl. Abschnitt 1.2).

Für eine erfolgreiche Adaption gilt es zunächst Suchergebnisse zu bewerten [ED13, S. 202], [EH10, S. 302]. Aus der Liste möglicher Lösungsideen ist die am besten geeignete Idee auszuwählen. Es stellt sich die Frage, wie die beste Lösungsidee zu ermitteln ist. Bei der Bewertung von Geschäftsideen hat sich in der Strategischen Produktplanung eine Priorisierung anhand der Dimensionen Markt und Technologie etabliert. Beispielhaft sei an dieser Stelle auf das Markt-Technologie-Portfolio nach MCKINSEY verwiesen [GP14, S. 129ff.]. Die Dimensionen eignen sich auch für eine Bewertung im Rahmen von CII:

- **Markt:** Ziel des branchenübergreifenden Lösungstransfers sind Innovationen (vgl. Abschnitt 2.1.6). Innovationen erfordern per Definition den Markterfolg (vgl. Abschnitt 2.1.2). Je eher eine Lösungsidee Markterfolg verspricht, desto eher sollte sie somit berücksichtigt werden.
- **Technologie:** Lösungsideen im Kontext von CII können aus völlig unterschiedlichen Branchen stammen. Sie erfüllen die Anforderungen des Problems unterschiedlich gut und erfordern unterschiedliche Anpassungsaufwände. Je eher die Anforderungen des Ausgangsproblems erfüllt werden und je geringer der Adaptionaufwand, desto eher ist eine Lösungsidee aus Technologiesicht geeignet [BH10, S. 696], [GZ07b, S. 10].

Nur in den seltensten Fällen kann eine fremde Lösung ohne Anpassungen transferiert werden [EH10, S. 302], [Lin09, S. 140]. In einem anderen Anwendungskontext muss sie andere Anforderungen erfüllen als in ihrer ursprünglichen Anwendung. Darüber hinaus können vor dem Hintergrund einer konkreten Lösungsidee für das eigene Problem zusätzliche Anforderungen erforderlich werden [Gia98, S. 54], [PBF+07, S. 229]. So ist es beispielsweise denkbar, dass bei der Substitution einer mechanischen Lösung

durch eine mechatronische Lösung zusätzliche Anforderungen aus dem Bereich Elektrik/Elektronik berücksichtigt werden müssen. Es ist daher möglich, dass Anforderungen beim branchenübergreifenden Lösungstransfer zunächst übersehen werden und sich ihre Erfüllung im Rahmen der eigentlichen Entwicklung als Herausforderung darstellt. Derartige Herausforderungen sollten daher im Sinne einer vorausschauenden Planung frühzeitig antizipiert werden.

Es ist vorstellbar, dass beim Transfer einer Lösung Herausforderungen nicht gelöst und dadurch die gesetzten Ziele nicht erreicht werden. Diese Unsicherheit wird nachfolgend als **Adaptionsrisiko**²⁵ bezeichnet. Das Adaptionsrisiko ist u.a. abhängig vom Ausgangsproblem, der Bezugsquelle der Lösung und den Kompetenzen der eingesetzten Mitarbeiter [Her95, S. 86f.]. Sind die Mitarbeiter einer F&E-Abteilung mit einem Thema vertraut, so ist das Risiko geringer. Bei besonders radikalen Problem-Lösungskombinationen ist das Erfahrungswissen der Mitarbeiter häufig geringer – das Risiko demzufolge höher²⁶ [Her95, S. 86]. Zur Planung von CII sollten daher Handlungsschritte für einen risikominimalen, aber dennoch effizienten, Transfer antizipiert werden (vgl. Kapitel 1).

Fremde Entwicklungen bzw. Lösungen fremder Branchen können im eigenen Unternehmen auf Gegenwehr stoßen. Dieses Verhalten wird in der Literatur als *Not-Invented-Here-Effekt* bezeichnet [JZ07, S. 73]. Für den branchenübergreifenden Lösungstransfer bedeutet es häufig eine Änderung des *Mindsets* eines ganzen Unternehmens [EGR07, S. 53]; es bedarf einer **offenen Innovationskultur** [Dür07, S. 102]. Einige Unternehmen, wie z.B. HENKEL, fördern eine offene Innovationkultur mit der jährlichen Verleihung des *Borrow with Pride-Awards* [Enk09, S. 179].

Fazit

Die Adaption erfordert eine Auswahl geeigneter Lösungsideen. Hierbei ist eine Bewertung aus Markt- und Technologiesicht sinnvoll. Gewählte Lösungen müssen im neuen Anwendungskontext neuen Anforderungen genügen. Zusätzlich werden einzelne Anforderungen erst vor dem Hintergrund der konkreten Lösungsidee für das eigene Problem deutlich. Die Erfüllung aller Anforderungen kann somit zur Herausforderung werden. Zur Minimierung der resultierenden Unsicherheiten sollten Herausforderungen frühzeitig antizipiert werden. Im Rahmen der Planung des Lösungstransfers können auf dieser Basis vorausgedachte Handlungsschritte das Adaptionsrisiko senken. Darüber hinaus bedarf es einer offenen Innovationskultur, um den Transfer fremder Lösungen in das eigene Unternehmen zu etablieren.

²⁵ HERMES bezeichnet diese Gefahr als inhärentes Technologierisiko [Her95, S. 86].

²⁶ Adaptionentwicklungen weisen dennoch ein erheblich geringeres Risiko als völlige Neuentwicklungen auf: Es besteht die Möglichkeit auf die Erfahrungen branchenfremder Entwicklungsteams zurückzugreifen [ZG11, S. 363], [BEB+13, S. 13].

2.5 Herausforderungen bei der Planung von Cross-Industry-Innovationen

Cross-Industry-Innovationen beschreiben die branchenübergreifende Kombination von Problemen und Lösungen. Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind Outside-In-Prozesse, bei denen technische Probleme mit z.B. Technologien und Techniken fremder Branchen gelöst werden. Hierbei darf der Lösungsraum durch die anwendenden Branchen nicht eingeschränkt werden.

CII-Prozesse sind Erfolg versprechend (vgl. Abschnitt 2.3.2) – die systematisch Erarbeitung der potentiell radikalen Innovationen findet jedoch in der Praxis nur bedingt Anwendung (vgl. Abschnitt 2.3.3). Gründe liegen unter anderem im fehlenden Umsetzungswissen. Die Erarbeitung von CII ist mit zeitlichen und finanziellen Aufwänden verbunden. Je schwieriger sich ein Problem für das eigene Unternehmen darstellt, desto eher eignet sich ein Rückgriff auf branchenfremdes Wissen. ENKEL und HORVÁTH folgend, handelt es sich bei CII-Fragestellungen häufig um ungelöste Probleme, die seit Jahren in einer Industrie bekannt sind [EH10, S. 302f.].

Der Prozess von der Auswahl geeigneter, zukunftsrelevanter Probleme über die Abstraktion, Analogiesuche bis hin zur Adaptionsplanung bedarf einer **praxistauglichen, methodischen Unterstützung**:

- Nicht jedes identifizierte technische Problem eignet sich in gleichem Maße für den branchenübergreifenden Lösungstransfer. Darüber hinaus ist nicht jedes Problem auch zukünftig relevant (vgl. Abschnitt 2.2): Es bedarf eines effizienten **Auswahlmechanismus**.
- Branchen- und anwendungsspezifische Fachsprachen können schwer verlassen werden. Ferner wird eine **Abstraktion** durch eine geringe psychologische Distanz erschwert. Eine Abstraktion von Problemen als Eingangsgröße für eine systematische Analogiesuche ist von erheblicher Bedeutung (vgl. Abschnitt 2.4.1). Hierbei entsteht jedoch eine Herausforderung: SONG ET AL. zeigen auf, dass Autoren empirischer Untersuchungen eher positive als negative Forschungsergebnisse veröffentlichen [SPH+10, S. 9ff.]. Diese Untersuchung lässt sich gedanklich übertragen: Auch bei Produktbeschreibungen und anderen Veröffentlichungen werden vorrangig die Fähigkeiten oder erreichten Ziele herausgestellt. Wird bei der späteren Analogiesuche lediglich nach den (derzeitigen) Hindernissen im Transformationsprozess gesucht, könnte eine Suche scheitern. Es sollte daher der gewünschte Zielzustand des abstrahierten Problems (vgl. Abschnitt 2.1.1) erarbeitet und in eine Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche überführt werden.
- Im Rahmen der **Analogiesuche** ist denkbar, dass potentielle Lösungsideen übersehen werden. Vor diesem Hintergrund bedarf es einer risikominimierenden Planung der Suche (vgl. Abschnitt 2.4.2). Es stellt sich vor allem die Frage, *Wo?*

(also in welcher Branche) nach geeigneten Analogien gesucht werden soll [BH10, S. 692], [Enk11, S. 417]. Bei Verwendung einer medienbasierten Suche steht ein erheblicher Wissensraum zur Verfügung. Menschen sind jedoch aufgrund des *information overflows* ohne Unterstützung nicht annähernd in der Lage, die Informationen zu sichten und entsprechende Lösungsideen zu identifizieren. Ferner können fehlende Kenntnis des branchen- und anwendungsspezifischen Vokabulars und Mehrdeutigkeiten von Begriffen eine Analogiesuche erschweren. Die Unterstützung des Anwenders ist daher erfolgsentscheidend (vgl. Abschnitt 2.4.2).

- Analog zur Problemauswahl ist die Selektion der Lösungsideen eine Herausforderung. Nicht jede Lösungsidee ist in gleichem Maße für eine Adaption geeignet – eine Bewertung aus Markt- und Technologiesicht erscheint sinnvoll (vgl. Abschnitt 2.4.3). Bei dem Transfer einer Lösung können ungelöste Herausforderungen oder auch eine konservative Innovationskultur den Transfer verhindern. Im Rahmen der **Adaptionsplanung** gilt es, das resultierende Adaptionsrisiko möglichst effizient zu minimieren (vgl. Abschnitte 2.3.1 und 2.4.3).

In der vorliegenden Arbeit soll eine Systematik entwickelt werden, die alle dargestellten Herausforderungen adressiert. Hierbei kann der Aspekt der Innovationskultur nur mittelbar berücksichtigt werden: Eine Anwendung der zu entwickelnden Systematik leistet einen Beitrag zur Öffnung des Innovationsprozesses – eine grundsätzliche Änderung der Innovationskultur ist nicht Gegenstand der Arbeit.

2.6 Anforderungen an eine Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen

Die Abschnitte 2.1 bis 2.5 haben die Herausforderungen bei der Planung von Cross-Industry-Innovationen aus Theorie- und Praxissicht beleuchtet. Aus diesen Abschnitten werden die Anforderungen an eine Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen abgeleitet. Hierzu liefert Abschnitt 2.6.1 zunächst übergeordnete Anforderungen an die Systematik. Die Abschnitte 2.6.2 bis 2.6.4 adressieren die einzelnen Phasen Abstraktion, Analogiesuche und Adaptionsplanung.

2.6.1 Übergeordnete Anforderungen

Nachfolgend werden Anforderungen dargestellt, die die gesamte Systematik betreffen und phasenübergreifend berücksichtigt werden müssen.

A1: Planung von Cross-Industry-Innovationen

Die Systematik muss ein Vorhaben für Cross-Industry-Innovationen in den Kontext eines methodischen Vorgehens stellen (vgl. Abschnitte 2.3.1 und 2.5). Ziel sind Handlungsschritte zur Adaption einer Erfolg versprechenden Lösungsidee. Das Vorgehen

erstreckt sich dabei von der Auswahl geeigneter, zukunftsrelevanter Probleme über die Abstraktion, eine medienbasierte Analogiesuche bis hin zur Planung der Adaption. Dabei müssen alle Phasen Teil eines integrierten Vorgehensmodells sein.

A2: Branchenübergreifende Anwendbarkeit

Cross-Industry-Innovationen schaffen Verbindungen zwischen Branchen mit teilweise völlig unterschiedlichen Arbeits- und Denkweisen. Zur Erhöhung des Anwendungspotentials sollen in einer Systematik zur Planung von CII sowohl die lösungssuchende als auch die lösungsbereitstellende Branche beliebig sein. Vor diesem Hintergrund müssen alle Phasen branchenunabhängig durchführbar sein (vgl. Abschnitt 2.5).

2.6.2 Anforderungen an die Abstraktion

Nachfolgend werden Anforderungen an die Abstraktionsphase subsumiert.

A3: Unterstützung bei der Abstraktion

Cross-Industry-Innovationen entstehen auf der Basis von Abstraktion und Analogiebildung (vgl. Abschnitt 2.4). Bei einer gegebenen Problemstellung in einer spezifischen Fachsprache bzw. Formulierung bedarf es einer Abstraktion, um die Suche nach branchenfremden Lösungen zu ermöglichen. Das Vorgehen muss den Anwender durch eine geeignete Abstraktionstechnik unterstützen. Analog zu erfolgreichen Kreativitätstechniken sollen sowohl diskursive als auch intuitive Elemente Anwendung finden. Ferner soll die Abstraktionstechnik das divergente Denken unterstützen (vgl. Abschnitt 2.4.1).

A4: Überführung des abstrakten Problems in eine Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche

Das abstrahierte Problem fungiert als Ausgangspunkt für die Analogiesuche (vgl. Abschnitt 2.4.1). Um die Potentiale der medienbasierten Suche nutzen zu können, bedarf es einer systematischen Transformation des (abstrahierten) Problems zu einer geeigneten Eingangsgröße. Hierbei sollte der gewünschte Zielzustand des zu lösenden Problems im Vordergrund stehen (vgl. Abschnitt 2.5).

2.6.3 Anforderungen an die Analogiesuche

Neben den übergeordneten Anforderungen sind die folgenden Anforderungen bei der Analogiesuche zu berücksichtigen.

A5: Auswahl von Suchbranchen

Bei der Suche nach Analogien ist denkbar, dass potentielle Lösungsideen übersehen werden. Um dieses Suchrisiko zu reduzieren, ist die Suche zu planen: Es bedarf einer systematischen Beantwortung der Frage *Wo?* gesucht werden soll – also, auf welche Branchen sich eine Suche konzentrieren sollte (vgl. Abschnitte 2.4.2 u. 2.5).

A6: Unterstützung einer medienbasierten Suche

Das Potential einer medienbasierten Suche ist enorm. Aufgrund der Vielzahl an Informationen ist der Suchprozess manuell kaum oder nicht durchführbar. Die Suchmethodik muss daher konzeptionell in der Lage sein, eine dynamische Datengrundlage effizient aufzubereiten (vgl. Abschnitte 2.4.2 und 2.5).

A7: Berücksichtigung des branchen- und anwendungsspezifischen Vokabulars

Die Analogiebildung erfordert die Identifikation der wesentlichen Merkmale von Problemen fremder Branchen (vgl. Abschnitt 2.4.2). Diese Probleme und die zugehörigen Lösungen sind anhand eines abstrakten Ausgangsproblems zu identifizieren. Bei einer medienbasierten Suche (vgl. Anforderung A6) entstehen dabei die folgenden Herausforderungen: Autoren können durch unterschiedliche branchenspezifische Ausdrucksweisen einerseits unterschiedliche Begriffe für ein analoges Problem und seine Lösung benutzen. Andererseits können Begriffe in unterschiedlichen Kontexten unterschiedliche Bedeutungen haben (vgl. Abschnitt 2.4.2). Im Rahmen der Suche müssen beide Aspekte berücksichtigt werden.

2.6.4 Anforderungen an die Adaptionenplanung

Nachfolgend werden die Anforderungen an die Systematik dargestellt, die die Adaptionenplanung betreffen.

A8: Bewertung der Suchergebnisse

Der Identifikation einer geeigneten Analogie folgt die Adaption. Nicht jede Lösungs-idee ist dabei in gleichem Maße geeignet. Die Dimensionen Markt und Technologie sind hierbei von hoher Bedeutung (vgl. Abschnitte 2.4.3 und 2.5). Es bedarf einer geeigneten Bewertung potentieller Lösungsideen mittels konkreter Kriterien und Bewertungsmaßstäben.

A9: Reduzierung des Adaptionsrisikos

Die ausgewählte Lösungsidee erfordert üblicherweise eine Anpassungsentwicklung. Im Rahmen des Lösungstransfers können ungelöste Herausforderungen eine erfolgreiche Adaption verhindern. Diese Unsicherheiten beschreiben das zu minimierende Adaptionsrisiko. Im Sinne einer vorausschauenden Planung müssen daher Herausforderungen antizipiert und das Risiko mittels effizienter Handlungsschritte reduziert werden (vgl. Abschnitte 2.3.1, 2.4.3 und 2.5).

3 Stand der Technik

In diesem Kapitel werden Methoden und Ansätze aus dem Stand der Technik vor dem Hintergrund der identifizierten Anforderungen aus Abschnitt 2.6 diskutiert. Ziel ist ein systematisch hergeleiteter Handlungsbedarf für die Entwicklung einer Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen. Der Stand der Technik ist in vier Abschnitte untergliedert. In Abschnitt 3.1 werden Modelle unterschiedlicher Konkretisierungsgrade (Ansätze, Methoden) diskutiert, die alle Phasen des CII-Prozesses thematisieren. In den folgenden drei Abschnitten werden analog zu den identifizierten Anforderungen Methoden, Hilfsmittel und Werkzeuge für die Phasen Abstraktion (vgl. Abschnitt 3.2), Analogiesuche (vgl. Abschnitt 3.3) und Adaptionsplanung (vgl. Abschnitt 3.4) vorgestellt. Ein Abgleich der Anforderungen (vgl. Abschnitt 2.6) mit dem Stand der Technik erlaubt die Ableitung des Handlungsbedarfs in Abschnitt 3.5.

3.1 Modelle für Cross-Industry-Innovationen

Die Problemanalyse hat den Bedarf nach einer durchgängigen Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen aufgezeigt. Vor diesem Hintergrund thematisiert der folgende Abschnitt Ansätze und Methoden die dem Grundgedanken von CII folgen. Aufgrund der deutlich unterschiedlichen Konkretisierungsgrade sind sie unter dem Begriff Modelle subsumiert.

3.1.1 Dreistufiger Cross-Industry-Innovationen Prozess des ITEM-HSG

Bild 3-1 zeigt den dreistufigen Cross-Industry-Innovationen Prozess des ITEM-HSG. Der Prozess resultiert aus den Forschungserkenntnissen, die GASSMANN und ZESCHKY gemeinsam mit Industriepartnern erzielt haben und ist in die Phasen Abstraktion, Analogiesuche und Evaluation untergliedert [GZ07b, S. 8f.]. Die Phasen werden nachfolgend kurz erläutert.

Abstraktion: Ausgangspunkt für die Abstraktion ist in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung die Frage nach dem Kundenproblem bzw. dem Zweck des betrachteten Produkts – dem Kundennutzen. GASSMANN und ZESCHKY greifen hierbei auf die *5-Mal-Warum-Technik* zurück. Durch das wiederholte Fragen nach dem *Warum?* versuchen die Autoren latente Kundenbedürfnisse zu identifizieren. Durch jede Frage wird der Lösungsraum vergrößert. Ein geeignetes Abstraktionsniveau ist erreicht, wenn das eigene Wissen keine Beantwortung der Frage mehr erlaubt. Als weitere Möglichkeit der Abstraktion verweisen die Autoren auf Suchfeldanalysen, die den *intuitiven Workshop-Charakter* übersteigen sollen [GZ07b, S. 9].

Analogiesuche: In dieser Phase wird nach Analogien zwischen dem Ausgangsproblem und branchenfremden Lösungen gesucht. Der Suchprozess erfolgt im Team. Das Team sollte möglichst heterogen zusammengestellt werden. Die Autoren empfehlen darüber

hinaus Workshops mit branchenfremden Experten. Hierdurch kann eine Vergrößerung des Lösungsraums erzielt werden [GZ07b, S. 9f.].

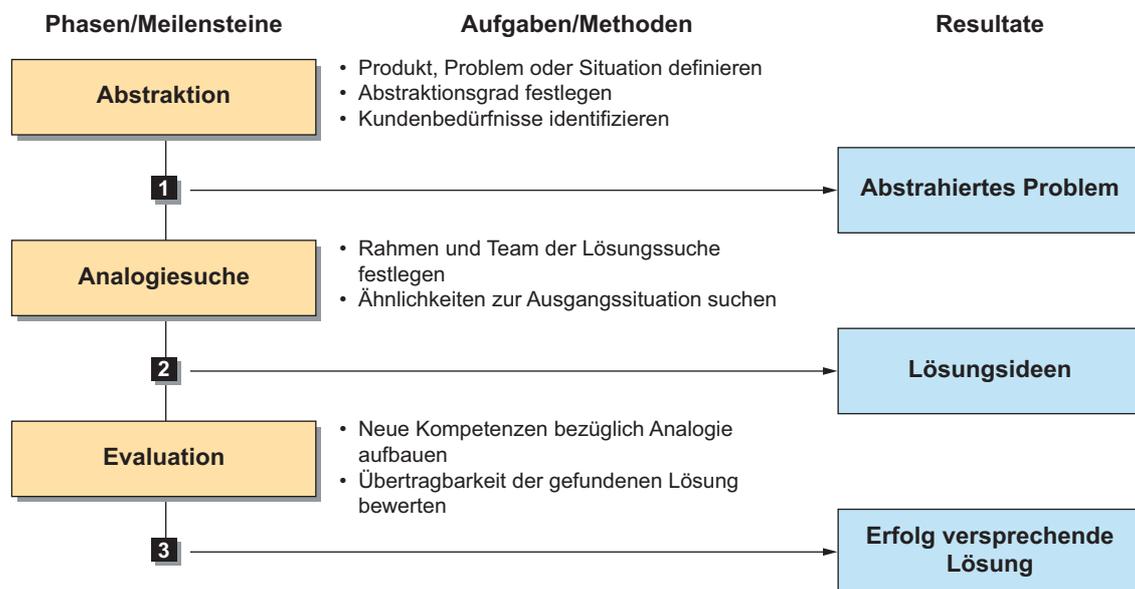


Bild 3-1: Dreistufiger Cross-Industry-Innovationen Prozess des ITEM-HSG nach GASSMANN und ZESCHKY nach [GZ07b, S. 9]

Evaluation: In der Bewertungsphase müssen zuerst weitere Informationen zu den gefunden Lösungsideen gesammelt und Wissen aufgebaut werden. Auf dieser Basis können die Ideen auf ihre Übertragbarkeit überprüft werden. Eine anschließende Bewertung des Anpassungsaufwands und Risikos erlaubt die Auswahl einer geeigneten Lösung [GZ07b, S. 10].

Bewertung:

Die Autoren liefern ein leicht nachvollziehbares Vorgehen. Den Kundennutzen als Ausgangspunkt zu wählen erscheint sinnvoll – limitiert jedoch den Einsatz im technischen Bereich. Durch die genannte Abstraktionstechnik wird der Anwender gefordert, sich mit dem Problem auseinanderzusetzen. Wesentliche Schwäche des Vorgehens sind die fehlende methodische Unterstützung der Analogiesuche in Bezug auf die systematische Auswahl von Suchbranchen. Eine medienbasierte Suche und eine dezidierte Minimierung des Adaptionrisikos sind nicht Gegenstand des Vorgehens. Ungeachtet dessen scheinen heterogen besetzte Experten-Workshops ein geeignetes Suchwerkzeug darzustellen. In der Evaluationsphase werden lediglich Bewertungsdimensionen genannt; es mangelt an konkreten Kriterien.

3.1.2 Systematischer Prozess zur Entwicklung von radikalen Cross-Industry-Innovationen nach GASSMANN und ZESCHKY

Bild 3-2 zeigt den systematischen Prozess zur Entwicklung von radikalen Cross-Industry-Innovationen nach GASSMANN und ZESCHKY [GZ07a, S. 9], [Gas13, S. 13]. Die Autoren bieten mit dem 4-Phasen-Vorgehen eine Alternative zu ihrem dreistufigen Ansatz in Abschnitt 3.1.1. Die Phasen Exploration, Evaluation, Adaption und Integration werden GASSMANN folgend bewusst oder unbewusst in jeder Art von industrieübergreifenden Innovationen durchlaufen [Gas13, S. 13]. Die Phasen werden nachfolgend kurz vorgestellt.

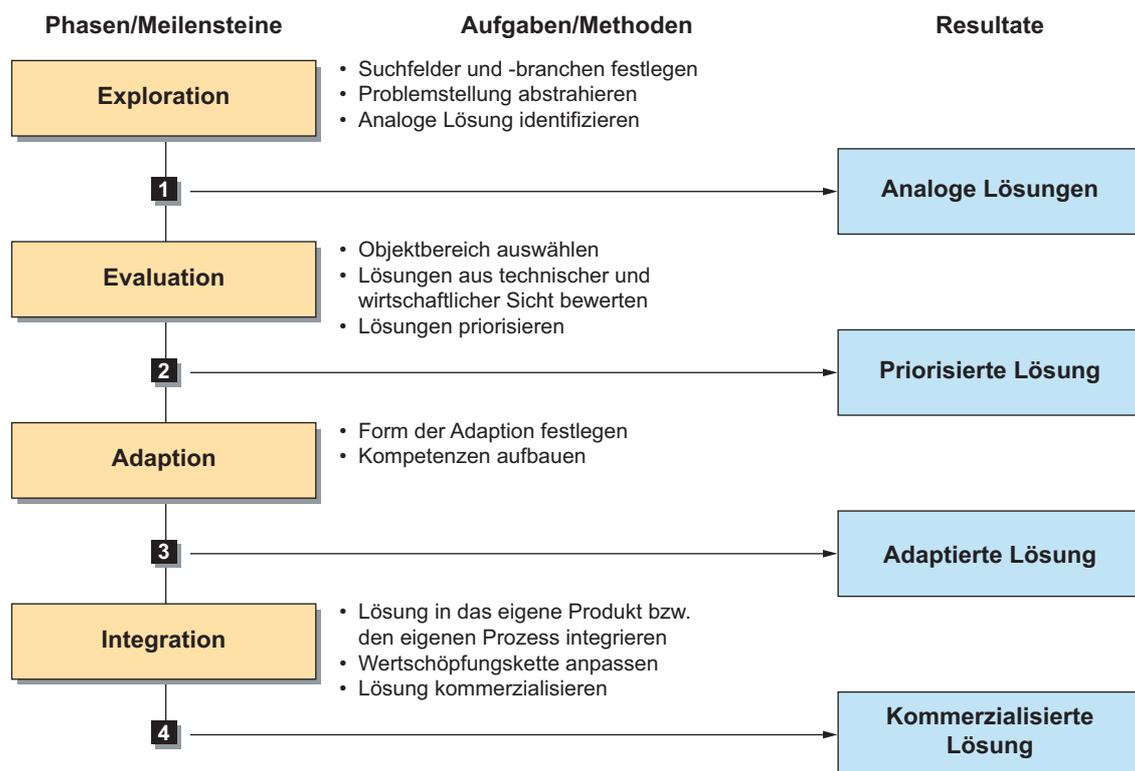


Bild 3-2: Systematischer Prozess zur Entwicklung von radikalen Cross-Industry-Innovationen nach GASSMANN und ZESCHKY nach [GZ07a, S. 9], [Gas13, S. 13]

Exploration: In dieser ersten Phase werden zunächst Suchfelder und -branchen ausgewählt. Im Anschluss erfolgt die Abstraktion der Problemstellung sowie die Identifikation von analogen Lösungen [GZ07a, S. 9], [Gas13, S. 13].

Evaluation: In der Bewertungsphase wird zunächst der zu adaptierende Objektbereich der Lösung festgelegt. Beispiele für den Objektbereich sind Technologien, System oder Funktionalität. Eine anschließende Bewertung aus technischer und wirtschaftlicher Sicht anhand der Bewertungskriterien Machbarkeit und Systemkompatibilität erlaubt die Priorisierung der identifizierten Lösungen [GZ07a, S. 9], [Gas13, S. 13].

Adaption: Hier wird eingangs entschieden, ob ein *friendly* oder *hostile take-over* geplant wird. Ferner gilt es, eigenes Wissen im Themenfeld der priorisierten Lösung aufzubauen [GZ07a, S. 9].

Integration: Gegenstand der Phase ist die Integration der Lösung in die eigene Produkte und Prozesse sowie die Anpassung der Wertschöpfungskette. Im Anschluss kann die Lösung kommerzialisiert werden [GZ07a, S. 9], [Gas13, S. 13].

Bewertung:

Die Autoren zeigen ein nachvollziehbares, jedoch generisches Vorgehen. Insbesondere der Grundgedanke der frühzeitigen Auswahl der Suchbranchen und die sowohl wirtschaftliche als auch technische Bewertung sind positiv hervorzuheben. Eine medienbasierte Suche ist nicht Gegenstand des Vorgehens. Die Trennung von Adaption und Integration scheint nicht zwangsläufig erforderlich, die Aufgabenpakete der beiden Phasen jedoch hochgradig sinnvoll. So wird zuerst die Adaption geplant und anschließend durchgeführt. Schwächen zeigt das Vorgehen bei der systematischen Unterstützung. Auswahl der Suchbranchen sowie Abstraktion geschehen intuitiv. Ferner lassen die Autoren konkrete Methodenschritte für die Such-, Adaptions- und Integrationsphase offen.

3.1.3 A⁴-Innovationsprozess für Produktinnovationen durch analoges Denken nach GASSMANN und ZESCHKY

Bild 3-3 zeigt den A⁴-Innovationsprozess²⁷ für Produktinnovationen durch analoges Denken. GASSMANN und ZESCHKY stellen mit dem Vorgehen eine weitere Alternative zu ihren Ansätzen in den Abschnitten 3.1.1 und 3.1.2 zur Diskussion. Das dargestellte Vorgehen wurde aus einer Analyse von vier Anwendungsfällen synthetisiert [GZ08, S. 97ff.]. Die einzelnen Phasen werden nachfolgend kurz vorgestellt.

Strategische Absichten: Gegenstand der Phase ist die Klärung der strategischen Absichten mit dem Ziel strategischer Rahmenbedingungen für den CII-Prozess. Hierzu muss im Unternehmen ein offenes *Mindset* ermöglicht werden. Darüber hinaus muss den Mitarbeitern ermöglicht werden, sich mit Technologien außerhalb des Kerngeschäfts zu beschäftigen. Diese strategischen Rahmenbedingungen bezeichnen die Autoren als erfolgsentscheidend [GZ08, S. 102].

Abstraktion: Im Rahmen der Abstraktion wird eine detaillierte Analyse des Problems durchgeführt. Hierzu werden einerseits die relevanten technischen Funktionen eines Produkts analysiert und zusätzlich der Kontext des betrachteten Problems vor dem Hintergrund des Kundennutzens ermittelt. Auf dieser Basis werden abstrakte Suchbegriffe abgeleitet [GZ08, S. 104].

²⁷ Die Bezeichnung A⁴-Innovationsprozess ist auf die englische Beschreibung der Phasen zwei bis fünf zurückzuführen: Abstraction, Analogy, Assessment und Adaptation [GZ08, S. 104].

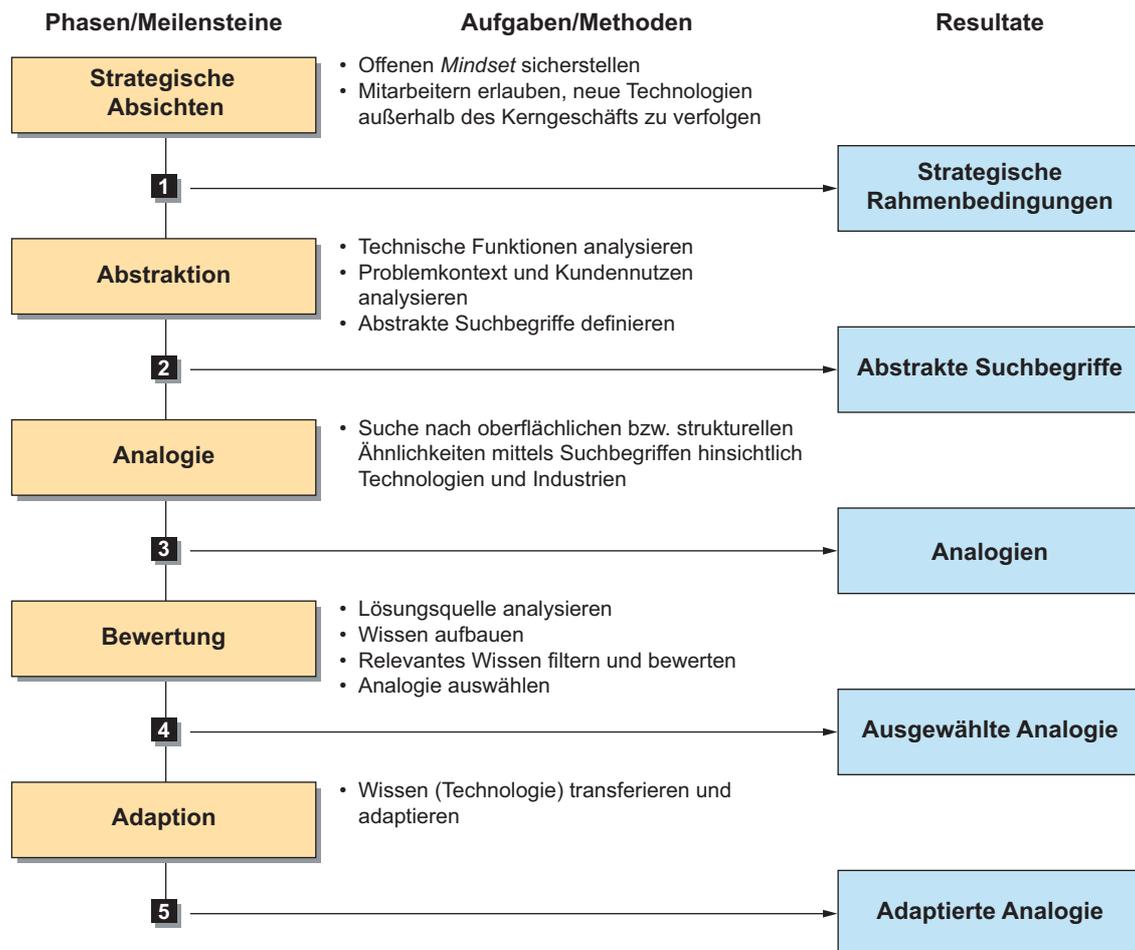


Bild 3-3: A^4 -Innovationsprozess für Produktinnovationen durch analoges Denken nach GASSMANN und ZESCHKY [GZ08, S. 104], [ZG11, S. 375f.]

Analogie: Unter Zuhilfenahme der Suchbegriffe werden oberflächliche und strukturelle Ähnlichkeiten hinsichtlich Technologien und Industrien gesucht [GZ08, S. 104f.], [ZG11, S. 375f.].

Bewertung: In dieser Phase wird zunächst die Quelle der Analogie untersucht und anschließend Wissen in dem entsprechenden Kontext aufgebaut. Anschließend kann das Wissen gefiltert und eine entsprechende Analogie ausgewählt werden [GZ08, S.104].

Adaption: Hier wird eingangs weiteres Wissen über die zu transferierende Technologie und deren Anwendungskontext aufgebaut. Anschließend wird der Transfer auf das eigene Problem durchgeführt [GZ08, S.104f.].

Bewertung:

Die Autoren liefern ein generisches Vorgehen zur Entwicklung von CII. Positiv hervorzuheben ist die Abstraktion vor einem technischen und einem problemorientierten Hintergrund sowie die Ableitung von abstrakten Suchbegriffen. Diese können als Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche dienen. Eine konkrete Beschreibung der Abstraktion und der Ableitung der Suchbegriffe bleiben die Autoren schuldig. Durch die

generische Vorgehensbeschreibung der funktionsbasierten Abstraktion und Suche ist eine branchenübergreifende Anwendung fraglich. Ferner mangelt es an einer detaillierten Beschreibung des Suchprozesses wie auch der Bewertungs- und der Adaptionsphase.

3.1.4 Cross-Industry-Innovation-Prozess nach ENKEL und HORVÁTH

Der Cross-Industry-Innovation-Prozess nach ENKEL und HORVÁTH gliedert sich in eine Abstraktions-, eine Analogie- und eine Adaptionsphase (vgl. Bild 3-4). Den Autoren folgend erlauben konventionelle Innovationsprozesse kein derartiges Vorgehen. Der dargestellte Prozess ist daher explizit als eine Alternative zu konventionellen Innovationsprozessen zu verstehen [EH10, S. 300]. Die Phasen werden nachfolgend kurz vorgestellt.

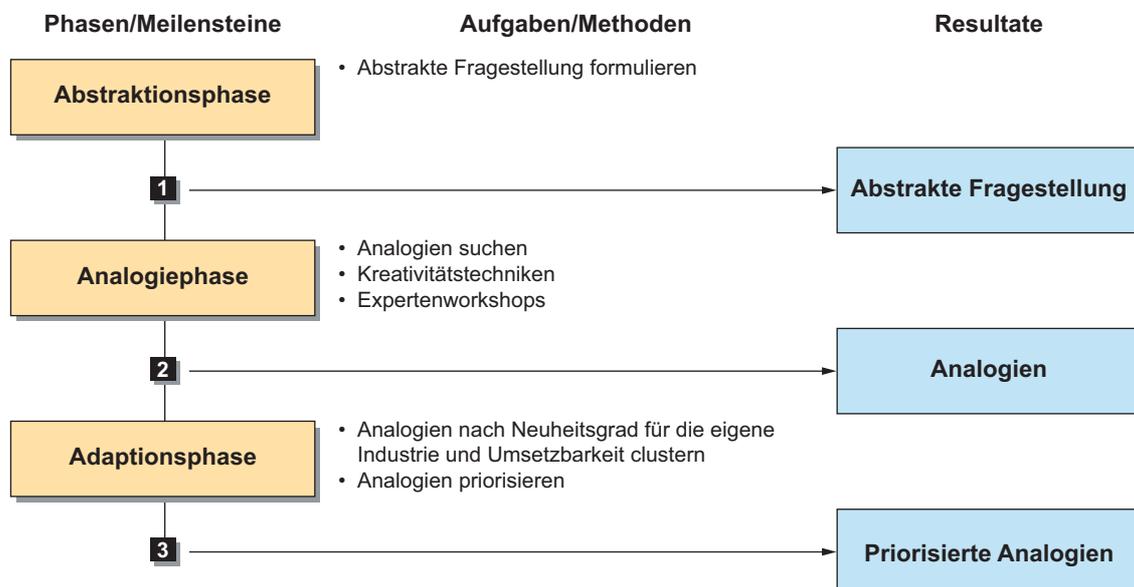


Bild 3-4: Cross-Industry-Innovation-Prozess nach ENKEL und HORVÁTH [EH10, S. 300ff.]

Abstraktionsphase: Die Abstraktionsphase dient der Öffnung des Lösungsraums. Um nicht direkt nach technischen Produkten zu suchen, wird eine offene Frage formuliert. Ein Beispiel lautet: *In welchen anderen Industrien wurde die Benutzungsfreundlichkeit stark verbessert?* Bei der Formulierung der Frage muss beachtet werden, dass der Lösungsraum weder zu klein noch zu groß gewählt wird [EH10, S. 300f.].

Analogiephase: Für die Analogiebildung empfehlen die Autoren Workshops mit Experten fremder Branchen sowie den Einsatz von Kreativitätstechniken, wie der Osborn-Checkliste²⁸ [EH10, S. 301f.].

²⁸ Die Osborn-Checkliste ist ein Fragenkatalog, der zur Analogiesuche anregt [EH10, S. 302].

Adaptionsphase: Identifizierte Analogien werden anhand der Kriterien *Neuheitsgrad für die eigene Industrie* und *Umsetzbarkeit* geclustert und priorisiert. Ist eine gefundene Analogie mit geringem Aufwand anpassbar und verfügt über einen hohen Neuheitsgrad in der eigenen Branche, wird sie weiterverfolgt [EH10, S. 302].

Bewertung:

ENKEL und HORVÁTH liefern einen nachvollziehbaren Cross-Industry-Innovation-Prozess. Die Abstraktion mittels Fragestellungen erscheint Erfolg versprechend. Dies gilt auch für den Einsatz von Experten-Workshops und Kreativitätstechniken in der Analogiephase. Im Rahmen der Adaption werden sinnvolle Bewertungskriterien genannt, die sich der Markt- und Technologiesicht zuordnen lassen – Bewertungsmaßstäbe werden nicht bereitgestellt. Schwachstellen bei der Anforderungserfüllung finden sich in der fehlenden Systematik zur Herleitung der abstrakten Fragestellung und dem Fehlen einer medienbasierten Suche. Eine systematische Auswahl von Suchbranchen sowie eine methodische Integration der identifizierten Analogie bzw. die Anpassung an die eigene Problemstellung sind nicht Gegenstand des Prozesses.

3.1.5 Management Framework für die Entwicklung einer Cross-Industry-Innovationen Suchstrategie und Zweifstufiger Cross-Industry-Innovationen Suchprozess nach BRUNSWICKER, WARSCHAT und HUTSCHEK

BRUNSWICKER, WARSCHAT und HUTSCHEK liefern ein vierstufiges Management Framework zur Entwicklung einer Suchstrategie für Cross-Industry-Innovationen [BH10, S. 691ff.], [BH14-ol, S. 5ff.], [BWH10, S. 739]. Das Framework bildet die Basis für einen zweistufigen Suchprozess [BH10, S. 693ff.], [BH14-ol, S. 6f.], [BWH10, S. 740f.]. Die beiden Vorgehensmodelle werden nachfolgend erläutert²⁹.

Das **Management Framework für die Entwicklung einer Cross-Industry-Innovationen Suchstrategie** (vgl. Bild 3-5) gliedert sich in vier Phasen.

Suchfeld auswählen: In der ersten Phase geht es um die Entscheidung, in welchem Bereich sich ein Unternehmen öffnen soll – diese Phase ist den Autoren folgend von zentraler strategischer Bedeutung [BH14-ol, S. 5]. Hierzu werden potentielle Suchfelder hinsichtlich ihrer Attraktivität für den Kunden (Marktsicht) und der Verfügbarkeit der Kompetenzen des Unternehmens abgeglichen (Technologiesicht). Ist ein Suchfeld für den Kunden von hoher Attraktivität und fehlen die Technologiekompetenzen, hat es eine hohe Priorität und wird als Suchfeld festgelegt [BH10, S. 691f.].

Suchbranche festlegen: Zur Festlegung der Suchbranche werden zunächst System- und Funktionsanalysen durchgeführt. Diese helfen abstrakte strukturelle Ähnlichkeiten zwi-

²⁹ Im Rahmen des Leistungsangebots des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation wird das Vorgehen als *Innowave-Prozess* bezeichnet [BH14-ol, S. 7].

schen dem eigenen Suchfeld und potentiellen Suchbranchen zu identifizieren. Darüber hinaus werden die technologische und kognitive Distanz zu potentiellen Suchbranchen bestimmt. Auf Basis der strukturellen Ähnlichkeiten und geeigneter Distanzen³⁰ kann die Attraktivität einer Branche bestimmt und die Auswahl getroffen werden [BH10, S. 692], [BWH10, S. 739].

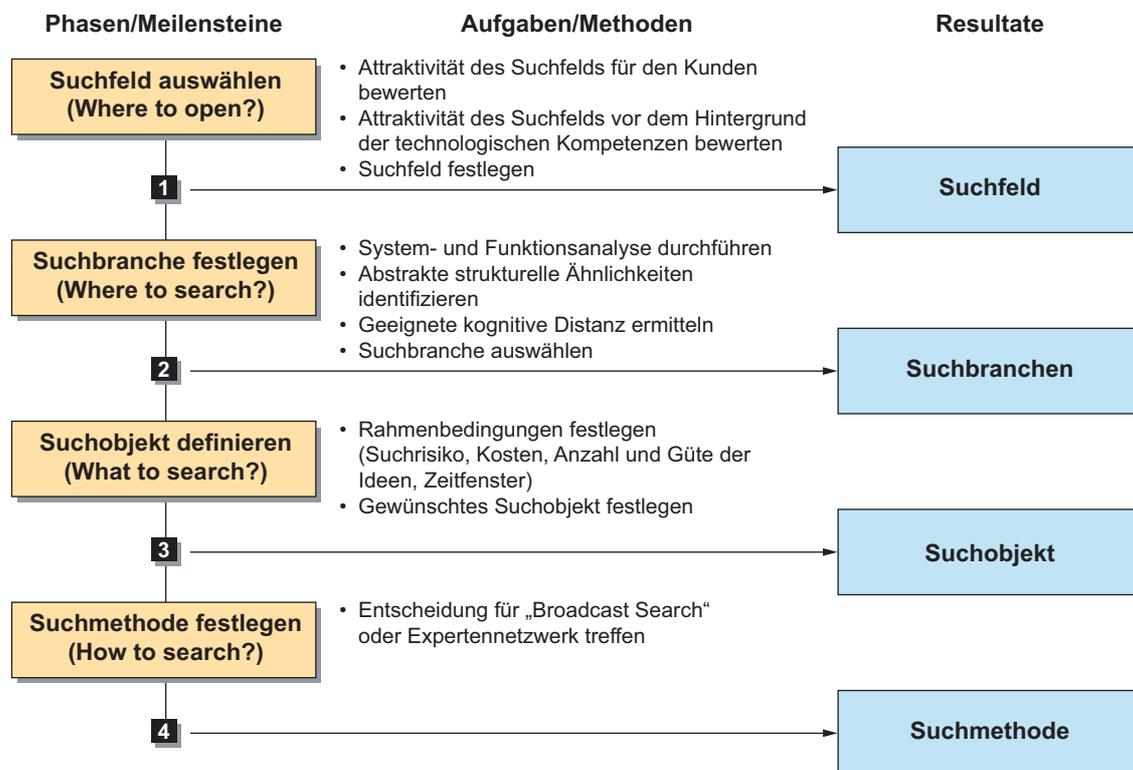


Bild 3-5: Management Framework für die Entwicklung einer Cross-Industry-Innovationen Suchstrategie nach BRUNSWICKER, WARSCHAT und HUTSCHEK [BH10, S. 691ff.], [BH14-ol, S. 5ff.], [BWH10, S. 739]

Suchobjekt definieren: Bei der Frage nach dem Suchobjekt müssen zunächst die Rahmenbedingungen wie das akzeptierte Suchrisiko oder die Kosten der Suche und des Transfers für das jeweilige Unternehmen festgelegt werden [BH14-ol, S. 5], [BH10, S. 692]. Auf dieser Basis kann definiert werden, über welchen Reifegrad die Ergebnisse verfügen sollen. Der Reifegrad bzw. das Suchobjekt kann sich hierbei von Rohideen bis zu vermarktungsfähigen Produkten erstrecken [BH10, S. 692].

Suchmethode festlegen: BRUNSWICKER ET AL. unterscheiden bei der Suchmethode zwischen der Nutzung von Expertennetzwerken (auch konkrete Zielunternehmen) und der Offenlegung der Fragestellung in Online-Communities – dem sog. *Broadcast Search* (vgl. Abschnitt 3.1.10). Expertennetzwerke bzw. konkrete Partnerunternehmen

³⁰ Die Autoren orientieren sich an den Arbeiten von NOOTEBOOM zur kognitiven Distanz (vgl. Abschnitt 2.3.3).

liefern hierbei wenige konkrete Lösungen und sind besser zu kontrollieren. Online-Communities zeichnen sich eher durch eine höhere Anzahl an unkonkreten Ideen aus. Die Kontrolle des Prozesses ist erheblich schwieriger [BH10, S. 692f.], [BWH10, S. 739].

Die Phasen des Frameworks sind integrativ zu durchlaufen [BH10, S. 693]. Auf Basis des Frameworks liefern die Autoren eine prozessuale Ausgestaltung und Weiterentwicklung des Vorgehens vor dem Hintergrund einer Expertensuche [BWH10, S. 740]. Bild 3-6 zeigt den **Zweistufigen Cross-Industry-Innovationen Suchprozess**.

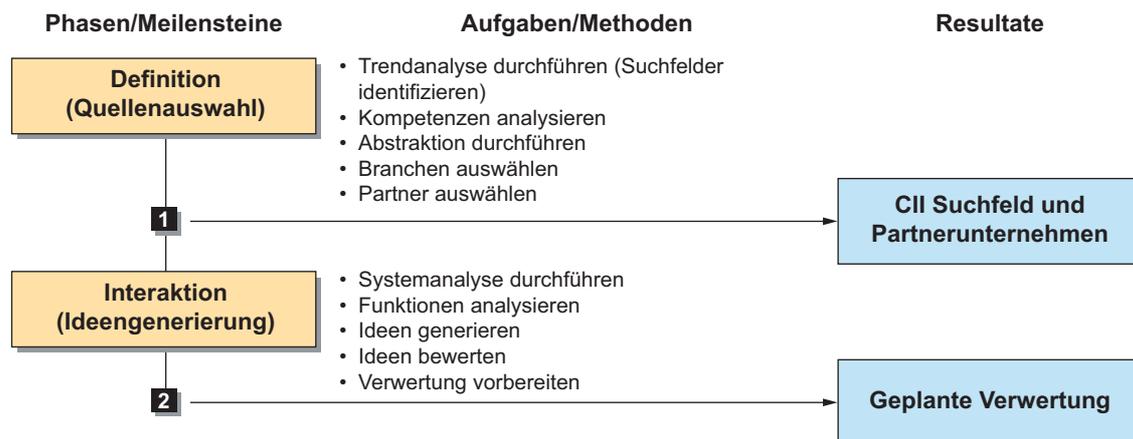


Bild 3-6: *Zweistufiger Cross-Industry-Innovationen Suchprozess nach BRUNSWICKER, WARSCHAT und HUTSCHEK [BH10, S. 693ff.], [BH14-ol, S. 6f.], [BWH10, S. 740f.]*

Definition: In der ersten Phase werden Suchfelder und Partnerunternehmen festgelegt. Analog zum Framework werden die Suchfelder mithilfe einer Trendanalyse identifiziert und mittels einer Kompetenzanalyse ausgewählt. Die nachfolgende Abstraktion zielt auf eine branchenunabhängige Beschreibung des Suchfelds auf Basis von sog. Suchfeldanforderungen. Anhand der optimalen kognitiven Distanz werden nachfolgend geeignete Branchen ausgewählt. Technologische, kulturelle und geschäftsorientierte Kriterien erlauben die Auswahl eines geeigneten Zielunternehmens [BH10, S. 693ff.], [BH14-ol, S. 7], [BWH10, S. 740f.].

Interaktion: Gegenstand der zweiten Phase ist die systematische Zusammenarbeit mit dem gewählten Zielunternehmen zur Ideengenerierung. Eingangs werden die Produkte des Unternehmens in Form einer Systemanalyse untersucht. Dabei werden mittels Leitfragen Zusammenhänge zwischen Technologien, Funktionalitäten und Kundennutzen identifiziert. In der folgenden Funktionsanalyse werden relevante Technologien auf ihre Funktionen reduziert und dadurch abstrahiert. Die abstrakten Funktionen dienen als Eingangsgröße für die gemeinsame Ideengenerierung. Eine Bewertung der generierten Ideen anhand von Kriterien aus Technologie-, Finanz- und Marktsicht ermöglicht die Ableitung von Umsetzungsempfehlungen. Den Abschluss bildet die Planung der nächsten Schritte, wie z.B. Technologielizenzierungen [BH10, S. 695f.], [BH14-ol, S. 7].

Bewertung:

BRUNSWICKER, WARSCHAT und HUTSCHEK liefern ein Framework und einen darauf aufbauenden Prozess zur Festlegung einer Suchstrategie und zur Durchführung einer Suche. Die Bewertung erfolgt daher integrativ. Das Framework und der Prozess sind logisch aufgebaut und gegliedert. Positiv hervorzuheben sind die frühzeitige systematische Auswahl von Suchfeldern und Suchbranchen sowie die Dimensionen zur Ideenbewertung. Die Bewertungskriterien befinden sich indes auf einem generischen Niveau. Eine Planung des weiteren Vorgehens wird angesprochen – inwieweit Herausforderungen zur Minimierung des Adaptionrisikos antizipiert werden, kann nicht bewertet werden. Die Auswahl von geeigneten Suchfeldern erfolgt u.a. anhand fehlender Kompetenzen des eigenen Unternehmens. Diese werden jedoch in Relation zu anderen Branchen gesetzt – ein Vergleich auf Unternehmensebene bleibt zu diesem Zeitpunkt aus. Ferner ist es fraglich, warum das Suchobjekt zu einem so frühen Zeitpunkt in der Methode festgelegt wird. Dies schränkt den Suchraum ein und schließt potentiell gute Lösungen frühzeitig aus. Die Auswahl von Suchbranchen auf Basis struktureller Ähnlichkeiten wird lediglich angesprochen, aber nicht detailliert erläutert; der thematisierte Rückgriff auf die Branchendistanz erscheint sinnvoll. Weder das Framework noch der dargestellte Suchprozess greifen auf eine medienbasierte Suche zurück.

3.1.6 Systematische Anwendung innovativer Analogien in der Produktentwicklung nach KALOGERAKIS

Gegenstand des Vorgehens nach KALOGERAKIS ist die systematische Identifikation von Analogien und deren Transfer auf eigene Probleme [Kal10, S. 33ff.]. Bild 3-7 zeigt das vierstufige Vorgehen; die einzelnen Phasen werden nachfolgend erläutert.

Definition des Problems: Auf Basis gegebener Kundenbedürfnisse und vorläufiger Ziele werden Anforderungen an das zu lösende Problem definiert. Im Anschluss wird das Problem in Teilprobleme zergliedert. Hierfür empfiehlt KALOGERAKIS ein Funktionsdiagramm oder eine Unterteilung nach Aktivitäten oder Bedürfnissen des Anwenders [Kal10, S. 34]. Anschließend erfolgt eine Abstraktion. Hierzu wird die progressive Abstraktion³¹ empfohlen – also die mehrfache Beantwortung der Frage: *Worauf kommt es bei der gesuchten Lösung eigentlich an?* Als weiteres Hilfsmittel zur Abstraktion wird die Methode TRIZ (vgl. Abschnitt 3.2.3) genannt [Kal10, S. 35ff.], [SHL04, S. 6f.].

Suche nach Analogien: KALOGERAKIS unterscheidet bei der Analogiesuche zwei Herangehensweisen: personengebundene und medienbasierte Suchstrategien. Bei personengebundenen Suchstrategie wird eingangs eine interne Suche nach Analogien angestrebt; hier werden mit heterogenen Teams Kreativitätstechniken wie das Brainstorming einge-

³¹ Die progressive Abstraktion geht auf GESCHKA zurück [GR83, S. 68ff.] zitiert nach [Kal10, S. 35]. Weitere Informationen liefert [Sch04, S. 64].

setzt [Kal10, S. 37ff.]. Sind zu diesem Zeitpunkt keine geeigneten Analogien gefunden worden, können externe Personen in den Suchprozess eingebunden werden. KALOGERAKIS empfiehlt hierzu auf eigene Netzwerke, Knowledge Broker³² oder das Broadcasting (vgl. Abschnitt 3.1.10) zurückzugreifen. [Kal10, S. 46ff.]. Für eine medienbasierte Suchstrategie bietet KALOGERAKIS drei Alternativen: manuelle Recherche im Internet, TRIZ-basierte Software oder bionische Kataloge [Kal10, S. 56ff.]. Die Auswahl der geeigneten Vorgehensweise erfolgt anhand des angestrebten Innovationsgrads und den verfügbaren Projektressourcen.

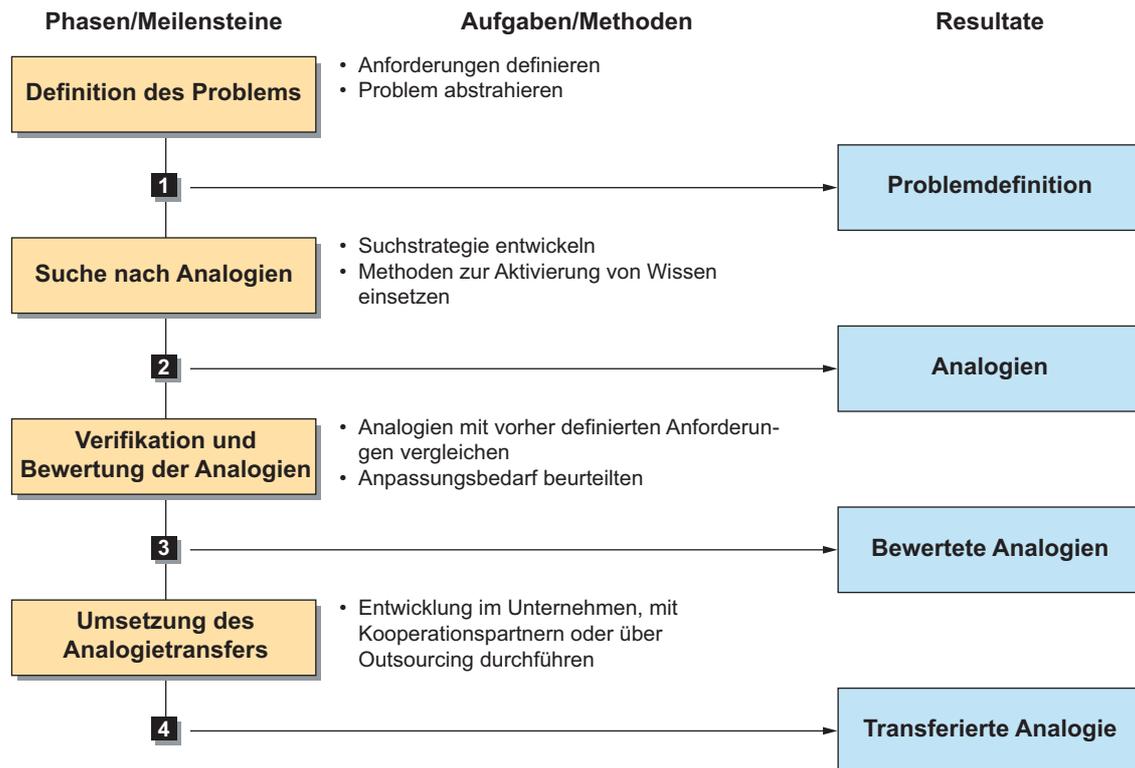


Bild 3-7: Systematische Anwendung innovativer Analogien in der Produktentwicklung nach KALOGERAKIS [Kal10, S. 33]

Verifikation und Bewertung der Analogien: Die Bewertung gefundener Analogien erfolgt zweistufig in Anlehnung an das Vorgehen von MAJCHRZAK ET AL. (vgl. Abschnitt 3.1.8). Für eine Grobbewertung werden *Glaubwürdigkeit* sowie *Relevanz* bewertet und die *Anpassungsfähigkeit* anhand der definierten Anforderungen aus Phase eins beurteilt. Anschließend erlaubt eine Detailbewertung mittels der Kriterien *Erfüllung der Projektziele*, *Attraktivität für den Markt* und *Kosten der Umsetzung* die finale Auswahl [Kal10, S. 64ff.].

³² Ein Knowledge Broker ist eine Person, die bei der Suche nach Wissen oder Experten unterstützt [Mai07, S. 166].

Umsetzung des Analogietransfers: Bei der Umsetzung werden drei Varianten unterschieden. In Abhängigkeit von der vorhandenen Kompetenz kann die Entwicklung im Unternehmen, mit Kooperationspartnern oder über Outsourcing erfolgen [Kal10, S. 33].

Bewertung:

KALOGERAKIS liefert ein wohlstrukturiertes und nachvollziehbares Vorgehen. Positiv hervorzuheben ist die Phase der Problemdefinition, insbesondere der Grundgedanke zur Strukturierung von Problemen. Ferner werden Hinweise für Abstraktionstechniken (z.B. TRIZ) genannt. Eine zunächst interne und anschließend externe Suche erscheint auf den ersten Blick sinnvoll; eine Entscheidungsgrundlage für die Zusammensetzung der Suchstrategie und eine systematische Auswahl von Suchbranchen erfolgt jedoch nicht. Das Thema medienbasierte Suche wird zwar angesprochen, aber nur bedingt mit der Abstraktion verknüpft: Es werden lediglich eine manuelle Suche im Internet und eine Suche in bestehenden Datenbanken empfohlen. Ersteres ist mit erheblichem Aufwand verbunden. Die Chance geeignete Lösungen zu übersehen ist hoch. Die Suche in Datenbanken vernachlässigt das gesamte Spektrum potentiell denkbarer und bereits entwickelter Lösungen. Die Bewertung von Lösungsideen erfolgt systematisch. Eine Planung des Lösungstransfers wird thematisiert. Inwieweit detaillierte Herausforderungen herausgearbeitet werden, kann nicht beantwortet werden.

3.1.7 Five CrossUp-Methode nach STEINLE, MIJNALS und MUCKENSCHNABL

Bild 3-8 zeigt die Five CrossUp-Methode nach STEINLE, MIJNALS und MUCKENSCHNABL. Den Autoren folgend ist das fünfstufige Vorgehen in die unternehmerische Ideenentwicklung zu integrieren – es ersetzt keinen konventionellen Innovationsprozess. Ferner lässt es sich für beliebige Unternehmensgrößen individualisieren. Die Phasen werden nachfolgend erläutert [SMM09, S. 46ff.].

Bedarfsklärung: Gegenstand der ersten Phase ist die Entwicklung der Innovationsstrategie. Hier wird zunächst auf Basis einer Checkliste ermittelt, ob eine inkrementale oder radikale Innovationsstrategie verfolgt wird. Darüber hinaus erlaubt der Schnelltest eine Bewertung der Art der Innovationskultur: Offen oder geschlossen. Durch Aufspannen der Dimensionen resultiert ein Portfolio. Auf Basis der Einordnung des eigenen Unternehmens kann entschieden werden, ob nach Analogien gesucht (*Cross-Analogie*) oder Kooperationen (*Cross-Kooperation*) angestrebt werden sollten. Kooperationen eignen sich eher für radikale Innovationen; Analogien führen den Autoren folgend eher zu inkrementalen Innovationen [SMM09, S. 47ff.].

Suchfeldbestimmung: Den Autoren folgend existieren zwei Wege zur Identifikation von Suchfeldern. Auf der einen Seite kann eine Analyse des Kundenverhaltens durch z.B. Beobachtungen oder Benutzer-Tagebücher potentielle Probleme und somit Potentiale liefern (*Pull-InNovations*). Auf der anderen Seite empfehlen STEINLE ET AL. durch Beobachtungen der gesellschaftlichen Veränderungen zukünftige Bedürfnisse zu identifizieren. Hierbei sind Methoden wie Trendanalysen einzusetzen (*Push-InNovations*).

Auf Basis der Suchfelder werden abschließend Inputbranchen identifiziert, die vor ähnlichen Herausforderungen stehen oder ähnliche Kundenbedürfnisse befriedigen wie das eigene Unternehmen [SMM09, S. 50ff.].

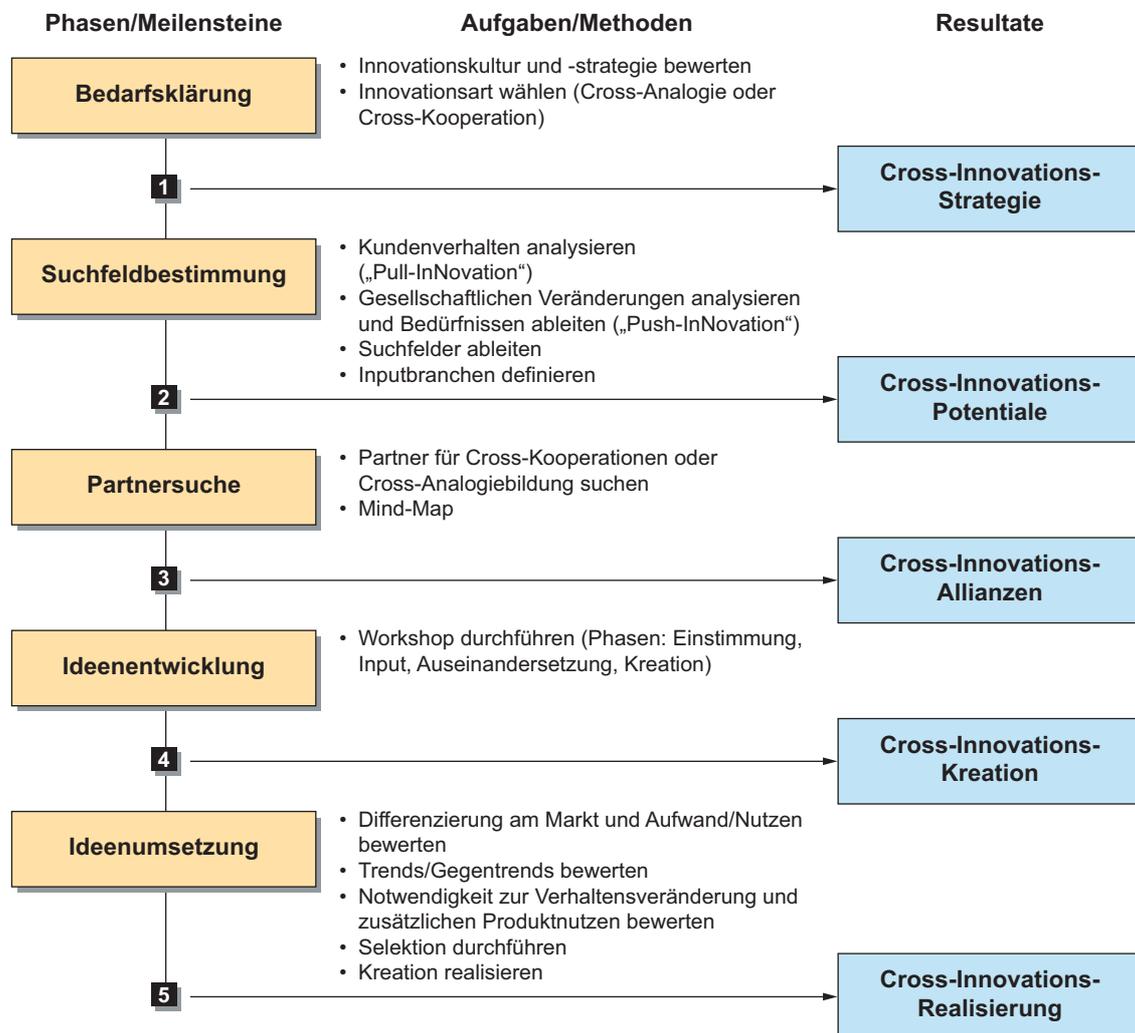


Bild 3-8: *Five CrossUp-Methode nach STEINLE, MIJNALS und MUCKENSCHNABL in Anlehnung an [SMM09, S. 46ff.]*

Partnersuche: Unter Verwendung einer Mind-Map sollen in dieser Phase geeignete Partnerunternehmen gefunden werden. Dies können inhaltliche Kooperationspartner (*Cross-Kooperation*) oder auch fremde Unternehmen sein, in deren Denkweise sich hineinversetzt werden soll (*Cross-Analogie*) [SMM09, S. 56f.].

Ideenentwicklung: Die Autoren empfehlen eine Ideenentwicklung in Form eines Workshops – unabhängig, ob Analogien gesucht werden oder eine Kooperation angestrebt wird. Die Workshops gliedern sich dabei in die Phasen Einstimmung, Input, Auseinandersetzung und Kreation. Bei der Einstimmung werden die Teilnehmer auf einen gedanklichen Wechsel vorbereitet. Anschließend wird mittels Impulspräsentationen erster Input über ein beliebiges Unternehmen bzw. von den Partnerunternehmen geliefert. Im Rahmen der Auseinandersetzung werden freie Assoziationen zwischen den

Branchen geschaffen bzw. ein Perspektivenwechsel der Partner durchgeführt. In der Kreation werden anhand abstrahierter Probleme der Suchfelder auf verschiedenen *Ebenen* (z.B. Lösungskonzepte oder Geschäftsmodelle) Analogien gebildet [SMM09, S. 58ff.].

Ideenumsetzung: Hier werden anhand eines dreistufigen Bewertungsprozesses die erfolgsversprechendsten Ideen ausgewählt. Dafür werden die besten zehn Ideen hinsichtlich ihrer Differenzierung am Markt und ihres Aufwand/Nutzen-Verhältnisses bewertet. Es folgt eine Bewertung der verbleibenden Ideen hinsichtlich Trends und Gegentrends. In letzter Instanz werden die Notwendigkeit zur Verhaltensveränderung und der dazugewonnene Produktnutzen bewertet. Bei einer starken Unterstützung durch Trends, einer geringen erforderlichen Veränderung des Verhaltens und einer signifikanten Steigerung des Produktnutzens wird eine Idee selektiert und realisiert [SMM09, S. 73ff.].

Bewertung:

STEINLE, MIJNALS und MUCKENSCHNABL zeigen ein detailliert ausgearbeitetes Vorgehen zur workshopbasierten Identifikation von Cross-Industry-Innovationen. Der Fokus liegt jedoch nicht auf der konkreten Problemlösung, sondern auf der Entwicklung von neuen Geschäftsideen. Positiv hervorzuheben ist die initiale Bedarfsklärung sowie die systematische Identifikation von Suchfeldern und die darauf aufbauende Auswahl von Partnern. Fragwürdig erscheint die frühzeitige Festlegung, ob eine radikale oder eine inkrementale Innovation geplant ist. Hierdurch werden potentiell gute Ideen ausgeschlossen, bevor die Suchergebnisse vorliegen. Darüber hinaus fehlt eine konkrete Abstraktionstechnik. Eine medienbasierte Suche wird nicht explizit unterstützt. Die Bewertung der Suchergebnisse erfolgt aus Markt- und Technologiesicht. Insbesondere die Auswahl vor dem Hintergrund der notwendigen Verhaltensänderungen wie auch dem zusätzlichen Produktnutzens erscheint sinnvoll. Eine konkrete Adaptionsplanung ist nicht Gegenstand des Vorgehens.

3.1.8 Knowledge Reuse for Innovation-Modell nach MAJCHRZAK, COOPER und NEECE

Das Knowledge Reuse for Innovation-Modell nach MAJCHRZAK ET AL. ist das Ergebnis einer empirischen Analyse von sechs CII-Projekten des JET PROPULSION LABRATORY für die NASA [MCN04, S. 176]. Das Modell gliedert sich in sechs Phasen (vgl. Bild 3-9), die nachfolgend vorgestellt werden.

Rekonzeptualisierung: In der ersten Phase gilt es, das Problem im Detail zu beschreiben und ein vertieftes Verständnis zu erlangen. Eine Öffnung des Lösungsraums wird durch eine Neuformulierung des Problems (Rekonzeptualisierung) realisiert. Hierbei muss die eigene Sprache bewusst verlassen und eine lösungsneutrale Problembeschreibung erarbeitet werden [MCN04, S. 178ff.].

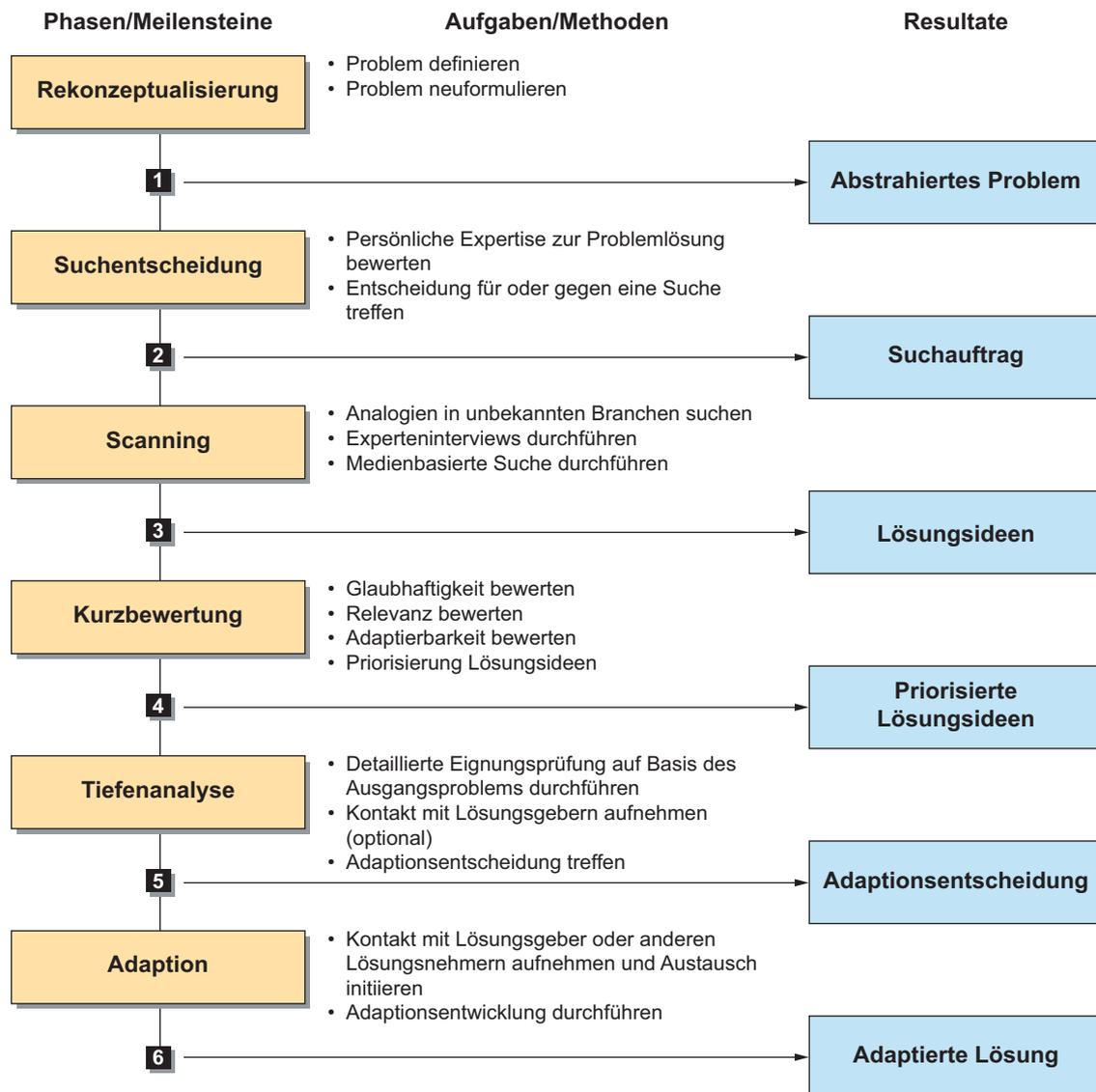


Bild 3-9: *Knowledge Reuse for Innovation-Modell nach MAJCHRZAK, COOPER und NEECE in Anlehnung an [MCN04, S. 178ff.]*

Suchentscheidung: In dieser Phase wird entschieden, ob eine eigene Lösung entwickelt oder nach fremdem Wissen gesucht werden soll. Hierzu muss der Anwender seine eigene Expertise in dem Themenfeld bewerten. Ist der Anwender nicht in der Lage das Problem zu lösen bzw. Zeit- oder Kostenziele zu erreichen, empfehlen die Autoren eine externe Suche [MCN04, S. 182].

Scanning: In dieser Phase wird die eigentliche Suche durchgeführt. Hierzu wird sowohl auf Experteninterviews als auch auf medienbasierte Suchen zurückgegriffen. Ziel sind mögliche Analogien (Lösungsideen) in fremden Branchen. Die Autoren empfehlen insbesondere in *nontraditional areas* zu suchen [MCN04, S. 182].

Kurzbewertung: An dieser Stelle wird entschieden, welche gefundenen Analogien priorisiert und welche verworfen werden. Die Autoren liefern eine Entscheidungsunter-

stützung mittels drei Kriterien: Glaubhaftigkeit (*credibility*), Relevanz (*relevance*) und Adaptierbarkeit (*adaptability*). Glaubhaftigkeit bezeichnet in diesem Kontext die Beantwortung der Frage, inwieweit die gefundene Idee valide und reproduzierbar ist. Bei der Relevanzbewertung wird geklärt, ob die grundsätzlichen Anforderungen des Ausgangsproblems erfüllt werden. Die Adaptierbarkeit bewertet, ob eine Anpassung der Idee auf die eigene Problemstellung in den gegebenen Zeit- und Kostenzielen realisierbar ist. Sind alle Kriterien erfüllt, wird eine Lösungsidee weiterverfolgt [MCN04, S. 182f.].

Tiefenanalyse: In dieser Phase wird eine detaillierte Eignungsprüfung jeder priorisierten Idee auf Basis des Ausgangsproblems durchgeführt. Hierzu kann eine Kontaktaufnahme zum Lösungsgeber hilfreich sein – sie ist jedoch nicht zwangsläufig erforderlich. Zum Abschluss der Tiefenanalyse kann eine Aussage getroffen werden, ob und wenn ja, welche Lösungsidee adaptiert werden soll [MCN04, S. 183].

Adaption: Im Rahmen der Adaption wird die selektierte Lösungsidee auf das eigene Problem angepasst. Hierzu empfehlen die Autoren Kontakt zum Lösungsgeber oder Unternehmen bzw. Personen aufzunehmen, die die Lösung für ihren Anwendungsfall bereits adaptiert haben. Durch einen intensiven Austausch kann die erforderliche Anpassungsentwicklung durchgeführt werden [MCN04, S. 183f.].

Bewertung:

MAJCHRZAK ET AL. liefern ein strukturiertes Vorgehen auf empirischer Grundlage. Positiv hervorzuheben ist der Grundgedanke, eine Umformulierung des Problems zur Abstraktion vorzunehmen, die Berücksichtigung einer medienbasierten Suche und die genannten Bewertungskriterien – insbesondere die frühzeitige Prüfung der Adaptierbarkeit. Die Bewertungskriterien erlauben eine Bewertung aus Markt- und Technologiesicht. Das Modell ist jedoch auf einem generischen Niveau beschrieben. Eine detaillierte Beschreibung der Abstraktion und der medienbasierten Suche bleiben die Autoren schuldig. Vor diesem Hintergrund kann die branchenübergreifende Anwendbarkeit der beiden Methodenschritte nicht vollständig bewertet werden.

3.1.9 Multi Cross Industry Innovationen nach KAHN und MÖHRLE

KAHN und MÖHRLE liefern ein Vorgehensmodell für Multi Cross Industry Innovationen. Im Gegensatz zu klassischen CII-Methoden wird bei dem vorliegenden Ansatz eine Kooperation von mindestens drei Unternehmen angestrebt. Die Autoren unterscheiden hierbei zwei Fälle: Beim ersten (klassischen) Fall definiert ein Unternehmen ein Problem, greift auf Lösungskomponenten mehrerer anderer Unternehmen zurück und kombiniert diese mit eigenen Komponenten zu einer Systemarchitektur. Bei der zweiten Variante wird die Fragestellung bereits von mehreren Unternehmen gemeinsam definiert [KM12, S. 45ff.]. Beide Varianten werden durch das in Bild 3-10 dargestellte Phasenmodell abgebildet. Die Phasen werden nachfolgend kurz vorgestellt.

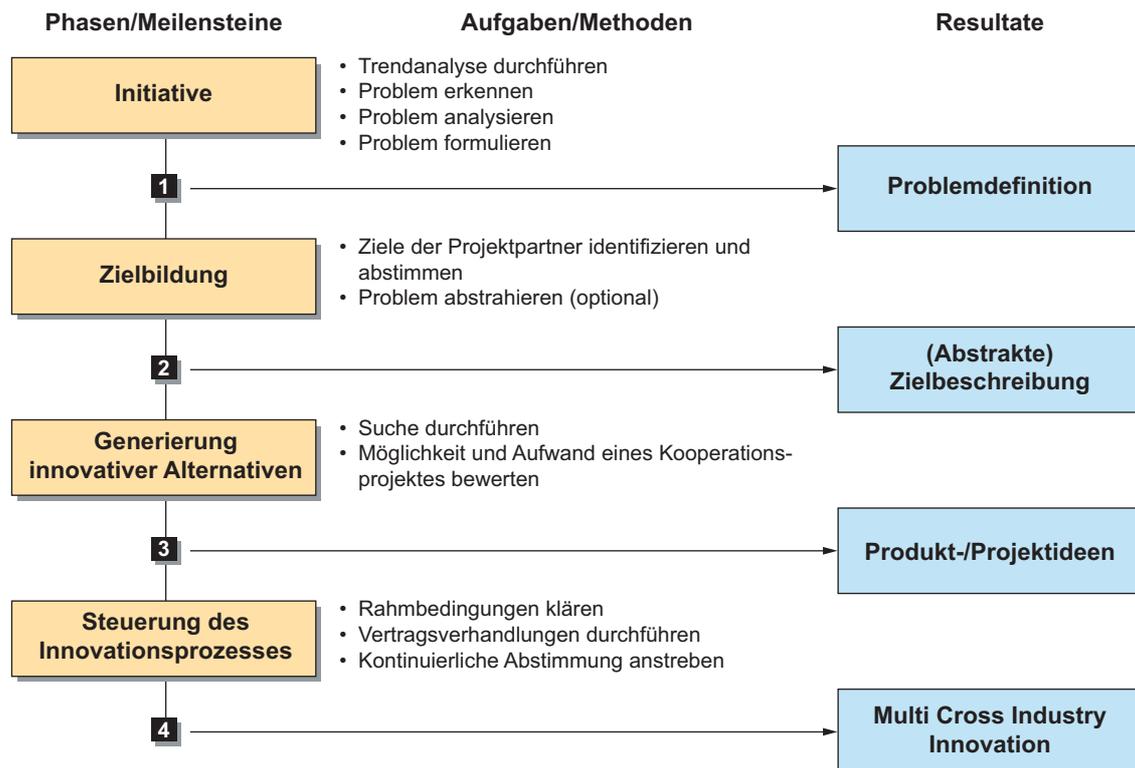


Bild 3-10: Multi Cross Industry Innovationen nach KHAN und MÖHRLE in Anlehnung an [KM12, S. 52ff.]

Initiative: Auf Basis von Trendanalysen werden potentielle Veränderungen und resultierende Probleme abgeleitet. Die Autoren grenzen hierbei den Bereich der Trendanalyse bewusst nicht auf die eigene Branche ein. Der Problemerkennntnis folgen eine Analyse und eine ausführliche Problemformulierung. Anschließend wird geprüft, inwieweit die Beschaffung von branchenfremdem Wissen bei der Problemlösung unterstützen könnte und wie sich eine effiziente Durchführung gestalten würde [KM12, S. 52f.].

Zielbildung: Gegenstand der zweiten Phase ist die Abstimmung der Ziele der einzelnen Projektpartner. Potentielle Zielkonflikte werden identifiziert und frühzeitig gelöst. In Abhängigkeit vom Ausgangsproblem kann eine ergebnisorientierte Abstraktion durchgeführt werden [KM12, S. 53].

Generierung innovativer Alternativen: Auf Basis der Problemdefinition und der Ziele wird ein Suchfeld eingrenzt, in dem die Mitarbeiter unterschiedlicher Unternehmen versuchen, gemeinsam Lösungen zu finden. Da diese Suche erhebliches Konfliktpotential birgt, empfehlen die Autoren die Verwendung geeigneter Methoden. Gefundene Alternativen werden anschließend bzgl. Möglichkeit und Aufwand eines potentiellen Kooperationsprojektes bewertet [KM12, S. 53f.].

Steuerung des Innovationsprozesses: In der fünften Phase geht es um die Planung des weiteren Vorgehens. Hierzu müssen zunächst Rahmenbedingungen geklärt und Ver-

tragsverhandlungen durchgeführt werden. Hierbei ist ein professionelles Projektmanagement von erheblicher Bedeutung [KM12, S. 54].

Bewertung:

KAHN und MÖHRLE zeigen einen nachvollziehbaren Ansatz zur Erarbeitung von Multi Cross Industry Innovationen. Positiv hervorzuheben ist die Ableitung von Problemen auf Basis von Zukunftsbetrachtungen in Phase eins, die Möglichkeit zur Abstraktion in Phase zwei sowie der Grundgedanke, den Innovationsprozess frühzeitig zu planen. Schwächen offenbart das Vorgehen bei seinem Detaillierungsgrad: Es wird keine konkrete Abstraktionstechnik genannt; auch eine Methodenempfehlung für die Durchführung der Suche bleiben die Autoren schuldig. Die Bewertungsdimensionen wie auch eine Adaptionplanung werden kurz thematisiert, jedoch nicht im Detail vorgestellt.

3.1.10 Broadcast Search nach LAKHANI

Broadcast Search³³ folgt dem Grundgedanken von Open Innovation. Der von LAKHANI geprägte Begriff beschreibt die Ausschreibung von technischen Problemen für eine breite Öffentlichkeit (Entwickler, Universitäten etc.). In diesem Zusammenhang fungieren Internetportale wie beispielsweise INNOCENTIVE.COM als eine Art Knowledge Broker [LJL+07, S. 28]. Das Vorgehen ähnelt einem Ideenwettbewerb. Der wesentliche Unterschied liegt in dem konkreten Problemlösungsgedanken [PWA12, S. 185], [DP10, S. 95]. Das Vorgehen wird LAKHANI folgend am konkreten Beispiel von INNOCENTIVE.COM vorgestellt. Die einzelnen Phasen werden nachfolgend dargestellt (vgl. Bild 3-11).

Definition: In der ersten Phase geht es um die Transformierung des Problems, sodass es von Personen außerhalb des eigenen Unternehmens verstanden werden kann. Die erforderliche Neubeschreibung kann in Abstimmung mit den Portalbetreibern erfolgen – häufig verfügen selbige über erhebliche Erfahrung bei der Erstellung allgemeinverständlicher Problembeschreibungen [LJL+07, S. 28].

Rahmenbedingungen definieren: Diese Phase kann als Vorbereitungsphase verstanden werden. Das lösungssuchende Unternehmen definiert zunächst eine zeitliche Frist, bis wann Einsendungen akzeptiert werden. Anschließend werden eine monetäre Entlohnung für die beste Lösungsidee des Problems festgelegt und Verträge vorbereitet, die den Transfer der Eigentumsrechte gegen Zahlung der Belohnung vorsehen [LJL+07, S. 28].

Broadcasting: Der Prozess der Veröffentlichung und der Einsendung von Lösungsideen erfolgt anonym über das Portal. Jedem Interessierten wird eine anonymisierte Kurzbeschreibung des Problems angezeigt. Bei Interesse kann die Person dem vom Un-

³³ In der Literatur wird Broadcast Search dem Themenfeld Open Innovation sowie dem *Crowdsourcing* zugeordnet [CI13, S. 167].

ternehmen definierten Vertrag zustimmen und eine Langbeschreibung des Problems einsehen. Eigene Lösungsideen können anschließend über den Knowledge Broker eingesendet werden [LJL+07, S. 28].

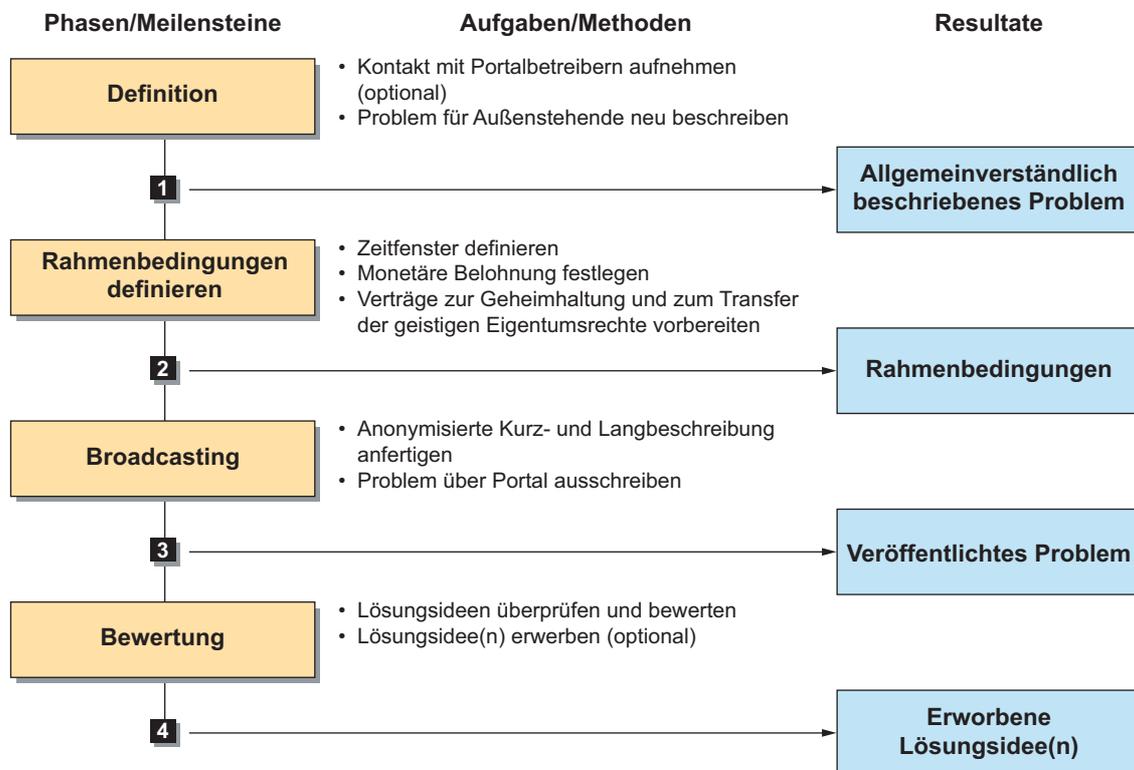


Bild 3-11: Broadcast Search nach LAKHANI in Anlehnung an [JL10, S. 1016ff.], [LJL+07, S. 28]

Bewertung: In der letzten Phase überprüft das Unternehmen die Lösungsideen und kann nachfolgend entscheiden, ob es keine, eine oder mehrere Ideen gegen Auszahlung der Entlohnung erwerben möchte [LJL+07, S. 28].

Bewertung:

Der Broadcast Search-Ansatz ermöglicht die Nutzung der kollektiven Intelligenz von weltweit verteilten Entwicklern. Empirische Untersuchungen zeigen: Das Suchprinzip ermöglicht eine kostengünstige Problemlösung [PS14-ol]. Positiv hervorzuheben ist der Grundgedanke der Neuformulierung des Problems – dieser Schritt kann als eine Form der Abstraktion bezeichnet werden. Ferner ähnelt das Vorgehen dem angestrebten Grundgedanken der medienbasierten Suche, da auf verteiltes Wissen zurückgegriffen wird. Der bewusste Rückgriff auf bereits existierende Lösungen erfolgt jedoch nicht. Eine systematische Adaption der gefundenen Lösungsideen ist nicht Teil des Vorgehens. Nachteilig ist darüber hinaus der erhebliche Zeitbedarf des Prozesses: In einer Studie von PILLER und SCHERB dauerten die untersuchten Projekte im Durchschnitt 160 Tage [PS14-ol].

3.2 Methoden und Hilfsmittel für die Abstraktion

Für eine erfolgreiche Suche in anderen Branchen bedarf es einer Abstraktion (vgl. Abschnitt 2.4.1). Wesentliche Anforderungen liegen in der Unterstützung des Anwenders bei der Abstraktion von technischen Problemen sowie die Überführung der abstrakten Lösung in eine Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche unter Berücksichtigung des gewünschten Zielzustands des Problems (vgl. Abschnitt 2.6.2). Ferner muss eine branchenübergreifende Anwendbarkeit sichergestellt sein.

Im Rahmen der Ingenieurwissenschaften hat sich die Modellierung auf Basis von Funktionen etabliert [PBF+07, S. 44f.]. Funktionen werden daher in Abschnitt 3.2.1 thematisiert. Einen weiteren Ansatzpunkt bilden Kreativitätstechniken, die eine Abstraktion beinhalten. Im folgenden Abschnitt werden daher Kreativitätstechniken vorgestellt, die einen Beitrag zur Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen leisten können. Gegenstand von Abschnitt 3.2.2 ist die Synektik, im anschließenden Abschnitt 3.2.3 wird die Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ) vorgestellt; Thema von Abschnitt 3.2.4 ist das laterale Denken nach DE BONO.

3.2.1 Funktionen

Funktionen beschreiben den *gewollten Zusammenhang zwischen Eingang und Ausgang eines Systems mit dem Ziel, eine Aufgabe zu erfüllen* [PBF+07, S. 44]. Sie dienen der Abstraktion zur Vergrößerung des Lösungsraums und der Modellierung komplexer Systeme auf abstraktem Niveau [Ehr07, S. 392]. Bei der Konzipierung wird auf Basis der Anforderungsliste eine Gesamtfunktion des Produkts abgeleitet. Diese Gesamtfunktion wird nachfolgend in Teilfunktionen zergliedert [PBF+07, S. 44]. Teilfunktionen können in Form einer Liste, durch eine Funktionshierarchie (Funktionsbaum) oder über eine vernetzte Funktionsstruktur dargestellt werden [EM13, S. 417].

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist insbesondere die Funktionshierarchie von Bedeutung. Hier wird in hierarchischer Form die Gesamtfunktion in Teilfunktionen zergliedert und die Teilfunktionen nachfolgend wiederum in Teilfunktionen niedriger Ebenen unterteilt – das Vorgehen wird auch als funktionale Dekomposition bezeichnet [GEK01, S. 307f.]. Der Untergliederung wird gefolgt, bis für jede Teilfunktion ein Element zur Lösung gefunden werden kann [GBD+12, S. 95]. Bild 3-12 zeigt eine beispielhafte funktionale Dekomposition.

Bewertung:

Funktionen dienen der abstrakten Beschreibung von zu erfüllenden Aufgaben. Eine erfüllte Funktion kann somit eine Form der Beschreibung des Zielzustands eines Problems im Sinne der vorliegenden Arbeit darstellen. Eine ausschließliche Konzentration auf Funktionen birgt jedoch eine wesentliche Herausforderung: Auch wenn (beinahe) jedes Produkt durch Funktionen modelliert werden *könnte*, handelt es sich bei der Modellierung mittels Funktionen um eine Sprache des Maschinenbaus und verwandter

Branchen. Es ist gut vorstellbar, dass bei der Beschreibung einer Lösung in einer Branche *nicht* auf diese Sprache zurückgegriffen wird (vgl. Abschnitt 2.4.1). Hierdurch kann die Identifikation von Lösungsideen limitiert werden. Unterstützt wird die Hypothese durch das Problem der *funktionalen Fixierung* (vgl. Abschnitt 2.4.1). Ihr zufolge sind Menschen häufig nicht in der Lage, einen Gegenstand losgelöst von seiner ursprünglichen Funktion einzusetzen. Hat eine Lösung daher zuvor eine andere Funktion erfüllt, könnte sie bei einer Suche übersehen werden. Funktionen können somit einen Beitrag zur Abstraktion und Beschreibung des Zielzustands eines Problems leisten, ihre alleinige Verwendung grenzt den Lösungsraum jedoch ein. Vor diesem Hintergrund bedarf es daher einer Abstraktionstechnik, die über eine reine Modellierung von Funktionen hinausgeht.

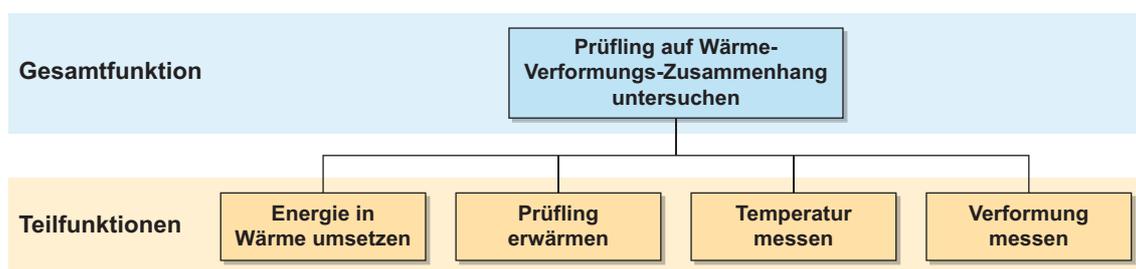


Bild 3-12: Funktionale Dekomposition: Beispiel für die Unterteilung einer Funktion in Teilfunktionen nach [GEK01, S. 308]

3.2.2 Synektik nach GORDON

Die Kreativitätstechnik Synektik ermöglicht die analogiebasierte Identifikation von Lösungsansätzen auf Basis von problemfremden Objekten und Prozessen. Die Methode geht auf GORDON zurück [Gor61].

Das Vorgehen folgt zwei grundlegenden Prinzipien: 1) *making the strange familiar* und 2) *making the familiar strange* [Gor61, S. 33f.]. GORDON folgend wird dazu erst das Unbekannte detailliert analysiert; der Anwender macht sich mit dem Problem vertraut. Im Anschluss wird das Vertraute wieder bewusst verfremdet [Gor61, S. 33f.]. Die Kreativitätstechnik folgt dabei den vier Phasen: Vorbereitung, Verfremdung (Inkubation), Transfer (Illumination) und Beurteilung (Verifikation) (vgl. Bild 3-13) [TK12, S. 272ff.], [Sch04, S. 130]. Die Phasen werden nachfolgend erläutert.

Vorbereitung: In der ersten Phase soll sich der Anwender mit dem Problem auseinandersetzen – hierdurch wird dem ersten Prinzip gefolgt. Dazu ist das Problem zunächst zu definieren und vom Anwender im Detail zu verstehen. Anschließend sollen spontane Lösungen formuliert werden. Durch dieses Vorgehen werden etwaige Missverständnisse aufgedeckt und ein einheitliches Verständnis geschaffen [TK12, S. 273].

Verfremdung: Gegenstand der zweiten Phase ist die bewusste Entfernung vom ursprünglichen Problem. Dem zweiten Prinzip folgend, sollen alle üblichen Betrachtungsweisen und Assoziationen ausgeschaltet werden. Dafür werden sequentiell vier

Analogiestufen³⁴ durchlaufen: Zunächst werden direkte Analogien für das Ausgangsproblem geschaffen, beispielsweise zur Natur (erste Stufe). Für die beste direkte Analogie wird eine persönliche Analogie gebildet. Der Anwender muss sich mit der gewählten Analogie identifizieren und seine Gefühle äußern (zweite Stufe). In der dritten Analogiestufe wird für die beste persönliche Analogie eine symbolische Analogie gebildet. Hierdurch werden persönliche Analogien mit Objekten in Bezug gebracht und die emotionale Beschreibung konkretisiert. In der vierten und letzten Stufe werden auf Basis der besten symbolischen Analogie direkte Analogien zur Technik gebildet³⁵ [Gor61, S. 36ff.], [Sch04, S. 131]. Diese Analogien können somit als stärkste Verfremdung des Ausgangsproblems verstanden werden. Die beste Analogie wird als Lösung ausgewählt [TK12, S. 273ff.].

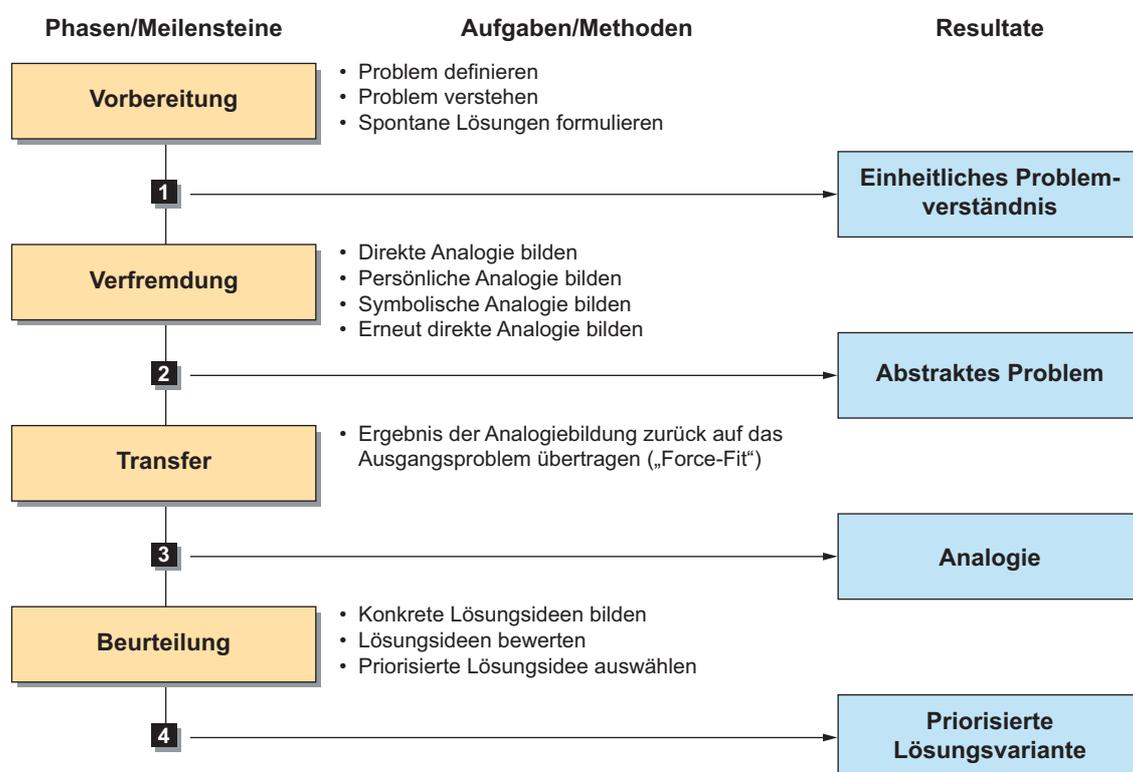


Bild 3-13: Vorgehen bei der Synektik in Anlehnung an [Gor61, S. 36ff.], [TK12, S. 272ff.], [Sch04, S. 130ff.]

Transfer: In der Transferphase werden Merkmale der gewählten direkten Analogie auf das Ausgangsproblem übertragen. Hierdurch werden Lösungsideen abgeleitet. Dieses Vorgehen wird als *Force-Fit* bezeichnet [TK12, S. 275].

³⁴ GORDON bezeichnet die Stufen als *operational mechanisms* [Gor61, S. 36].

³⁵ GORDON verwendet in der vierten Stufe eine *Fantasy Analogy* [Gor61, S. 36]. In moderner, anwendungsnaher Literatur wird in dieser Phase eine direkte Analogie empfohlen – dieser Auffassung wird in der vorliegenden Arbeit gefolgt [GS13, S. 266f.], [Nöl10, S. 77], [VB13, S. 285].

Beurteilung: Die Lösungsideen werden anschließend konkretisiert und priorisiert. Die beste Lösungsvariante wird ausgewählt [TK12, S. 275], [Sch04, S. 131].

Bewertung:

Synektik ist eine etablierte Kreativitätstechnik. Das Vorgehen unterstützt den Anwender bei der Identifikation von radikalen Ideen. Durch die sequentielle Analogiebildung wird eine Form der Abstraktion durchgeführt: Das Problem wird auf seine wesentlichen Merkmale reduziert und lösungsneutral dargestellt [Sch04, S. 134]. Durch die mehrfache Analogiebildung wird das divergente Denken unterstützt. Die Auseinandersetzung mit dem Problem sowie das Übertragen der Analogie auf die eigene Lösung kann dem konvergenten Denken zugeordnet werden. Die Kreativitätstechnik nutzt sowohl intuitive als auch diskursive Elemente – beide jedoch nur in beschränktem Ausmaß [GEK01, S. 123]. Unabhängig davon scheinen die dargestellten Prinzipien der Bekanntmachung und Verfremdung einen Beitrag zur Abstraktion von technischen Problemen leisten zu können.

3.2.3 Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ)

Die Theorie des erfinderischen Problemlösens ist eine Methodensammlung, die auf ALTSCHULLER zurückgeht [Alt84]. Aus dem russischen mit TRIZ abgekürzt entstand sie auf Grundlage umfassender Patentanalysen. ALTSCHULLER erkannte Ähnlichkeiten in den analysierten Patenten und leitete daraus eine Systematik ab, mit der neuartige und sinnvolle Produktideen generiert werden können [GEK01, S. 138f.]. Ziel der Lösungssuche ist die *ideale Lösung*. Die ideale Lösung ist gegeben, wenn die *ideale Maschine* erreicht ist – also alle Anforderungen ohne weitere Einschränkungen erfüllt sind. Da der Anwender wesentlich durch seine existierenden Denkmuster geprägt ist, kann das Gedankenkonstrukt ideale Maschine nicht erreicht werden [GEK01, S. 132f.]. ALTSCHULLER beschreibt dieses Phänomen als *psychologischen Trägheitsvektor* [Alt84, S. 10f.].

Die Methodensammlung basiert auf drei wesentlichen Hypothesen [TC98, S. 56]:

- Abstrahierte Probleme und Lösungen wiederholen sich wissensgebiets- bzw. branchenübergreifend.
- Technische Entwicklungen funktionieren nach ähnlichen Mustern.
- Innovationen sind auf Einflüsse außerhalb des eigenen Tätigkeitsfelds zurückzuführen.

Es gilt, die eigenen Denkmuster zu verlassen und dem Grundgedanken der Hypothesen folgend, neue Lösungen zu finden. Lösungen mit dem höchsten Innovationsgrad entstehen, wenn technische Widersprüche überwunden werden. Technische Widersprüche treten auf, wenn die Erfüllung einer Anforderung das Nichterfüllen einer anderen Anforderung zur Folge hat [GEK01, S. 134].

Die Charakterisierung von technischen Widersprüchen erfolgt auf einem abstrakten Niveau [GEK01, S. 132ff.]. Die Abstraktion bzw. die abstrakte Beschreibung des Widerspruchs wird in der Widerspruchsanalyse anhand von 39 Parametern (Engineering Parameter) realisiert. Beispiele für Parameter sind *Geschwindigkeit (Nr. 9)* und das *Gewicht eines bewegten Objektes (Nr. 1)*. Ein Widerspruch liegt vor, wenn zwei Parameter über einen Zielkonflikt verfügen – die Verbesserung eines Parameters resultiert in einer Verschlechterung des anderen Parameters. ALTSCHULLER stellt zur Auflösung des Widerspruchs 40 innovative Prinzipien³⁶ (Principles) bereit (vgl. Bild 3-14) [GEK01, S. 134f.].

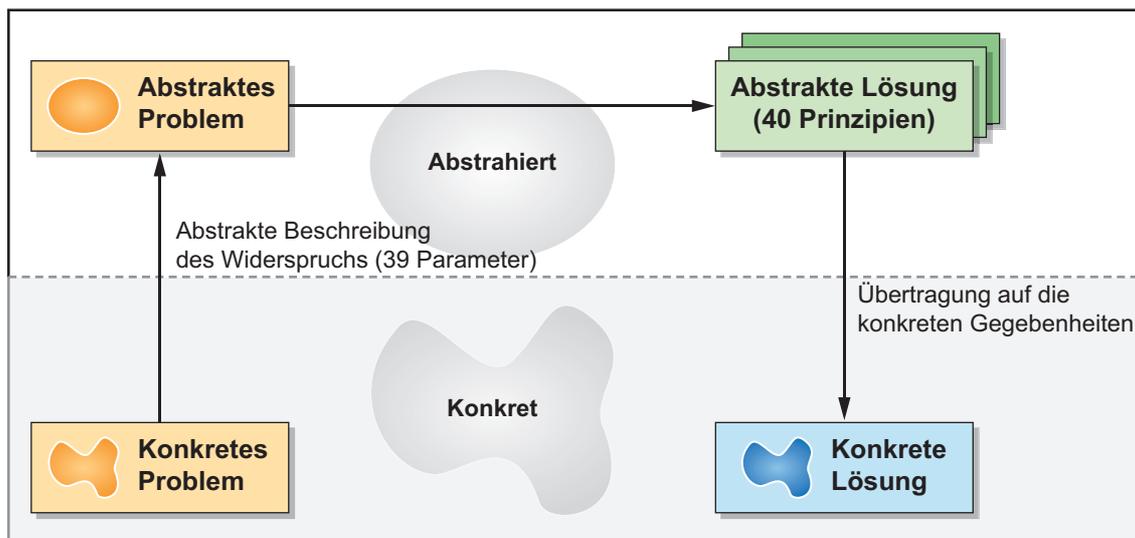


Bild 3-14: TRIZ – Parameter und Prinzipien in Anlehnung an [TC98, S. 58]

Die Verknüpfung von Parametern und Prinzipien erfolgt über die sog. Widerspruchsmatrix. Hier sind die oben genannten Parameter in den Zeilen und Spalten gegenübergestellt und die Prinzipien in den entsprechenden Feldern der Matrix hinterlegt (vgl. Bild 3-15) [GHK+06, S. 367f.]. Die Prinzipien dienen als etablierte Handlungsempfehlungen zur Problemlösung.

TRIZ enthält darüber hinaus weitere Methoden zur Erhöhung der Idealität eines Systems, wie Checklisten oder den Algorithmus zur Lösung von Erfindungsaufgaben (ARIZ). Der Einsatz der Methoden hängt von der jeweiligen Problemstellung ab [GEK01, S. 136f.]. Die Methodik wird kontinuierlich weiterentwickelt³⁷.

Bewertung:

ALTSCHULLER liefert eine umfassende Methodik, die auf seinen empirischen Patentana-

³⁶ Ursprünglich umfasste die TRIZ-Methodik 50 Prinzipien; die Prinzipien 41-50 werden mangels Belegbarkeit nur sehr selten in der Literatur genannt [Alt14-ol].

³⁷ Einen Überblick über weitere etablierte und neue Methoden liefern [HTZ+98, S. 29ff.], [Orl06, S. 36ff.], [TC98, S. 56ff.].

lysen basiert. Besonders hervorzuheben ist die Widerspruchsanalyse, bei der technische Probleme auf Basis von Widersprüchen abstrakt beschrieben und mittels standardisierter Prinzipien gelöst werden. Die bewusste Trennung zwischen abstrakter und konkreter Problembeschreibung kann einen Beitrag zur Abstraktion im Rahmen von CII leisten. Eine Formulierung des abstrakten Problems als Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche ist durch die Widerspruchsbetrachtung nicht gegeben. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass der Widerspruch die Hindernisse im Transformationsprozess charakterisiert und nicht den gewünschten Zielzustand beschreibt (vgl. Abschnitt 2.1.1). Auch die Prinzipien stellen keine Beschreibung des gewünschten Zielzustands im Sinne der vorliegenden Arbeit dar. Hilfreich hierbei erscheint allerdings die Idee der idealen Lösung. Die gezielte Suche nach bereits etablierten Lösungen anderer Branchen – die über ein Prinzip hinausgehen – ist nicht Fokus der Methodik. Es existiert zwar eine Reihe an Software-Werkzeugen für TRIZ, in denen auch teils konkrete Beispiele hinterlegt sind. Da selbstverständlich nicht alle Produkte hinterlegt sein können, ist der Lösungsraum jedoch begrenzt [Kal10, S. 60f.].

Nicht erwünschte Veränderung (Konflikt) Zu verbessernder Parameter	Gewicht eines bewegten Objektes		Gewicht eines stationären Objektes		...	Komplexität in Struktur	...	Automatisierungsgrad	Produktivität
	Nr.	1	2			36		38	39
Gewicht eines bewegten Objektes	1								
:									
Geschwindigkeit	9	13,28							
:									
Produktivität	39								

Empfohlene Prinzipien

13 Umkehr

A) Implementiere anstelle der durch Spezifikation diktierten Aktion die genau gegenteilige Aktion.
 B) Mache ein unbewegtes Objekt beweglich oder ein bewegliches System unbeweglich.
 C) Stelle das System „auf den Kopf“, kehre es um.

28 Mechanik ersetzen

A) Ersetze ein mechanisches System durch ein optisches, akustisches oder geruchsbasiertes System.
 B) Benutze elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder.
 C) Ersetze Felder: Stationäre durch bewegliche, konstante durch periodische, strukturlose durch strukturierte.
 D) Setze Felder in Verbindung mit ferromagnetischen Teilchen ein.

Bild 3-15: Ausschnitt aus der Widerspruchsmatrix nach ALTSCHULLER [GHK+06, S. 368]

3.2.4 Laterales Denken nach DE BONO

Der Begriff des lateralen Denkens geht auf DE BONO zurück. 1967 in das Oxford English Dictionary aufgenommen, beschreibt das laterale Denken *eine andere Art des Denkens* (vgl. Abschnitt 2.4.1) [Bon96, S. 51]. Beim lateralen Denken geht es um das be-

wusste Verlassen der eingeschliffenen Denkmuster eines Menschen: Der Mensch wendet gefundene Lösungen unbewusst immer wieder auf ähnliche Problemstellungen an. Vor diesem Hintergrund ist es aufgrund der Funktionsweise des Gehirns nur bedingt möglich, Lösungen abseits des bekannten Lösungsraums zu finden. DE BONO empfiehlt daher spezielle Denktechniken, die es erlauben, *seitwärts* zu denken (vgl. Bild 3-16) [GEK01, S.128f.].

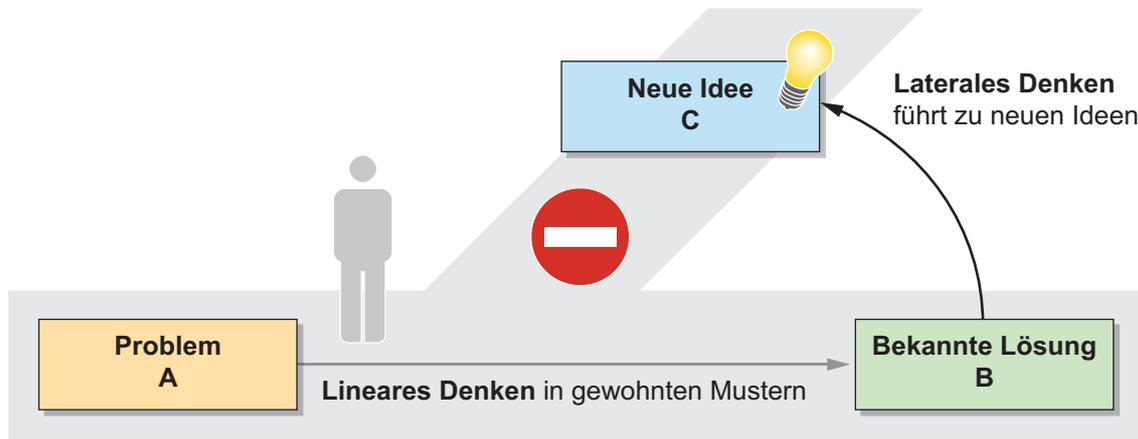


Bild 3-16: Grundprinzip des lateralen Denkens nach DE BONO; abseits gewohnter Denklinien liegen die Potentiale für neue Ideen [Bon96, S. 52], [GEK01, S. 128]

Auf Basis seiner Überlegungen liefert DE BONO ein ganzheitliches Konzept zur Findung neuer Lösungsideen abseits der gewohnten Pfade. Das Vorgehen lässt sich in die Phasen Fokus, Ideengenerierung, Ernten und Behandlung von Ideen gliedern (vgl. Bild 3-17) [GEK01, S. 128f.].

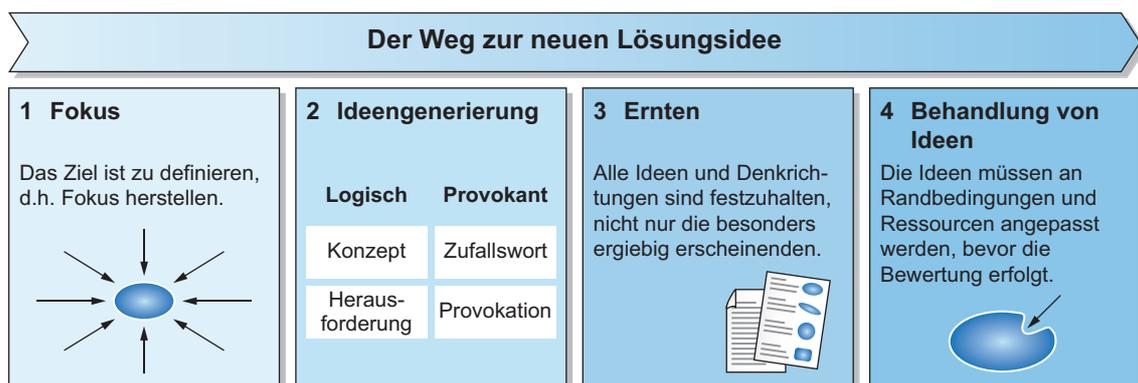


Bild 3-17: Ganzheitliche Konzeption zur Findung neuer Lösungsideen nach DE BONO nach [GEK01, S. 129]

Fokus: In dieser Phase gilt es das Ziel der Lösungssuche zu definieren. DE BONO bezeichnet die Konzentration auf einen Zielbereich als einen sehr wichtigen Teil der Kreativität. Beim Fokus wird zwischen einem einfachen und einem spezifischen Fokus unterschieden. Der einfache Fokus beschreibt die Konzentration auf Aspekte eines Pro-

dukts, die bisher nicht adressiert wurden – also *Neuland* [Bon96, S. 85f.]. Sollen konkrete Probleme thematisiert werden, wird von einem spezifischen Fokus gesprochen. Hierbei ist es von hoher Bedeutung, dass die zu lösende (Problemlösungs-)Aufgabe klar definiert ist [Bon96, S. 88ff.].

Ideengenerierung: Für die Entwicklung neuartiger Ideen schlägt DE BONO eine Vielzahl an Denktechniken vor [Bon96, S. 98ff.]. Hierbei kann zwischen logischen und provokanten Techniken unterschieden werden [GEK01, S. 129f.]. Bekannte **logische Denktechniken** sind beispielsweise *Konzept/Alternativen* oder *Herausforderung* [GEK01, S. 129f.]. Ausgangspunkt der Lösungsfindung der Denktechnik Konzept/Alternativen sind bestehende Lösungen oder erste Ideen. Diese werden auf ihr Konzept reduziert – also abstrahiert. Das Konzept bildet den Startpunkt für die Identifikation weiterer Lösungen [Bon96, S. 130ff.]. Gegenstand der Denktechnik Herausforderung ist die Suche nach neuen Lösungen durch Infragestellung der bisherigen Lösung; die Technik wird auch als CBA-Methode bezeichnet. Durch das dreimalige Stellen der Warum-Frage wird zuerst die Notwendigkeit der ursprünglichen Lösung bzw. einzelner Facetten hinterfragt (*Cut*), anschließend werden Gründe ermittelt (*Because*) und Alternativen (*Alternative*) entwickelt [Bon96, S. 98ff.]. **Provokante Denktechniken** sind beispielsweise *Zufallswort* und *Provokation*. Beim Zufallswort wird ein willkürliches Substantiv aus dem Wörterbuch gewählt und in Zusammenhang mit dem zu lösenden Problem gebracht. Hierbei sollte ein Wort gewählt werden, das keine direkt Verbindung zum Ursprungsproblem hat. Ferner sollte nicht sofort ein neues Wort gewählt werden, wenn kein spontaner Einfall erfolgt [GEK01, S. 130]. Bei der Provokation werden gespeicherte Denkmuster *umgedreht*. Beispiele für die Provokation ist die Umkehr einer Aktivitätenreihenfolge, die Übertreibung oder das Wunschenken [Bon96, S. 298f.].

Ernten: Hier geht es um das Sammeln der Ideen. DE BONO empfiehlt, alle Ideen zu dokumentieren – unabhängig von Qualität und Reifegrad. Damit keine kreativen Bemühungen übersehen werden, entwickelte DE BONO eine Checkliste zur Ideensammlung. Beispiele sind spezifische und keimfähige Ideen sowie identifizierte Bedürfnisse oder auch Veränderungen in der Sichtweise auf Probleme [Bon96, S. 305ff.].

Behandlung von Ideen: In der letzten Phase geht es um den Umgang mit der Ideencheckliste. In dieser Phase sollten beispielsweise Ideen weiterentwickelt (*modelliert*), konsolidiert oder auch verglichen werden. Anschließend bedarf es einer vorläufigen Bewertung. Der Schwerpunkt der Bewertung sollte auf den Kriterien praktischer Nutzen, Realisierbarkeit, Verfügbarkeit der Ressourcen und Übereinstimmung mit dem Unternehmensprofil liegen [Bon96, S. 307ff.].

Bewertung:

Das laterale Denken nach DE BONO liefert eine Vielzahl an Möglichkeiten aus bestehenden Denkmustern auszubrechen. Auch wenn die ganzheitliche Konzeption nicht dem Grundgedanken von CII folgt, können insbesondere die Methoden der provokanten Ideenfindung einen Beitrag zur Problemabstraktion leisten: Hier müssen ebenfalls be-

kannte Denkmuster verlassen werden. Eine dezidierte Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche ist nicht Teil der Konzeption. Eine Ideenbewertung und Auswahl sowie eine Planung des weiteren Vorgehens ist Teil des Vorgehens.

3.3 Methoden und Hilfsmittel für die Analogiesuche

In diesem Kapitel werden Methoden und Hilfsmittel der Phase Analogiesuche vorgestellt. Wesentliche Anforderungen liegen in der Unterstützung einer medienbasierten Suche und der Berücksichtigung des branchen- und anwendungsspezifischen Vokabulars. Zur Generierung und Verbesserung von Suchergebnissen können zwei wesentliche Klassen unterschieden werden: Lokale Methoden adressieren die Verbesserung von Suchergebnissen durch Anpassung der Suchanfrage anhand der gefundenen Resultate. Globale Methoden thematisieren die Erweiterung und Neuformulierung von Suchanfragen *unabhängig* von den gefundenen Resultaten [MRS08, S. 177].

In Abschnitt 3.3.1 wird zunächst das Relevance Feedback nach SALTON als Beispiel für ein *lokales Vorgehen* vorgestellt. Abschnitt 3.3.2 thematisiert Query Expansion – eine Methode, die sich sowohl als *globales* als auch als *lokales Vorgehen* anwenden lässt. Gegenstand der Abschnitte 3.3.3 bis 3.3.5 sind konkrete Methoden, die einen Beitrag zur Analogiesuche im Rahmen von CII leisten können. In Abschnitt 3.3.6 wird das IT-Werkzeug KNIME als Hilfsmittel der Analogiesuche diskutiert.

3.3.1 Relevance Feedback nach SALTON

Das Relevance Feedback nach SALTON ist eine Suchmethode zur iterativen Verbesserung von Suchergebnissen auf Basis der gefundenen Resultate. Hierzu werden die Ergebnisse einer Initialsuche dem Anwender zur Bewertung vorgelegt. Auf Basis einer Bewertung zwischen *relevanten* und *nicht relevanten* Dokumenten erfolgt eine neue Gewichtung der Suchbegriffe. Selbige dienen als Eingangsgröße für eine erneute Suche [Sal68, S. 267ff.]. Bild 3-18 zeigt das grundsätzliche Vorgehen.

Vorbereitung der Initialsuche: Die erste Phase der Vorgehens wird von den Autoren nicht explizit formuliert – sie wird jedoch für die Anwendung vorausgesetzt. Hier geht es um die Vorbereitung der ersten (initialen) Suche. Hierzu sind Suchbegriffe zu formulieren und eine Datenbasis festzulegen. Als Datenbasis können z.B. Literatur- und Patentdatenbanken dienen.

Durchführung der Suche: In der zweiten Phase wird die Suche in der Datenbasis auf Basis der Suchbegriffe durchgeführt. SALTON versteht sowohl die Suchbegriffe als auch die Suchergebnisse als Vektor³⁸. Bei der Suche erfolgt ein Vergleich des Vektors der Suchanfrage mit den Vektoren der Datenbasis [Sal68, S. 270].

³⁸ Für eine weitere detaillierte Vorstellung des Vektorraummodells siehe [Sto07, S. 334ff.].

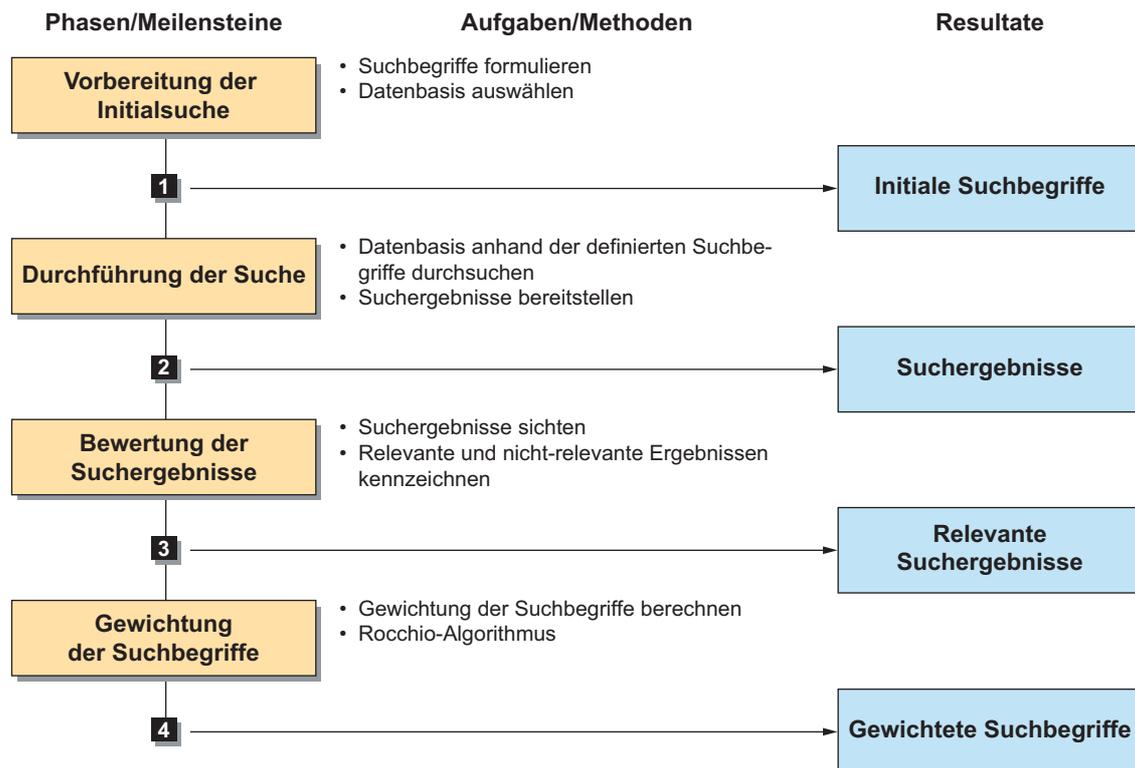


Bild 3-18: *Relevance Feedback nach SALTON in Anlehnung an [Kow97, S. 158ff.], [MRS08, S. 178ff.], [Sal68, S. 268]*

Bewertung der Suchergebnisse: In Phase drei wird nun die Besonderheit des Verfahrens deutlich: Für eine Teilmenge der Suchergebnisse wird bewertet, welche Dokumente *relevant* und welche *nicht relevant* sind. Die Bewertung der Suchergebnisse dient zur Gewichtung der Suchbegriffe in Phase vier [Sal68, S. 267].

Gewichtung der Suchbegriffe: Grundlage für die Gewichtung der Suchbegriffe ist der Vektor der Suchanfrage (Phase zwei). Auf Basis der Bewertung aus Phase drei werden die Suchbegriffe aus relevanten Ergebnissen höher gewichtet; bei Suchbegriffen von nicht relevanten Suchergebnissen wird die Gewichtung reduziert. Auf diesem Weg werden Suchbegriffe, die zu relevanten Dokumenten führen verstärkt [Kow97, S. 159]. Die Berechnung des neuen Suchvektors kann u.a. mithilfe des Rocchio-Algorithmus erfolgen [Rij79, S. 107], [Roc71, S. 313ff.].

Die neu gewichteten Suchbegriffe dienen nun als Eingangsgröße für eine erneute Suche in Phase zwei. Durch das zyklische Durchlaufen der Phasen zwei bis vier wird die Qualität der Suchergebnisse kontinuierlich verbessert. Das iterative Vorgehen endet, wenn ein zufriedenstellendes Suchergebnis gefunden wurde [Sal68, S. 268].

Bewertung:

Das Relevance Feedback ist ein Verfahren zur iterativen Verfeinerung von Suchanfragen, dessen erfolgreiche Funktion von verschiedenen Autoren bestätigt wurde [Kow97, S. 162], [Roc71, S. 322], [Sal68, S. 274]. Das Vorgehen unterliegt der Annahme, dass

ein Anwender über ein ausreichendes Wissen für eine initiale Suchanfrage verfügt [MRS08, S. 183f.]. Im Rahmen des branchenübergreifenden Lösungstransfers ist jedoch das branchen- und -anwendungsspezifische Vokabular zur Lösungsbeschreibung nicht zwangsläufig bekannt (vgl. Abschnitt 2.4.2).

3.3.2 Query Expansion

Query Expansion bezeichnet Suchmethoden, die eine Erweiterung und Neuformulierung von Suchanfragen adressieren. Eine Erweiterung kann sowohl lokal als auch global, also abhängig oder unabhängig von den Suchergebnissen, erfolgen. Zunächst sei ein **globales Vorgehen** adressiert. Übliche Methoden in diesem Kontext sind Taxonomien, Thesauri und Ontologien³⁹ [Cim06, S. 299]. Das grundsätzliche Vorgehen lässt sich in drei Phasen unterteilen (vgl. Bild 3-19).

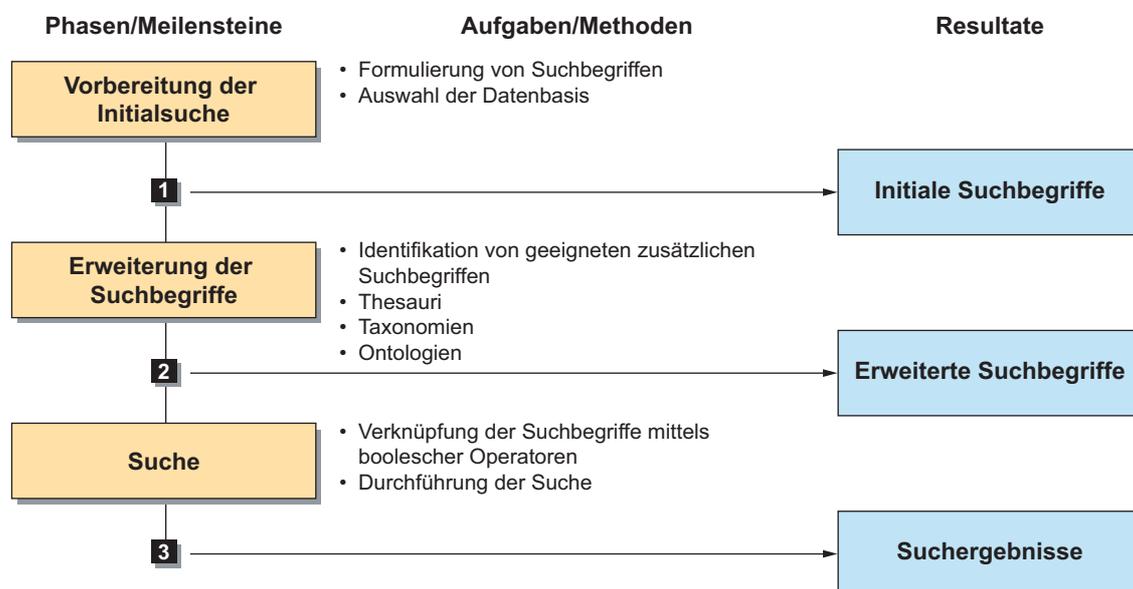


Bild 3-19: Query Expansion in Anlehnung an [MRS08, S. 189ff.]

Vorbereitung der Initialsuche: Analog zur Vorgehensweise beim Relevance Feedback geht es in dieser Phase um die Vorbereitung der Suche. Es gilt, erste Suchbegriffe zu definieren und eine Datenbasis festzulegen. Dieser Schritt wird von den Autoren nicht explizit genannt, er wird jedoch vorausgesetzt.

Erweiterung der Suchbegriffe: Die Erweiterung der Suchbegriffe ist die Kernphase der Methode: Grundgedanke des Vorgehens ist die Herausforderung, dass ein Anwender nicht alle Begriffe zur Beschreibung seines gewünschten Suchergebnisses kennt. Entsprechende Thesauri, Taxonomien und Ontologien erlauben die Ableitung von möglichen Synonymen und Oberbegriffen [Cim06, S. 299], [MRS08, S. 189ff.].

³⁹ Eine kurze Erläuterung von Taxonomien, Thesauri und Ontologien liefert Anhang A1.

Suche: Im Rahmen der Suche ist eine Verknüpfung aller Begriffe über boolesche Operatoren möglich. So können Synonyme beispielsweise mit *OR* verknüpft werden. Dieses Vorgehen kann sowohl manuell erfolgen als auch automatisiert im Hintergrund: Die Suchmaschine YAHOO schlägt beispielsweise ähnliche Suchen anhand der gewählten Suchbegriffe vor [MRS08, S. 189f.].

Lokale Vorgehen zur Query Expansion schließen an das vorgestellte globale Vorgehen an [MRS08, S. 191f.]. So gilt es, die ursprüngliche Suchanfrage durch weitere Begriffe aus den Suchergebnissen zu erweitern oder anzupassen. Ein häufig gewählter Ansatz in diesem Zusammenhang ist die Analyse priorisierter Suchergebnisse (z.B. Dokumente oder Textpassagen). Tritt ein Wort in einem Dokument oder in einer Textpassage häufig gemeinsam mit einem Suchbegriff der Suchanfrage auf, kann es eine sinnvolle Ergänzung der Suchanfrage darstellen (vgl. Abschnitt 3.3.5) [MRS08, S. 191f.], [Spa71, S. 5ff.], [XC96, S. 5f.].

Bewertung:

Query Expansion ist eine Methode zur Verbesserung von Suchergebnissen auf Basis zusätzlicher Suchbegriffe. Das Vorgehen ist leicht nachvollziehbar und logisch strukturiert. Es liefert eine Unterstützung einer medienbasierten Suche und berücksichtigt als **globales Vorgehen** zuvor definierte Synonyme und vordefiniertes branchen- und anwendungsspezifisches Vokabular. Herausforderungen liegen insbesondere in der hohen Abhängigkeit der Suchergebnisse von der Güte der Thesauri, Taxonomien und Ontologien. Synonyme sind häufig kontextabhängig (vgl. Abschnitt 2.4.2) [Hun97, S. 324ff.]. So ist es denkbar, dass *falsche* Synonyme auch zu schlechteren Suchergebnissen führen können⁴⁰. Ontologien können derartige falsche Synonyme verhindern – sie sind jedoch sehr aufwändig und nur für einige wenige Themenfelder bereits verfügbar⁴¹. Ontologien eignen sich insbesondere, um ein spezifisches Themenfeld zu charakterisieren und zu strukturieren. Bei einem Einsatz für CII müsste der gesamte (branchen- und anwendungsspezifische) Wortschatz für die eigene und jede zu betrachtende Branche in der Ontologie berücksichtigt werden. Der Aufwand scheint erheblich. Bei einem **lokalen Vorgehen** werden neue Suchbegriffe z.B. auf Basis des gemeinsamen Auftretens mit den bestehenden Suchbegriffen identifiziert. Diese schrittweise Anpassung der Suchanfrage kann einen Beitrag zur medienbasierten Suche leisten: Durch die systematische Identifikation von neuen Suchbegriffen ist es denkbar, eine abstrakte Suchanfrage schrittweise in branchen- und anwendungsspezifisches Vokabular zu *überführen*.

⁴⁰ So kann z.B. Behaglichkeit ein Synonym für Wärme sein; in wie weit sich mit diesem Suchbegriff jedoch beispielsweise geeignete Heizungssysteme finden lassen, ist fraglich.

⁴¹ [PDL06, S. 1207ff.] liefert einen Einblick in die Komplexität und den Aufwand für den Aufbau einer themenbeschränkten Ontologie.

3.3.3 Semantik im Technologie-Monitoring nach WARSCHAT, KORELL und SCHMITZ

Das Technologie-Monitoring nach WARSCHAT, KORELL und SCHMITZ adressiert die frühen Phasen der Technologie-Früherkennung⁴² [WKS13, S. 40]. Gegenstand des Vorgehens ist die Identifikation neuer relevanter Technologien und deren gezielte Integration in das Produkt- und Produktionssystemportfolio eines Unternehmens. Das Vorgehen lässt sich in vier Phasen und eine zusätzliche zyklische Aktualisierung gliedern (vgl. Bild 3-20).

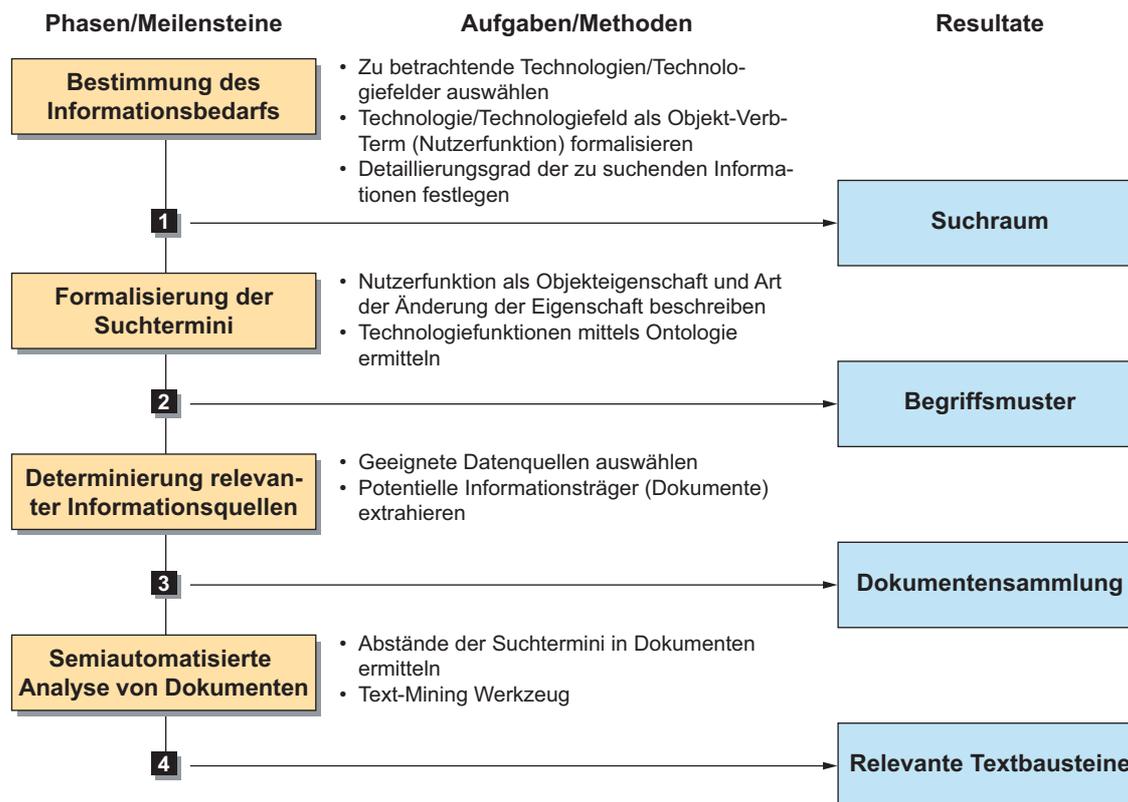


Bild 3-20: Semantik im Technologie-Monitoring nach WARSCHAT, KORELL und SCHMITZ in Anlehnung an [WKS13, S. 42ff.]

Bestimmung des Informationsbedarfs: Gegenstand der ersten Phase ist die Abgrenzung des Suchraums. WARSCHAT ET AL. unterscheiden beim Informationsbedarf eine inhaltliche und eine qualitative Dimension. Im Rahmen der inhaltlichen Dimension wird festgelegt, ob eine einzelne Technologie oder ein Technologiefeld betrachtet wird. Zur Identifikation geeigneter Felder empfehlen die Autoren eine Analyse der Kernkompetenzen. Gewählte Technologien bzw. Felder werden durch einen Objekt-Verb-Term

⁴² Technologie-Früherkennung gliedert sich nach REGER in die Phasen *Informationsbedarf bestimmen, Informationsquellen auswählen, Daten sammeln, Filtern, Analysieren, Interpretieren, Entscheidung vorbereiten, Bewerten und Entscheiden* sowie *Implementieren und Durchführen* [Reg06, S. 314]. Das vorgestellte Vorgehen adressiert die ersten vier Phasen [WKS13, S. 40].

formalisiert. Das Resultat ist die sog. Anwenderfunktion. Die qualitative Dimension beschreibt die Güte der zu gewinnenden Information. Hier sollte ein geeigneter Detaillierungsgrad für den Nutzer gewählt werden – die Festlegung dient als Ausgangspunkt für die Auswahl erfolgversprechender Informationsquellen (Phase 3) [WKS13, S. 43f.].

Formalisierung der Suchtermini: Zur Suche in Sekundärquellen bedarf es der Entwicklung von Suchbegriffen. Den Ausgangspunkt stellt die Anwenderfunktion aus Phase eins dar. Dem Verständnis der Autoren folgend werden Technologien in der Literatur anhand ihres Leistungsvermögen beschrieben. Vor diesem Hintergrund wird die Anwenderfunktion in Technologiefunktionen übersetzt. Hierzu erfolgt zunächst eine Umformulierung in eine Objekt-Verb-Kombination, welche die Technologie bzw. das Feld als Eigenschaftsänderung an einem Arbeitsgegenstand beschreibt⁴³ [Sch13, S. 2ff.]. Auf dieser Basis werden semantische Technologiefunktionen gebildet, die potentielle Anwendungsfelder abdecken. Hierzu verwenden WARSCHAT ET AL. eine eigene Ontologie⁴⁴. Die resultierenden Begriffsmuster dienen als Suchtermini [WKS13, S. 45f.].

Determinierung relevanter Informationsquellen: In dieser Phase werden geeignete Quellen ausgewählt und gefundene Dokumente heruntergeladen. Die Auswahl der Quellen erfolgt anhand der in Phase eins definierten Informationsgüte. Die Autoren unterscheiden drei verschiedene Quellentypen: Patentdatenbanken, Literaturdatenbanken sowie frei zugängliche Suchmaschinen des World Wide Webs. Auf Basis der Suchtermini aus Phase zwei werden geeignete Dokumente extrahiert und in einer Dokumentensammlung konsolidiert [WKS13, S. 46ff.].

Semiautomatisierte Analyse von Dokumenten: Die Dokumentensammlung wird anschließend mit einem IT-Werkzeug analysiert. In diesem Rahmen wird überprüft, in welchem Abstand zueinander Suchtermini erscheinen. Werden Suchtermini in Abschnitten mit einer hohen Häufigkeit genannt, kann von einer hohen thematischen Relevanz ausgegangen werden. Anschließend werden relevante Abschnitte herausgestellt und für den Anwender konsolidiert [WKS13, S. 49].

Abhängig von der Informationsquelle sind in **regelmäßigen Abständen** neue Dokumente zu extrahieren und in die Dokumentensammlung zu überführen. Ferner sind gerade zu Beginn des Prozesses das IT-Werkzeug bzw. die Suchtermini anzupassen. In diesem Rahmen sind thematisch ungeeignete Begriffe auszuschließen [WKS13, S. 49f.].

Bewertung:

WARSCHAT ET AL. liefern ein sinnvolles Vorgehen zum Technologie-Monitoring. Das Vorgehen beinhaltet eine medienbasierte Suche nach Technologien in unstrukturierten Daten auf Basis einer Anreicherung von Suchbegriffen (Query Expansion, vgl. Ab-

⁴³ Ein Beispiel für die Beschreibung einer Eigenschaftsänderung an einem Arbeitsgegenstand lautet: *Partikelkonzentration im Abwasser reduzieren* [Sch13, S. 2].

⁴⁴ Eine kurze Erläuterung von Taxonomien, Thesauri und Ontologien liefert Anhang A1.

schnitt 3.3.2). Durch die Verwendung einer Ontologie könnten Mehrdeutigkeiten und branchen- und anwendungsspezifisches Vokabular berücksichtigt werden, jedoch resultiert hierbei eine wesentliche Herausforderung: Für eine uneingeschränkte Anwendbarkeit müssten alle Objekt-Verb-Kombinationen des Wortschatzes einer jeden Branche in der Ontologie enthalten sein.

3.3.4 Methode zur Identifikation ähnlicher technischer Lösungen nach GAAG, KOHN, LINDEMANN und PONN

GAAG, KOHN, LINDEMANN und PONN liefern ein Vorgehen mit dem Ontologie-basiert⁴⁴ Alternativen für bereits existierende (technische) Lösungen im Unternehmen gefunden werden sollen. Hierbei sollen nicht nur exakt identische, sondern auch ähnliche Lösungen identifiziert werden [KL11, S. 1]. Das Vorgehen ist in Bild 3-21 dargestellt.

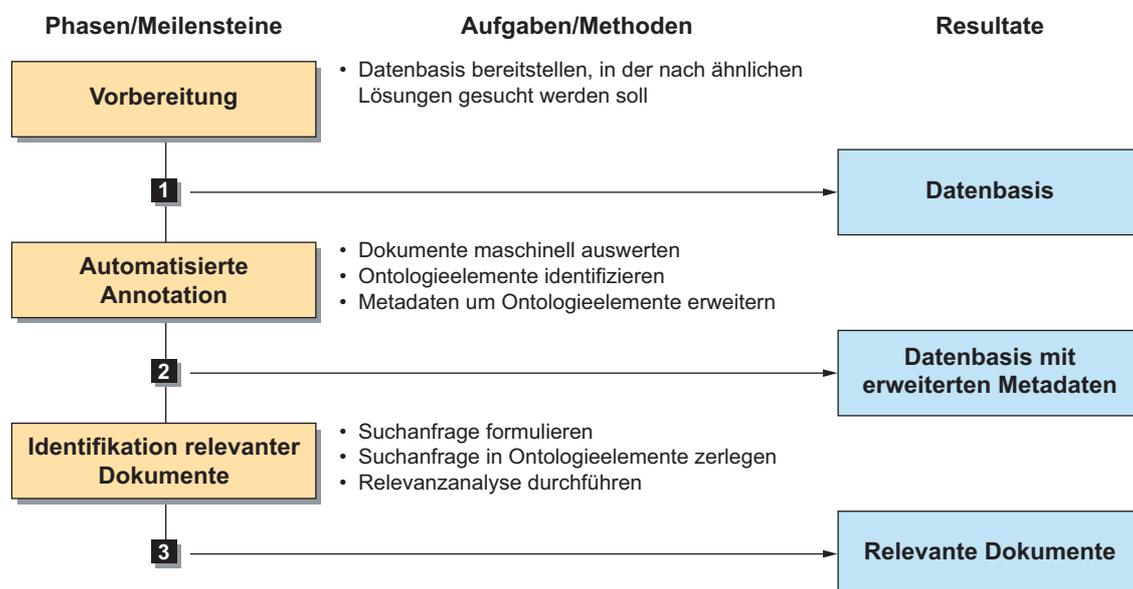


Bild 3-21: Methode zur Identifikation ähnlicher technischer Lösungen nach GAAG, KOHN, LINDEMANN und PONN in Anlehnung an [Gaa10, S. 91ff.], [KL11, S. 2ff.], [KLP10, S. 2ff.], [PDL06, S. 1206ff.]

Vorbereitung: Für die automatisierte Suche nach ähnlichen technischen Lösungen bedarf es zunächst einer Festlegung der Datenbasis, in der gesucht werden soll. Diese gilt es für die Verarbeitung mittels IT-Werkzeugen vorzubereiten bzw. zu konsolidieren.

Automatisierte Annotation: In der zweiten Phase werden die bereitgestellten Dokumente mittels eines IT-Werkzeugs automatisch annotiert, d.h. um zusätzliche Metainformationen erweitert. Ausgangspunkt ist hierbei eine von den Autoren eigens entwickelte Ontologie. Mittelpunkt der Ontologie ist die Funktion, die eine Lösung erfüllt. Davon ausgehend werden beispielsweise Objekte und Operationen klassifiziert [GKL09, S. 8], [PDL06, S. 1206ff.]. Hierbei dient die entwickelte Ontologie als Wörterbuch, um die Dokumente der Datenbasis anhand der Struktur der Ontologie zu analysieren.

sieren [KLP10, S. 2]. Die entsprechenden Daten (z.B. erfüllte Funktion oder die realisierte technische Lösung) werden anschließend in Form von Textbausteinen extrahiert und in den Metadaten des Dokuments gespeichert (Annotation) [KL11, S. 3].

Identifikation relevanter Dokumente: In der dritten Phase geht es um die Identifikation ähnlicher Lösungen auf Basis einer Suchanfrage. So wird beispielsweise die Suchanfrage: *Ich suche eine Lösung für den Transport von Boxen mit einem Förderband* u.a. in die Ontologieelemente *Funktion: transportieren* und *Objekt: Box* zerlegt. Anschließend werden die annotierten Dokumente aus Phase zwei mit der Suchanfrage verglichen. Eine Relevanzanalyse erlaubt anschließend die Identifikation ähnlicher Lösungen [KL11, S. 4f.].

Bewertung:

Die vorgestellte Methode stellt einen neuartigen Ansatz zur Identifikation ähnlicher Lösungen dar. Der Grundgedanke der automatischen Annotation und Ontologiebasierten Identifikation von Dokumenten erscheint sinnvoll. Die Methode erlaubt eine signifikante Unterstützung einer medienbasierten Suche in einer gleichbleibenden Datenbasis. Herausforderungen entstehen bei dem Transfer der Methode auf CII: Bei einer Berücksichtigung der Daten des Internets wäre für jede Suchanfrage eine neue Datenbasis erforderlich. Die Ontologie müsste in diesem Fall für eine automatisierte Annotation den gesamten branchen- und anwendungsspezifischen Wortschatz abdecken. Bei einer manuellen Annotation wäre dies durch eine Vielzahl an Experten möglich – der Aufwand alle Ergebnisse einer medienbasierten Suche entsprechend zu bearbeiten, scheint jedoch erheblich.

3.3.5 Co-Wort Analyse

Die Co-Wort Analyse ist ein Standardverfahren der Bibliometrie⁴⁵. Bibliometrische Verfahren können in ein- und zweidimensionale Verfahren unterschieden werden. Eindimensionale Verfahren adressieren das Zählen von einfachen bibliografischen Elementen – beispielhaft sei an dieser Stelle die Anzahl an Veröffentlichung einer Person genannt. Der Inhalt der Dokumente wird im Gegensatz zu zweidimensionalen Verfahren nicht betrachtet. Bei zweidimensionalen Verfahren wird der Inhalt analysiert. Es wird das gemeinsame Auftreten mehrerer Elemente untersucht [KS98, S. 7].

Ziel der Co-Wort Analyse ist ein schneller Überblick über große Mengen an Dokumenten. Hierzu werden Publikationen auf Schlagwörter wie Produktnamen oder Fachausdrücke reduziert und anschließend das gemeinsame Auftreten von Schlagwörtern untersucht [GP14, S. 103]. Bild 3-22 zeigt das Vorgehen.

⁴⁵ PRITCHARD definierte Bibliometrie 1969 erstmals als *application of mathematics and statistical methods to books and other media of communication* [Pri69, S. 349].

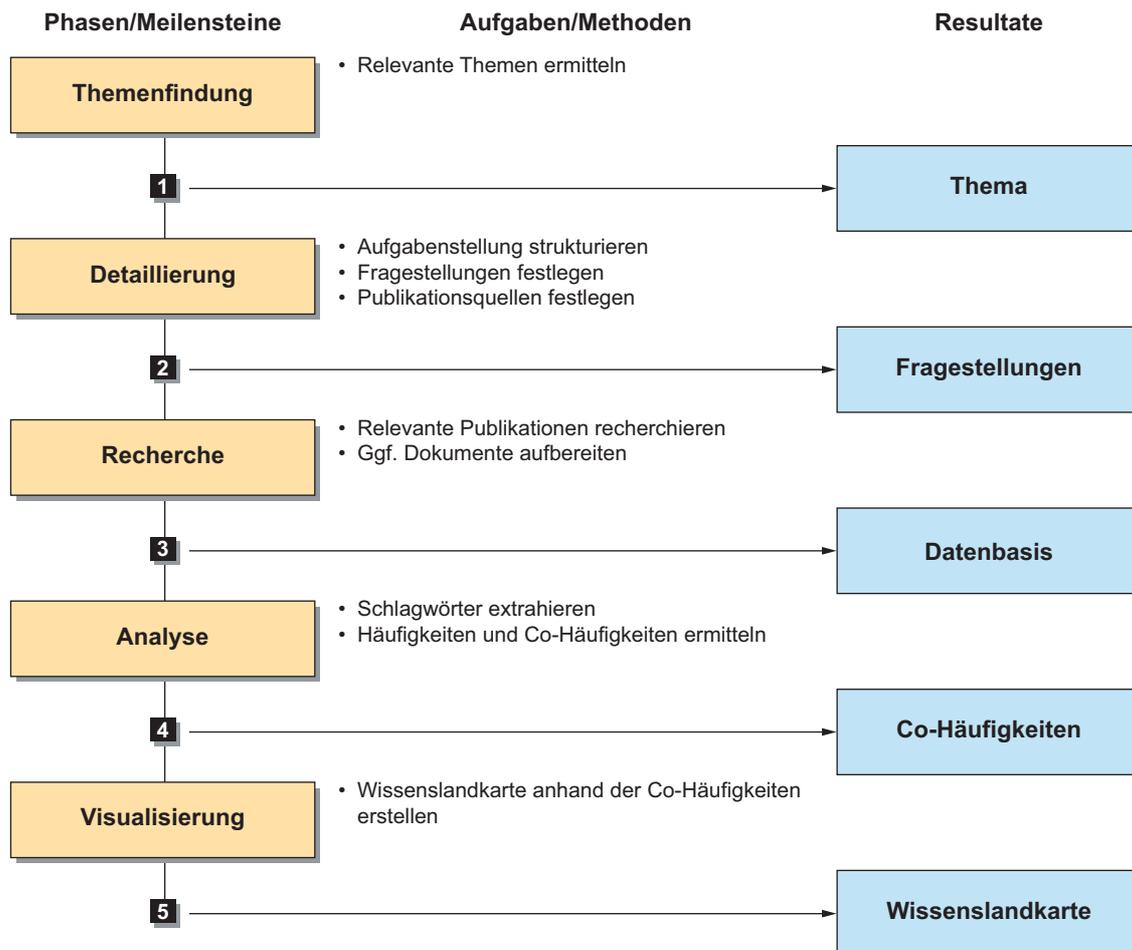


Bild 3-22: Vorgehen bei der Co-Wort Analyse nach [GP14, S. 104]

Themenfindung: In dieser initialen Phase wird zunächst das Themenfeld definiert. Beispielfhaft sei an dieser Stelle das Thema *Augmented Reality* genannt [GP14, S. 104].

Detaillierung: Gegenstand der Detaillierung ist die Präzisierung der Suchaufgabe. Hierzu werden konkrete Fragestellungen formuliert und darauf aufbauend eine Datenbasis in Form von Publikationsquellen festgelegt [GP14, S. 104].

Recherche: Hier werden die relevanten Dokumente aus den Publikationsquellen gesammelt. Damit die Datenbasis maschinell auslesbar ist, werden die heruntergeladenen Dokumente – falls erforderlich – in ein geeignetes Format überführt [GP14, S. 104].

Analyse: Die Analyse stellt den Kern der Methode dar. Zu Beginn werden Schlagwörter extrahiert und vereinheitlicht – also auf ihren Wortstamm reduziert. Die Schlagwörter können auf Basis von Algorithmen ermittelt oder von Experten vergeben werden. Bei der Befragung von Experten besteht jedoch die Gefahr, neue Themen zu übersehen. Abschließend erfolgt eine Berechnung der Häufigkeiten und Co-Häufigkeiten (gemeinsames Auftreten) der Schlagwörter in der Datenbasis aus Phase drei [GP14, S. 104].

Visualisierung: In der letzten Phase des Vorgehens erfolgt die Visualisierung der Ergebnisse in Form von Wissenslandkarten [GP14, S. 104]. Bild 3-23 zeigt ein beispielhaftes Resultat der Methode bei der Anwendung innerhalb eines CII-Projekts.

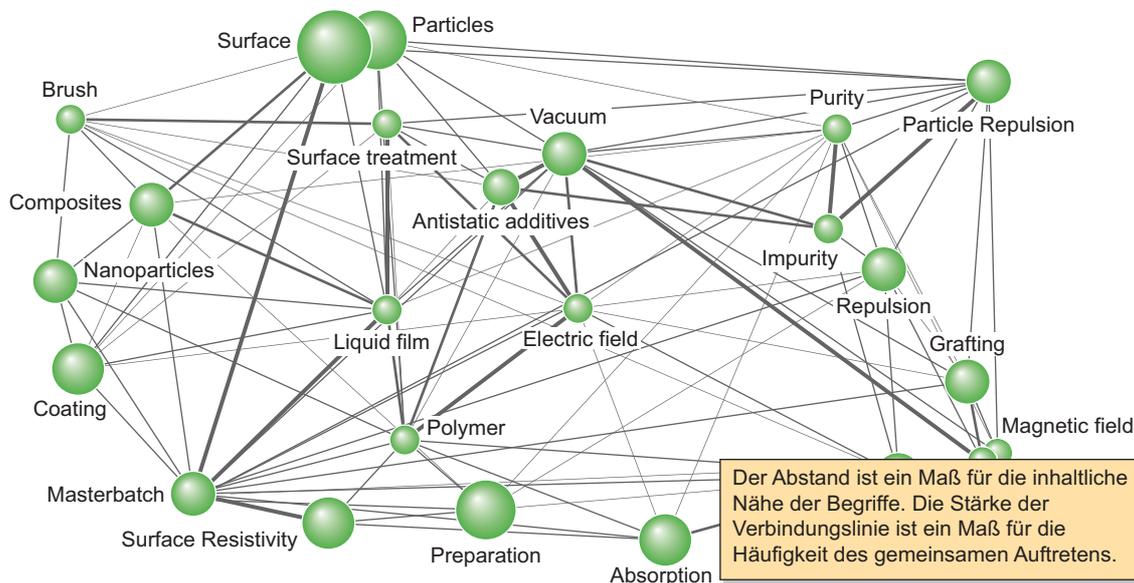


Bild 3-23: Wissens- bzw. Lösungslandkarte [EAG13b, S. 11f.], [GP14, S. 103]

Bewertung:

Die Co-Wort-Analyse ist ein gut strukturiertes und leicht nachvollziehbares Vorgehen. Es erlaubt Zusammenhänge von Schlagwörtern zu visualisieren. Die Methode kann daher eine medienbasierte Suche unterstützen. Vor diesem Hintergrund erfolgte eine testweise Anwendung der Methode im Rahmen von CII. Hierbei wurden zufriedenstellende Ergebnisse erzielt [EAG13b, S. 11f.]. Jedoch wurden in diesem Rahmen auch einige Herausforderungen deutlich: Die Reduktion auf Wortstämme und die Zusammenführung von Synonymen wurden manuell durchgeführt, was mit einem erheblichen Aufwand verbunden war. Ferner wurden potentielle Lösungsideen übersehen, da sie dem Suchenden nicht als Schlagwörter bekannt waren. Dennoch kommt die Co-Wort-Analyse als ergänzendes Hilfsmittel in Frage.

3.3.6 KNIME

KNIME⁴⁶ ist ein modulares IT-Werkzeug zum Data-Mining⁴⁷. Das Werkzeug wurde seit 2004 von einem Team des heutigen Nycomed Lehrstuhl für Bioinformatik und In-

⁴⁶ In der vorliegenden Arbeit wird die KNIME Version 2.8.0 verwendet.

⁴⁷ Data-Mining beschreibt das Erkennen von wertvollen Mustern in Daten [WIZ+05, S. 1]. Text-Mining beschreibt den Prozess der Extraktion von interessanten Informationen (und Wissen) aus unstrukturiertem Text [HNP05, S. 19].

formation Mining der Universität Konstanz entwickelt – auf diesen Ursprung ist auch die Bezeichnung KNIME zurückzuführen: **K**onstanz **I**nformation **M**iner [KNI14a-ol].

Bild 3-24 zeigt die Benutzungsoberfläche von KNIME. Das Werkzeug arbeitet mit Bausteinen, die beliebige Operationen durchführen. Diese Bausteine werden als Knoten (engl. nodes) bezeichnet. Über eine Verkettung lässt sich ein Workflow erstellen, bei dem die Knoten gemäß der Verkettung sequentiell durchlaufen werden. Einen Auszug eines beispielhaften Workflows zeigt Bild 3-24. Grundsätzlich können beliebige Knoten miteinander verknüpft werden; jedoch muss die Kompatibilität der Eingangs- und Ausgangsgrößen der Knoten sichergestellt sein [Bak13, S. 10ff.], [BCD+07, S. 320].

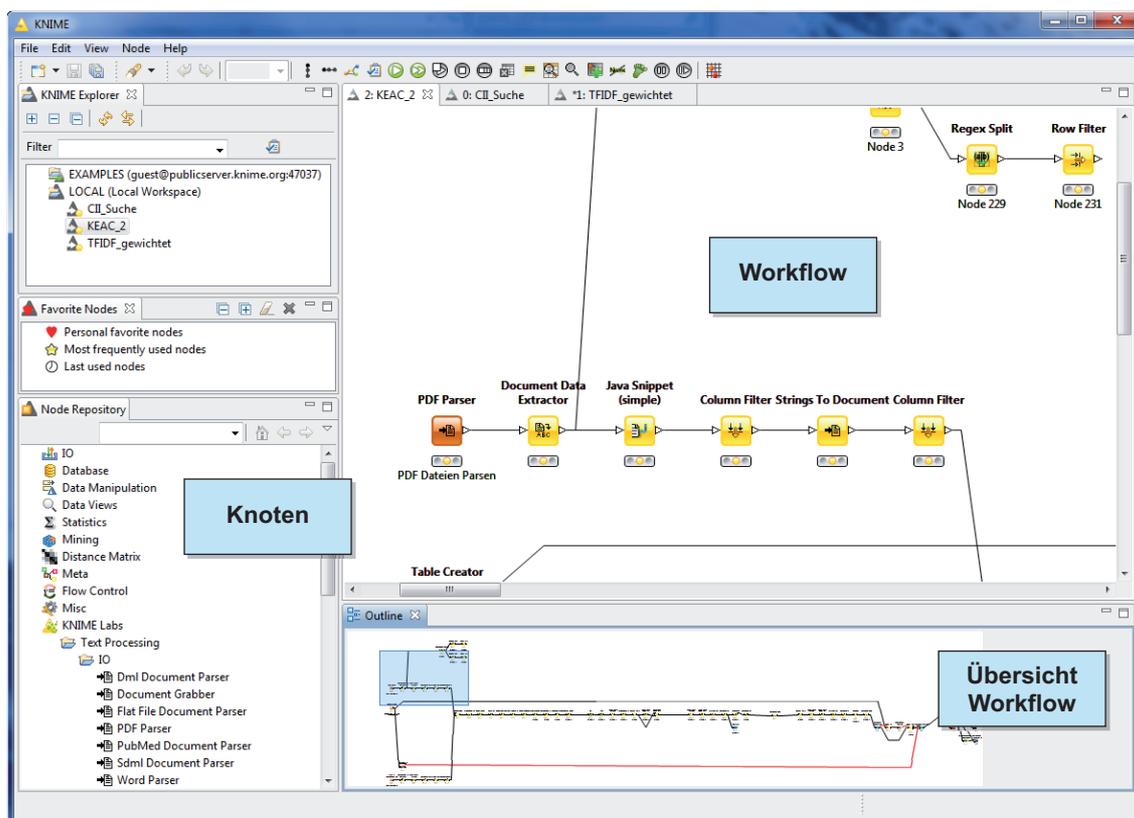


Bild 3-24: Benutzungsoberfläche von KNIME

KNIME verfügt nativ über eine Vielzahl verschiedener Knoten, die durch die Installation von zusätzlichen Plug-ins noch erweitert werden können [Bak13, S. 10ff.]. So existieren beispielsweise Knoten um:

- PDF-Dokumente einzulesen und Texte zu extrahieren,
- Dokumente direkt aus Internet-Datenbanken auszulesen [TB12, S. 4],

- Stoppwörter⁴⁸ zu entfernen,
- Wörter auf ihren Wortstamm zu reduzieren,
- Wortarten zu identifizieren und gezielt auszuschließen,
- die Bedeutung von Wörtern in Dokumenten mittels verschiedener Algorithmen zu identifizieren und
- die Wortbedeutungen in Form von sog. *TagClouds* kompakt zu visualisieren (vgl. Bild 3-25).

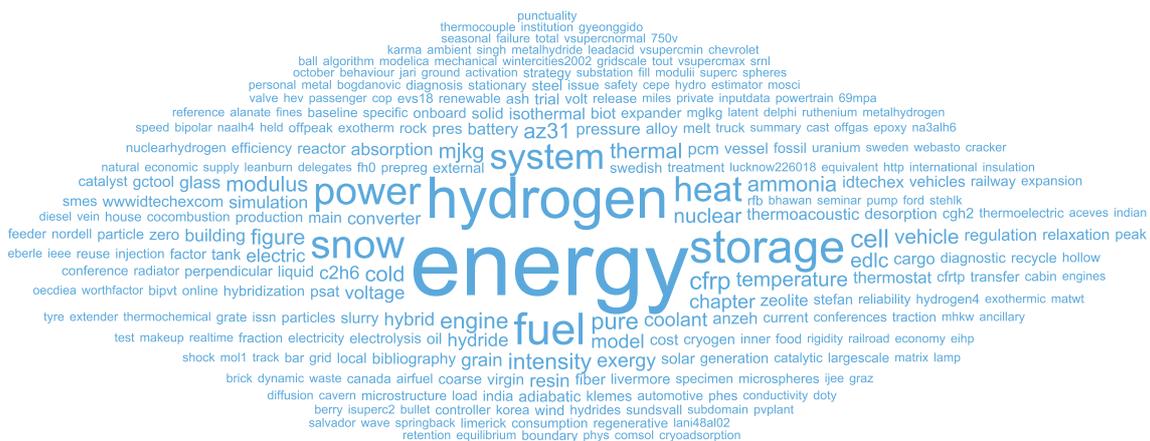


Bild 3-25: Beispiel einer TagCloud zum Thema Energietechnik aus KNIME

Darüber hinaus ermöglicht KNIME, Dokumente auf Basis ihrer Ähnlichkeit zu clustern. Hier finden u.a. verschiedene Clusteralgorithmen⁴⁹ Anwendung. Hierzu kann jedes Dokument auf Basis der identifizierten Schlagwörter als Vektor dargestellt werden (vgl. Abschnitt 3.3.1) – Dokumente mit ähnlichen Schlagwörtern bzw. ähnlichen Vektoren werden anschließend zusammengefasst. Das Resultat lässt sich in einer Multidimensionalen Skalierung⁵⁰ (MDS) darstellen. Hierbei werden die Vektoren der Dokumente verwendet, um eine Abstandsmaß zu berechnen. Auf dieser Basis kann der Vektorraum auf eine zweidimensionale Darstellung skaliert werden [KNI14b-ol].

Bewertung:

KNIME ist ein Werkzeug mit dem große Datenmengen durch die beliebige Kombination etablierter Methoden und Algorithmen ausgewertet werden können – eine medienbasierte Suche wird daher wesentlich erleichtert. Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit, durch Kombination von Knoten, geeignete Schlagwörter aus der Datenbasis

⁴⁸ STOCK bezeichnet ein Stoppwort als ein Wort, das in jedem Dokument mit gleicher Wahrscheinlichkeit vorkommt und somit keinen Einfluss auf die Auswertung hat. Beispielhaft seien an dieser Stelle die Begriffe „the“, „if“ oder „but“ genannt [Sto07, S. 222].

⁴⁹ Einen Gegenüberstellung verschiedener Clusteralgorithmen liefert [Abb08, S. 321ff.].

⁵⁰ Eine Erläuterung der Multidimensionalen Skalierung liefert [GP14, S. 67f.].

automatisch zu identifizieren und direkt zur Auswertung der Dokumente heranzuziehen. Die Berücksichtigung von branchen- und anwendungsspezifischem Vokabular ist nicht expliziter Gegenstand des Werkzeugs; dennoch können die Clusterfunktionalitäten hier einen Beitrag leisten. KNIME steht stellvertretend für eine Reihe ähnlicher IT-Werkzeuge, wie beispielsweise RapidMiner [Rap10]. Entgegen vieler alternativer Werkzeuge ist KNIME jedoch in der Desktopversion (auch kommerziell) kostenfrei einsetzbar [KNI14c-ol].

3.4 Methoden für die Adaptionenplanung

Im folgenden Abschnitt werden Methoden zur Unterstützung der Adaptionenplanung vorgestellt. Neben der Auswahl von Lösungsideen ist eine Reduzierung des Adaptionenrisikos für die Adaptionenplanung entscheidend. Hierzu können der Risikomanagementprozess nach ISO 31000 sowie die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) einen Beitrag leisten. Sie sind Gegenstand der Abschnitte 3.4.1 und 3.4.2.

3.4.1 Risikomanagementprozess nach ISO 31000

Die ISO 31000 beschreibt erstmalig die Grundsätze des Risikomanagements einheitlich [Wei12, S. 3]. Sie umfasst *Anwendungsbereiche, Begriffe und Definitionen, Grundsätze des Risikomanagements* sowie *Beschreibungen des Risikomanagementsystems* und des *-prozesses* [Wei12, S. 39]. Insbesondere der Prozess ist vor dem Hintergrund der Minimierung des Adaptionenrisikos von hoher Bedeutung und wird daher nachfolgend vorgestellt (vgl. Bild 3-26).

Festlegung des Rahmens: In der ersten Phase sind die internen und externen Randbedingungen für das Risikomanagement festzulegen. Interne Rahmenbedingungen sind beispielsweise Strategie und Organisationsstruktur. Wettbewerb und Wirtschaftsentwicklung sind Beispiele für externe Rahmenbedingungen. In der Phase geht es vorrangig um die Eingrenzung des Anwendungsbereichs sowie die Definition von Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten [Wei12, S.51f.].

Die Phasen zwei bis vier werden als Risikobeurteilung bezeichnet. Sie stellen den Kern des Prozesses dar.

Risikoidentifikation: Gegenstand der Risikoidentifikation ist das Finden, Erkennen und Registrieren von Risiken. Die Identifikation kann mittels Workshops durchgeführt werden. In diesem Kontext wird beispielsweise auf Methoden wie die Umfeldanalyse, Stärken-Schwächen-Analyse oder Wettbewerbsanalyse zurückgegriffen. Anschließend sind die Risiken zu kategorisieren und in Form eines Risikokatalogs zu dokumentieren [Wei12 S. 54ff.].

Risikoanalyse: In der Risikoanalyse geht es um das Verständnis der Risiken. Hierzu werden für jedes Risiko Ursachen und Quellen der Gefahren ermittelt und potentielle

Folgen abgeleitet. Anschließend wird die Eintrittswahrscheinlichkeit der Folgen geschätzt [Wei12, S. 60f.].

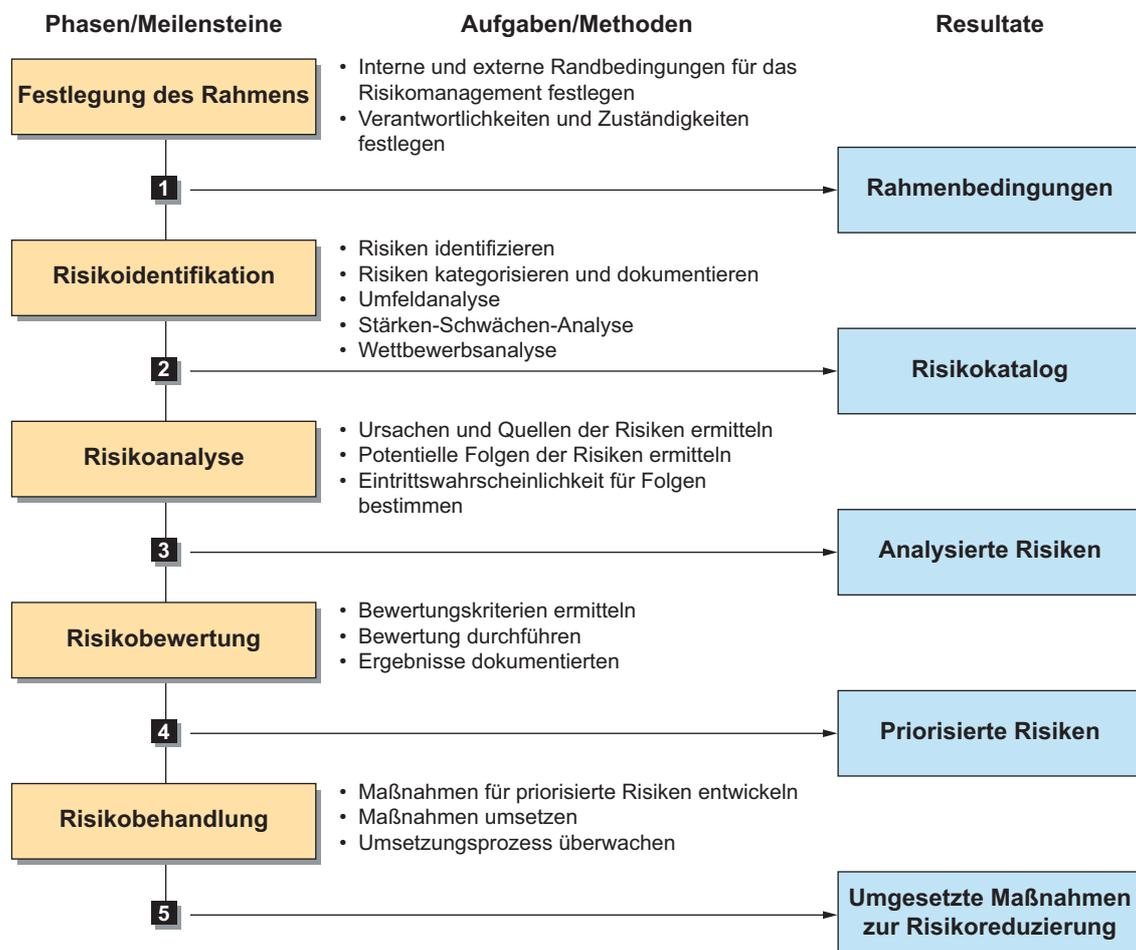


Bild 3-26: Risikomanagementprozess nach ISO 31000 in Anlehnung an [Wei12, S. 50ff.]

Risikobewertung: Zur Risikobewertung steht eine Vielzahl an Methoden zur Verfügung. Grundsätzlich finden deduktive und induktive Verfahren Anwendung⁵¹ – ein Beispiel für ein induktives Verfahren ist die FMEA (vgl. Abschnitt 3.4.2). Aufbauend auf den Methoden werden Kriterien zur Bewertung und Priorisierung der Risiken aufgestellt. Häufig werden Risiken hierbei hinsichtlich der beiden Dimensionen Wahrscheinlichkeit und Folgen des Eintritts bewertet. Durch Aufspannen der Dimensionen resultiert die sog. Risikomatrix [Lei02, S. 239ff.]. Auf Basis der Bewertung kann anhand des Portfolios entschieden werden, ob Handlungsbedarf besteht, Kosten und Nutzen abzu-

⁵¹ Bei deduktiven Verfahren wird ein Schaden angenommen (z.B. Ausfall einer Maschine) und auf dieser Basis versucht eine Ursache zu identifizieren. Bei induktiven Verfahren werden Abweichungen an einzelnen Elementen eines Produkts oder Prozesses angenommen und deren Auswirkungen auf das Produkt- oder den Prozess analysiert [TDM11, S. 15].

wägen sind oder ob kein Handlungsbedarf besteht. Die Risiken lassen sich somit priorisieren und sind einschließlich ihrer Bewertung zu dokumentieren [Wei12, S. 61ff.].

Risikobehandlung: Gegenstand der Risikobehandlung ist die Steuerung und Beeinflussung der bewerteten Risiken. Hierzu werden für priorisierte Risiken Maßnahmen erarbeitet und umgesetzt. Dieser Umsetzungsprozess ist im Rahmen dieser Phase zu überwachen [Wei12, S. 64f.].

Die vorgestellten fünf Phasen werden durch zwei parallel ablaufende Prozesse begleitet: Durch einen Kommunikations- und Beratungsprozess wird eine Öffnung des Risikomanagements angestrebt. Ein Prozess zur Überwachung und Kontrolle dient dem regelmäßigen Rückgriff auf Kennzahlen und andere Indikatoren [Kuh08, S. 26].

Bewertung:

Der vorgestellte Risikomanagementprozess der ISO 31000 ist ein wohlstrukturiertes generisches Vorgehen, das bereits in der Planungsphase einsetzbar ist [Wei12, S. 43]. Das Vorgehen lässt sich auf die Adaptionplanung von CII übertragen: Durch Antizipation von Herausforderungen bei der Adaption und einer bewertungsabhängigen Durchführung von Maßnahmen lassen sich Handlungsschritte für eine effiziente und risikominimale Adaption planen.

3.4.2 Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)

Die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse ist ein konkretes Verfahren im Rahmen des Risikomanagements. Gegenstand ist die vorausschauende und zielgerichtete Ermittlung von Fehlern in Systemen, Konstruktionen und Prozessen auf Basis einer Verknüpfung von Fehlerursachen und Fehlerfolgen. Hierdurch wird eine Risikoverminderung und -vermeidung im Sinne einer Qualitätssicherung angestrebt [PBF+07, S. 702], [TDM11, S. 15]. In der Literatur existieren eine Vielzahl an FMEA-Anwendungsfeldern [Wer12, S. 13ff.]. Im Folgenden werden drei wesentliche Anwendungsgebiete der FMEA unterschieden [TDM11, S. 23ff.]⁵²:

- **System-FMEA:** Die System-FMEA findet in der Produktkonzipierung Anwendung. Auf Basis des Pflichtenheftes werden funktionale Fehler und Schwachstellen identifiziert und Auswirkungen auf das Gesamtsystem (Produkt) und den Kunden bewertet.
- **Konstruktions-FMEA:** Nach Fertigstellung des Entwurfs adressiert die Konstruktions-FMEA die Gestaltung und Auslegung einzelner Bauteile vor dem Hintergrund des Pflichtenheftes. Ziel ist ein – aus konstruktiver Sicht – einwandfreies Produkt.

⁵² Die drei Anwendungsgebiete orientieren sich an der VDA 1986; die VDA 1996 und 2006 unterscheiden bei der System-FMEA nochmals zwischen System und Produkt [TDM11, S. 23ff.]. Im Kontext der Adaptionplanung von CII liefert diese Aufteilung jedoch keinen weiteren Beitrag.

- **Prozess-FMEA:** Gegenstand der Prozess-FMEA ist der Fertigungsprozess. Es wird geprüft, ob ein Produkt vor dem Hintergrund der konstruktiven Spezifikation fehlerfrei hergestellt werden kann.

Die unterschiedlichen Anwendungsgebiete adressieren eine unterschiedliche Analysetiefe – die Methode folgt jedoch einem ähnlichen Vorgehen [TDM11, S. 17]. Die Phasenaufteilung des Vorgehensmodells variiert in der Literatur, die grundsätzlichen Aufgaben gleichen sich hingegen [PBF+07, S. 703ff.], [Sch93, S. 16ff.], [TDM11, S. 32ff.], [Wer12, S. 21ff.]. In der vorliegenden Arbeit wird der Struktur von PAHL/BEITZ gefolgt (vgl. Bild 3-27).

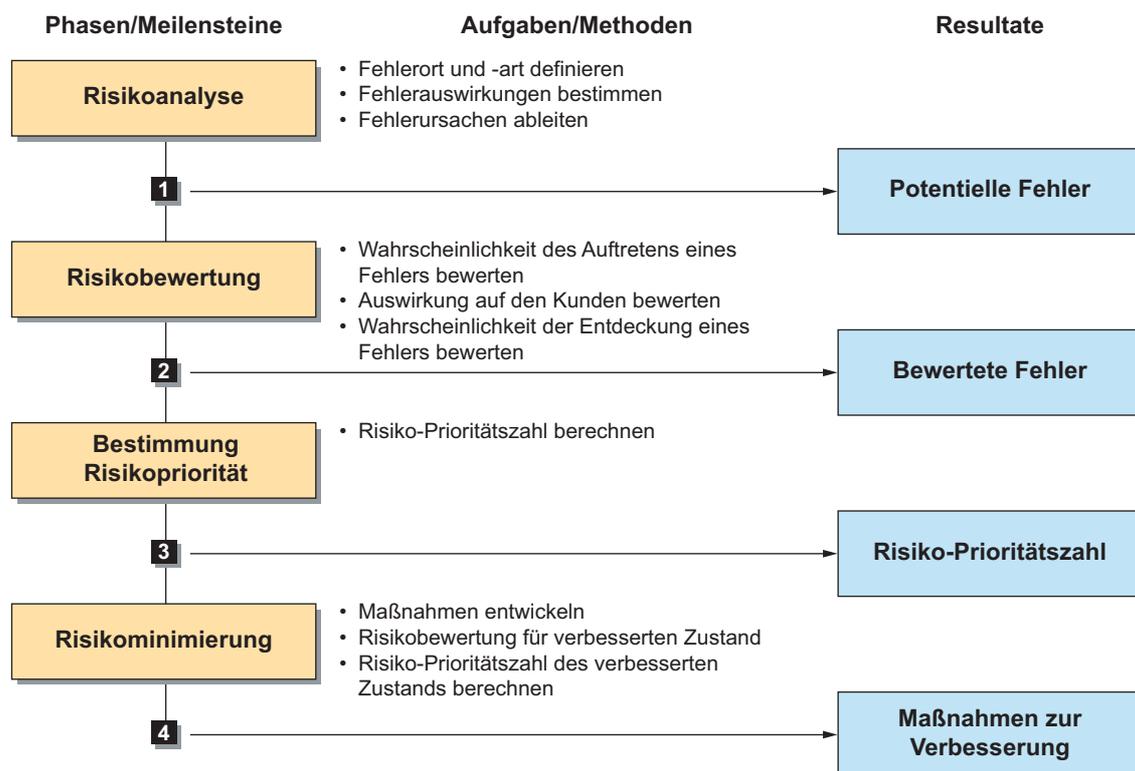


Bild 3-27: Vorgehen bei der FMEA in Anlehnung an [PBF+07, S. 703f.]

Risikoanalyse: Im Rahmen der Risikoanalyse wird zunächst ein potentieller Fehler angenommen – Ort und Art des Fehlers werden kurz beschrieben. Anschließend werden Auswirkung und Ursache des Fehlers bestimmt [PBF+07, S. 703f.], [Sch93, S. 16f.].

Risikobewertung: Eingangs wird die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Fehlers bewertet. Die Skala bietet dabei den Wertebereich von 1 (unwahrscheinlich) bis 10 (hoch). Analog dazu wird die Bedeutung eines Fehlers erfasst. Hierzu wird die Auswirkung auf den Kunden auf einer Skala von 1 (kaum wahrnehmbare Auswirkungen) bis 10 (äußerst schwerwiegender Fehler) bewertet. Abschließend wird die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung eines Fehlers vor Auslieferung an den Kunden quantifiziert. Das Bewertungsspektrum erstreckt sich von 1 (hoch) bis 10 (unwahrscheinlich) [PBF+07, S. 703f.], [Sch93, S. 18ff.].

Bestimmung Risikopriorität: Aus dem Produkt der Bewertungen von Auftreten, Bedeutung und Entdeckung resultiert die Risiko-Prioritätszahl (RPZ). Aus den einzelnen Bewertungsspektren ergibt sich ein Wertebereich von 1 bis 1000. Eine RPZ größer als 125 deutet auf ein kritisches Problem hin [PBF+07, S. 703f.], [Sch93, S. 22f.].

Risikominimierung: In der vierten Phase werden Maßnahmen empfohlen, um den Zustand zu verbessern. Für durchgeführte Maßnahmen lässt sich nachfolgend analog zu Phase zwei eine neue RPZ bestimmen. Ist die RPZ nicht mehr im kritischen Bereich, war das Vorgehen erfolgreich, andernfalls sind weitere Maßnahmen zu definieren [PBF+07, S. 703f.], [Sch93, S. 24], [TDM11, S. 39f.].

Die Durchführung der FMEA wird durchgängig mittels eines Formblatts⁵³ unterstützt [PBF+07, S. 104]. Auf dieser Basis werden alle Ergebnisse strukturiert und nachvollziehbar dokumentiert [TDM11, S. 40f.].

Bewertung:

Die FMEA ist ein analytisches Verfahren zur Erfassung potentieller Fehler in Systemen, Konstruktionen und Prozessen. Das Verfahren folgt der Strategie, Fehler zu vermeiden, statt diese im Nachhinein zu korrigieren. Analog zur ISO 31000 werden Risiken identifiziert, bewertet, priorisiert und im Vorhinein Maßnahmen abgeleitet. Die verwendeten Bewertungskriterien Auswirkung und Auftrittswahrscheinlichkeit lassen sich auf die Adaptionenplanung von CII transferieren: Hat eine nicht gelöste Herausforderung erhebliche Auswirkungen auf den Projekterfolg und tritt sie mit großer Wahrscheinlichkeit ein, ist sie zur Reduzierung der Unsicherheiten vorrangig zu behandeln.

3.5 Handlungsbedarf

Bild 3-28 zeigt die zusammenfassende Bewertung der vorgestellten Modelle, Methoden und Hilfsmittel aus dem Stand der Technik hinsichtlich der Anforderungen an eine Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen (vgl. Abschnitt 2.6). Da kein Ansatz alle Anforderungen erfüllt, wird nachfolgend auf den verbleibenden Handlungsbedarf eingegangen.

A1: Planung von Cross-Industry-Innovationen

Die Systematik muss ein Vorhaben für Cross-Industry-Innovationen in den Kontext eines methodischen Vorgehens stellen. Diese Anforderung wird von vielen Modellen für CII teilweise erfüllt. Jedoch konnte keine vollumfängliche Systematik identifiziert werden. Es existiert Handlungsbedarf in allen Phasen sowie bei der Durchgängigkeit des Vorgehens.

⁵³ Einen Überblick verschiedener Varianten von Formblättern liefert [TDM11, S. 42ff.].

Bewertung der untersuchten Ansätze hinsichtlich der gestellten Anforderungen. Fragestellung: Wie gut erfüllen die untersuchten Ansätze (Zeile) die gestellten Anforderungen an eine Systematik zu Planung von Cross-Industry-Innovationen (Spalte)? Bewertungsskala: ○ = nicht erfüllt ◐ = teilweise erfüllt ● = voll erfüllt		Anforderungen (A)								
		Übergeordnet		Abstraktion		Analogiesuche			Adaptionsplanung	
		Planung von CII	Branchenübergreifende Anwendbarkeit	Unterstützung bei der Abstraktion	Eingangsgröße für medienb. Suche	Auswahl von Suchbranchen	Unterstützung medienbasierte Suche	Spezifisches Vokabular	Bewertung der Suchergebnisse	Reduzierung des Adaptionsrisikos
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Modelle für Cross-Industry-Innovationen	Dreistufiger Cross-Industry-Innovationen Prozess des ITEM-HSG	◐	◐	◐	○	◐	○	◐	○	
	Systematischer Prozess zur Entwicklung von radikalen CII nach GASSMANN und ZESCHKY	◐	●	◐	○	◐	○	◐	◐	
	A4-Innovationsprozess für Produktinnovationen durch analoges Denken nach GASSMANN und ZESCHKY	◐	◐	◐	◐	○	○	◐	◐	
	Cross-Industry-Innovation Prozess nach ENKEL und HORVÁTH	◐	●	◐	○	○	○	◐	○	
	Management Framework und CII-Suchprozess nach BRUNSWICKER, WARSCHAT und HUTSCHEK	◐	●	◐	○	●	○	◐	◐	
	Systematische Anwendung innovativer Analogien in der Produktentwicklung nach KALOGERAKIS	◐	●	◐	◐	○	◐	●	◐	
	Five CrossUp-Methode nach STEINLE, MIJNALS und MUCKENSCHNABEL	◐	●	○	○	◐	○	●	○	
	Knowledge Reuse for Innovation-Modell nach MAJCHRZAK, COOPER und NEECE	◐	◐	◐	◐	○	◐	●	◐	
	Multi Cross Industry Innovationen nach KAHN und MÖHRLE	◐	●	◐	○	◐	○	◐	◐	
	Broadcast Search nach LAKHANI	◐	●	◐	◐	○	◐	◐	○	
	Abstraktion	Funktionen	○	●	●	◐	○	○	○	○
Synektik nach GORDON		○	●	●	○	○	○	◐	○	
Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ)		◐	●	●	◐	○	○	○	○	
Laterales Denken nach DE BONO		○	●	●	○	○	○	◐	◐	
Analogiesuche	Relevance Feedback nach SALTON	○	●	○	◐	○	●	○	○	
	Query Expansion	○	●	○	◐	○	●	○	○	
	Semantik im Technologie Monitoring nach WARSCHAT, KORELL und SCHMITZ	○	●	◐	●	○	●	○	○	
	Methode zur Identifikation ähnlicher technischer Lösungen nach GAAG, KOHN, LINDEMANN und PONN	○	●	◐	●	○	●	○	○	
	Co-Wort Analyse	○	●	○	◐	○	●	○	○	
	KNIME	○	●	○	◐	○	●	○	○	
Adaptionsplanung	Risikomanagementprozess nach ISO 31000	○	●	○	○	○	○	◐	●	
	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)	○	●	○	○	○	○	◐	●	

Bild 3-28: Bewertung der untersuchten Ansätze hinsichtlich der Anforderungen an die Planung von Cross-Industry-Innovationen

A2: Branchenübergreifende Anwendbarkeit

Die Anforderung wird von einer Vielzahl der Modelle und Hilfsmittel aus dem Stand der Technik erfüllt; dies ist jedoch teilweise auf den hohen Abstraktionsgrad der Modelle zurückzuführen. Sinnvolle Aspekte für die zu entwickelnde Systematik sind auf Tauglichkeit zu prüfen und in das Systematik zu integrieren.

A3: Unterstützung bei der Abstraktion

Die Anforderung nach einer systematischen Abstraktion technischer Probleme wird von den CII-Modellen nicht hinreichend erfüllt. Die meisten Methoden fordern lediglich eine Abstraktion – beinhalten jedoch keine expliziten Methoden oder liefern keine detaillierte Anleitung. GASSMANN und ZESCHKY sowie KALOGERAKIS greifen auf eine Form der progressiven Abstraktion zurück, hierbei handelt es sich jedoch um ein vorrangig intuitives Vorgehen. Im Rahmen des Stands der Technik untersuchte Methoden zur Abstraktion erfüllen diese Anforderung hingegen voll. Sie können daher unter Berücksichtigung anderer Anforderungen bei der Entwicklung einer Systematik einen Beitrag leisten.

A4: Überführung des abstrakten Problems in eine Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche

Kein CII-Modell im Stand der Technik erlaubt eine systematische Überführung des abstrahierten Problems in eine Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche. Oftmals wird lediglich gefordert, dass das (abstrahierte) Problem in Suchbegriffe umzuformulieren ist. Die Verwendung von Suchbegriffen erscheint sinnvoll. Eine Erläuterung der Überführung eines abstrahierten Problems in geeignete Suchbegriffe liefern lediglich die Ontologie-basierten Ansätze der Analogiesuche von WARSCHAT ET AL. sowie GAAG ET AL. – sie erfüllen jedoch nicht in Gänze die Anforderung nach einer Abstraktionstechnik (A3). Vor diesem Hintergrund bedarf es eines Vorgehens, das im Rahmen der Abstraktion die Ableitung Suchbegriffen für eine medienbasierte Suche ermöglicht. Hierbei sollte ein Vorgehen gewählt werden, dass über die ausschließliche Modellierung von Funktionen hinausgeht und den gewünschten Zielzustand des Problems in den Vordergrund stellt.

A5: Auswahl von Suchbranchen

Das Vorgehen von BRUNSWICKER, adressiert die Auswahl von Suchbranchen als Element einer Suchstrategie. In diesem Rahmen wird auf abstrakte strukturelle Ähnlichkeiten zwischen dem eigenen Suchfeld und potentiellen Suchbranchen sowie auf die technologische und kognitive Distanz zurückgegriffen. STEINLE ET AL. suchen in Branchen, die sich mit ähnlichen Problemen beschäftigen – erläutern ihr Vorgehen jedoch lediglich generisch. Beide Vorgehen erscheinen Erfolg versprechend und sind auf Tauglichkeit zu überprüfen.

A6: Unterstützung einer medienbasierten Suche

Die medienbasierte Suche wird von einigen CII-Modellen im Stand der Technik thematisiert – es wird jedoch nur auf eine medienbasierte Suche mittels Internetsuchmaschinen hingewiesen. Vor dem Hintergrund der geschilderten Herausforderungen in Abschnitt 2.4.2 ist dies jedoch nicht hinreichend. Im Rahmen der Analogiesuche untersuchte Ansätze erfüllen die Anforderung und können einen Beitrag leisten. Insbesondere die technischen Funktionalitäten von KNIME könnten eine pragmatische Umsetzung einer medienbasierten Suche erlauben.

A7: Berücksichtigung des branchen- und anwendungsspezifischen Vokabulars

Die Berücksichtigung des branchen- und anwendungsspezifischen Vokabulars bei einer medienbasierten Suche wird in den vorgestellten CII-Modellen nicht berücksichtigt. Bei Ontologie-basierten Ansätzen könnten Mehrdeutigkeiten berücksichtigt werden, es müsste jedoch das gesamte branchenspezifische Vokabular hinterlegt werden. Dies erscheint schwierig. Weitere im Kontext der Analogiesuche untersuchte Ansätze können jedoch einen Beitrag leisten: So erlaubt Query Expansion unter Berücksichtigung der Suchergebnisse (lokales Vorgehen) eine zyklische Anpassung der Suchbegriffe einer Suchanfrage unter Berücksichtigung der erzielten Ergebnisse. Es ist denkbar, auf diesem Weg eine abstrakte Suchanfrage schrittweise in branchen- und anwendungsspezifisches Vokabular zu *übersetzen*. Hierbei sind Mehrdeutigkeiten von Wörtern zu berücksichtigen.

A8: Bewertung der Suchergebnisse

Die Anforderung nach einer Bewertung aus Markt- und Technologiesicht wird von allen diskutierten CII Modellen mindestens teilweise erfüllt. Insbesondere MAJCHRZAK ET AL., KALOGERAKIS sowie STEINLE ET AL. erfüllen die gestellte Anforderung voll. In den meisten anderen Modellen erfolgt die Bewertung anhand von generischen Dimensionen; detaillierte Kriterien und Bewertungsmaßstäbe werden häufig nicht genannt. Bei der Entwicklung einer Systematik zur Planung von CII sind die angeführten Bewertungsdimensionen und Kriterien zu berücksichtigen.

A9: Reduzierung des Adaptionrisikos

Die vorausschauende Planung der Adaption wird von einigen CII-Modellen thematisiert – die Minimierung des Adaptionrisikos wird höchstens in Ansätzen adressiert. Der generische Risikomanagementprozess der ISO 31000 sowie die FMEA können einen Beitrag leisten: Antizipierte Herausforderungen bei der Adaption sind einer Bewertung zu unterziehen. Hat eine nicht gelöste Herausforderung erhebliche Auswirkungen auf den Projekterfolg und tritt sie mit großer Wahrscheinlichkeit auf, hat sie ein großes Gefährdungspotential und ist zur Reduzierung der Unsicherheiten vorrangig zu behandeln. Durch die Definition von Maßnahmen lassen sich Handlungsschritte für eine effiziente und risikominimale Adaption planen. Im Rahmen der Systematik müssen daher Herausforderungen systematisch identifiziert und der vorgestellte Gedankengang im Rahmen der Systematik berücksichtigt werden.

4 Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen

Alles Gescheite ist schon gedacht worden, man muss nur versuchen, es noch einmal zu denken.

– JOHANN WOLFGANG VON GOETHE

Dieses Kapitel beschreibt die Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen. Die Systematik soll den identifizierten Herausforderungen und Anforderungen der Problemanalyse (vgl. Abschnitte 2.5 u. 2.6) sowie dem zuvor dargestellten Handlungsbedarf (vgl. Abschnitt 3.5) gerecht werden.

In Abschnitt 4.1 wird zunächst ein Überblick über die Systematik gegeben. Die vier Phasen des Vorgehens werden in den folgenden Abschnitten 4.2 bis 4.5 erläutert, wobei jeder Abschnitt eine Phase adressiert. Zum besseren Verständnis und zur Validierung des Vorgehens dient ein Projekt zur Identifikation von Cross-Industry-Innovationen bei einem Hersteller von Elektrogeräten für Haushalt und Industrie – aus Gründen der Geheimhaltung erfolgt die Darstellung des Projekts in Auszügen mit teilweise veränderten Bewertungen. Das Kapitel endet mit einer Bewertung der Systematik anhand der Anforderungen (vgl. Abschnitt 4.6).

4.1 Vorgehensmodell

Die Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovation gliedert sich in vier Phasen (vgl. Bild 4-1). Im Folgenden werden die einzelnen Phasen kurz vorgestellt.

Problemfindung: Das Vorgehen setzt bei der Suche nach technischen Problemen im Unternehmen an. Die Suche erfolgt mittels etablierter Methoden wie Quality Function Deployment oder Befragungen von Entwicklern. Anschließend wird eine Bewertung der identifizierten Probleme anhand der Dimensionen *Vielschichtigkeit*, *Fähigkeiten zur Lösung* und *Zukunftsrelevanz* durchgeführt. Zur Auswahl eines Problems dient ein Portfolio, in dem die Bewertungen hinsichtlich der drei Dimensionen zusammengeführt werden. Das am höchsten bewertete und somit priorisierte Problem wird ausgewählt und dient als Eingangsgröße für die nächste Phase.

Suchstrategieentwicklung: Die zweite Phase beginnt mit der Festlegung des Projektteams im Kontext des priorisierten Problems. Im Wesentlichen wird überprüft, ob die notwendigen *Fähigkeiten* und *Ressourcen* für die weitere Anwendung der Systematik zur Verfügung stehen. Anschließend erfolgt eine Abstraktion des priorisierten Problems. Mittels einer neu entwickelten Abstraktionstechnik wird eine lösungsneutrale Problembeschreibung vor dem Hintergrund des gewünschten Zielzustands entwickelt. Die Beschreibung erlaubt die Ableitung von Suchbegriffen für eine medienbasierte Suche. Es folgt eine Auswahl von Suchbranchen, in denen nach analogen Problemen und Lösungen gesucht werden soll. Hierzu werden für jede Branche die Dimensionen *Prob-*

lemrelevanz, Innovationsaktivität und Branchendistanz bewertet und darauf aufbauend Suchbranchen ausgewählt. Das Projektteam, die abstrakte Problembeschreibung mit Suchbegriffen sowie die Suchbranchen werden abschließend in einer Suchstrategie konsolidiert, wie sie in ähnlicher Weise auch von BRUNSWICKER ET AL. zur Vorbereitung einer Suche entwickelt wird (vgl. Abschnitt 3.1.5). Die Suchstrategie stellt das Resultat der Phase dar.

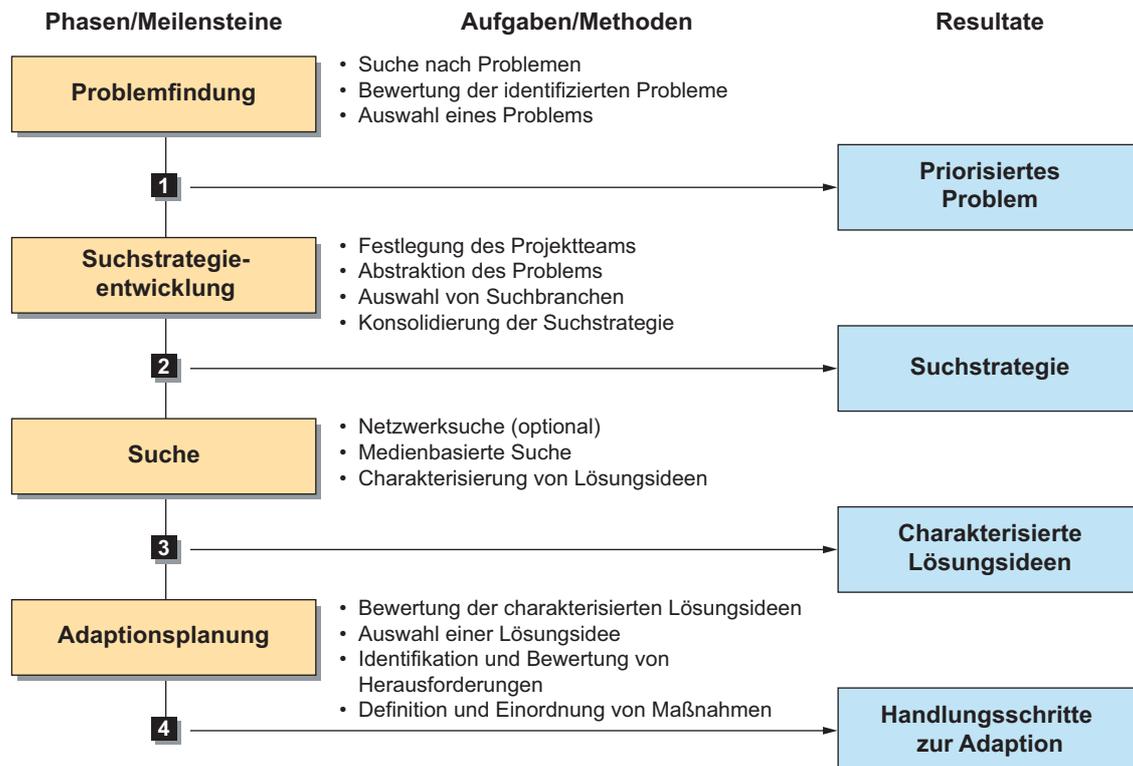


Bild 4-1: Vorgehensmodell der Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen in Anlehnung an [AEG+12, S. 153ff.]⁵⁴

Suche: Für die Suche existieren in der vorliegenden Systematik zwei Möglichkeiten: Die Suche kann mittels Experten in Form einer optionalen Netzwerksuche sowie als medienbasierte Suche im Internet durchgeführt werden. Bei der Netzwerksuche wird Experten aus den Suchbranchen die abstrakte Problembeschreibung vorgelegt. Sie werden gebeten, auf dieser Basis Lösungsideen für das beschriebene Problem und weitere Experten für die Netzwerksuche zu nennen. Diesem Vorgehen wird gefolgt bis eine ausreichende Anzahl an Lösungsideen vorliegt. Die medienbasierte Suche setzt bei einem lokalen Query Expansion Vorgehen (vgl. Abschnitt 3.3.2) an und nutzt die Funktionalitäten des IT-Werkzeugs KNIME (vgl. Abschnitt 3.3.6). Die Suche folgt einem zyklischen Vorgehen: Eingangs werden relevante Dokumente in den Suchbranchen anhand der Suchbegriffe aus Phase zwei identifiziert und einer Analyse unterzogen. Ergebnis

⁵⁴ Weitere Entwicklungsstufen des Vorgehensmodells enthalten [EAE+13, S. 6ff.], [EAG13a, S. 937ff.], [EAG13b, S. 2ff.], [EAG13c, S. 663ff.], [EAG13d, S. 3ff.], [KEA+13, S. 419ff.].

der Analyse sind Schlagwörter, die den Inhalt der analysierten Dokumente repräsentieren. Die Schlagwörter erlauben die Ableitung von ersten Lösungsideen. Nachfolgend wird eine Annäherung an das branchen- und anwendungsspezifische Vokabular angestrebt. Hierzu werden zunächst ungeeignete Schlagwörter entfernt und Dokumente themenspezifisch durch eine Clusteranalyse zusammengefasst. Anschließend werden die resultierenden Themencluster überprüft und relevante Cluster ausgewählt. Sie liefern weitere Lösungsideen und bilden die Basis für spezifischere Suchanfragen. Es folgt ein weiterer Durchlauf des Suchzyklus‘ zur Detaillierung der relevanten Cluster. Das Vorgehen wird beendet, wenn eine zufriedenstellende Anzahl an Lösungsideen identifiziert wurde. Zum Ende der Phase werden die Lösungsideen aus der Netzwerksuche und der medienbasierten Suche charakterisiert. Sie stellen das Resultat der Phase dar.

Adaptionsplanung: In der vierten Phase gilt es zunächst, die charakterisierten Lösungsideen zu bewerten. Hierzu dienen in Anlehnung an STEINLE ET AL. (vgl. Abschnitt 3.1.7) und MAJRCHZAK ET AL. (vgl. Abschnitt 3.1.8) die Dimensionen *Markt- und Technologierelevanz*. Zur Auswahl einer Lösungsidee wird ein Portfolio verwendet, in dem die Bewertungen der Lösungsideen in den beiden Dimensionen zusammengeführt werden. Die am höchsten priorisierte Lösungsidee wird ausgewählt. Anschließend werden Herausforderungen bei der Adaption identifiziert und bewertet. Zur Identifikation dient ein Abgleich der Lösungsidee mit den zu erfüllenden Anforderungen. Denkbare Herausforderungen werden nachfolgend hinsichtlich ihres *Gefährdungspotentials* bewertet. Hierzu dienen die Dimensionen *Auftrittswahrscheinlichkeit* und *Auswirkungen auf den Projekterfolg*. Auf dieser Basis werden Maßnahmen zur Reduzierung des Adaptionsrisikos definiert. Die Einordnung der Maßnahmen in den unternehmensspezifischen Innovations- und Entwicklungsprozess stellt das Resultat des Vorgehens dar: Handlungsschritte zur Adaption.

4.2 Problemfindung

Ziel der ersten Phase ist ein Problem, welches sich für den branchenübergreifenden Lösungstransfer eignet (vgl. Abschnitt 2.5). Hierzu erfolgt eingangs eine lösungsoffene Suche nach geeigneten Problemen im Unternehmen oder Geschäftsbereich (vgl. Abschnitt 4.2.1). Eine anschließende Bewertung in Abschnitt 4.2.2 erlaubt die Priorisierung und Auswahl eines geeigneten Problems in Abschnitt 4.2.3.

4.2.1 Suche nach Problemen

Ausgangspunkt für die Systematik zur Planung von CII ist ein beliebiges produzierendes Unternehmen oder ein entsprechender Geschäftsbereich, der eine Öffnung des Innovationsprozesses für externe Lösungsideen anstrebt. Im Validierungsprojekt wurde im betrachteten Unternehmen der Geschäftsbereich *Trockengeräte für den gewerblichen Einsatz* gewählt. Als Grundlage für das weitere Vorgehen wurde ein spezifisches gewerbliches Trockengerät ausgewählt.

Zur Identifikation von technischen Problemen eignen sich etablierte Methoden wie Quality Function Deployment⁵⁵ oder Befragungen beispielsweise von Entwicklern. Da für die Suche lediglich bewährte Methoden angewendet werden, wird auf eine detaillierte Vorstellung verzichtet und die Probleme als gegeben angenommen. Im Validierungsbeispiel wurden mittels Befragungen in kürzester Zeit eine Vielzahl an Problemen identifiziert und dokumentiert.

Die Dokumentation umfasst eine Nummerierung, eine Bezeichnung sowie eine Kurzbeschreibung in der *Sprache* des Unternehmens bzw. des Entwicklers. Ferner ist für Rückfragen die Quelle des Problems vermerkt. Tabelle 4-1 zeigt einen Ausschnitt der identifizierten Probleme aus dem Validierungsprojekt.

Tabelle 4-1: Liste identifizierter Probleme⁵⁶ (Auszug)

Liste identifizierter Probleme			
Geschäftsbereich: Trockengeräte für den gewerblichen Einsatz			
Stand: 15. April 2013			
Bearbeiter: N. Echterhoff			
Nr.	Bezeichnung	Kurzbeschreibung	Quelle
1	Eliminieren von Feuchtigkeit	Nach dem Waschprozess ist die Wäsche nass und muss im Anschluss getrocknet werden. Die in der Wäsche verbliebene Restfeuchte soll dabei entzogen werden.	Hr. ...
2	Filtern von Staub und Flusen aus der Luft	Während des Trocknungsprozesses nimmt die Luft Staub und Flusen aus der Wäsche auf. Staub und Flusen setzen beim heutigen Lösungsprinzip und mangelnder Reinigung den Wirkungsgrad der Maschine herab und müssen der Luft entzogen werden.	Fr. ...
3	Antrieb der Trommel	Um die Trommel in Bewegung zu versetzen, ist ein Antrieb notwendig. Der Antrieb sollte eine qualitativ hochwertige, einfache und kostengünstige Schnittstelle zur Trommel haben.	Fr. ...
4	Verschleißfreie Abdichtung	Die Trommel ist ein wesentlicher Teil des prozessluftdurchströmten Bauraums. Aus diesem Grund muss die Trommel gegenüber dem Gehäuse axial und radial abgedichtet werden. Die Rotation der Trommel führt nach einiger Zeit zum Verschleiß der Dichtungen.	Hr. ...
5	Detektion der Wassermenge in der Wäsche	Während des Trocknungsprozesses ändert sich die im Trockengut enthaltene Menge an Wasser. Zur Steuerung des Trocknungsprozesses ist eine kontinuierliche Detektion der Wassermenge erforderlich.	Hr. ...
6	Ergonomie der Be- und Entladung	Die Befüllung der Trommel ist mit körperlicher Anstrengung verbunden. Durch eine ergonomische Gestaltung des Trockengeräts können der Arbeitsablauf und die Arbeitsbedingungen räumlich und zeitlich optimiert werden.	Fr. ...
7	Lagerung der Trommel	Die Lagerung der Trommel wird teilweise erheblich belastet. Lagerkräfte, Reibung und Kosten sind gering zu halten.	Fr. ...

⁵⁵ Eine Erläuterung der Methode Quality Function Deployment liefert [GEK01, S. 65ff.].

⁵⁶ Das Beispiel zeigt, dass es sich an dieser Stelle nicht immer um Probleme im Sinne der Definition von Abschnitt 2.1.1 handelt. Für die vorliegende Systematik ist dies zunächst unkritisch. Eine Identifikation der wesentlichen Hindernisse bei der Erreichung des gewünschten Zielzustands erfolgt in Abschnitt 4.3.2.

4.2.2 Bewertung der identifizierten Probleme

Im nächsten Schritt erfolgt eine Bewertung der identifizierten Probleme. Die Erarbeitung von CII ist mit zeitlichen und finanziellen Aufwänden verbunden. Je schwieriger sich ein Problem für das eigene Unternehmen darstellt, desto eher eignet sich der systematische Rückgriff auf branchenfremdes Wissen (vgl. Abschnitt 2.5).

Zur Ermittlung der CII-Priorität eines Problems wird eine Bewertung vorgeschlagen, die dem Problemverständnis der vorliegenden Arbeit folgt (vgl. Abschnitt 2.1.1): Bei der Transformation in den gewünschten Zielzustand des Problems existieren Hindernisse [PBF+07, S. 60]. Diesem Bild folgend werden einerseits die Höhe (Vielschichtigkeit des Problems) und andererseits die Fähigkeit zur Überwindung des Hindernisses durch das Unternehmen (Fähigkeiten zur Lösung des Problems) bewertet. Darüber hinaus gilt es zu ermitteln, ob das Problem am Markt auch zukünftig von Bedeutung ist (Zukunftsrelevanz) (vgl. Abschnitt 2.2). Die Dimensionen werden nachfolgend vorgestellt und die subjektive Einschätzung mittels Bewertungskriterien und -maßstäben belegt.

Vielschichtigkeit des Problems

Vielschichtigkeit kann laut DUDEN als *komplex wirkend* verstanden werden [Dud14b-ol]. Vielschichtigkeit beschreibt in der vorliegenden Arbeit das Problem ohne eine Einschätzung der Fähigkeit zur Lösung. Je höher das Hindernis im Transformationsprozess, desto vielschichtiger das Problem, desto höher das Risiko zu scheitern, desto eher empfiehlt sich der systematische Rückgriff auf Lösungen anderer Branchen. Zur Unterstützung einer subjektiven Bewertung wird auf zwei Kriterien zurückgegriffen, die sich an den Merkmalen eines Problems orientieren (vgl. Abschnitt 2.1.1) [Dör79, S. 10], [PBF+07, S. 60], [AEG+12, S. 154]:

- **Grad der Komplexität:** Die Komplexität von Problemen kann über die Anzahl der involvierten Komponenten und deren Vernetzung beschrieben werden. Je mehr Komponenten beteiligt sind und je höher der Vernetzungsgrad untereinander, desto höher ist die Komplexität des Problems. Eine hohe Komplexität deutet auf ein vielschichtiges Problem hin.
- **Grad der Bestimmtheit:** Probleme zeichnen sich häufig durch unklare Definitionen und Eingrenzungen aus. Ist ein Problem undefiniert und nicht eingegrenzt, kann es als vielschichtig bezeichnet werden.

Für jedes Kriterium wurden Bewertungsmaßstäbe definiert (vgl. Tabelle 4-2). So betrifft beispielsweise die *Verschleißfreie Abdichtung (Nr. 4)* aus Sicht des Unternehmens mehrere, stark vernetzte Komponenten und verfügt daher über eine hohe Komplexität. Das Problem ist jedoch weitestgehend klar definiert; der Grad der Bestimmtheit wird daher mit 1 bewertet.

Tabelle 4-2: Bewertungsmaßstäbe für die Vielschichtigkeit des Problems

Vielschichtigkeit des Problems		Bewertungsmaßstab				
		0	1	2	3	
Bewertungs-kriterien	1	Grad der Komplexität	Wenige Komponenten, keine Vernetzung	Einige Komponenten, geringe Vernetzung	Mehrere Komponenten, starke Vernetzung	Viele Komponenten, sehr starke Vernetzung
	2	Grad der Bestimmtheit	Klar definiertes und eingegrenztes Problem	Weitestgehend klar definiertes und größtenteils eingegrenztes Problem	Unklar definiertes Problem mit wenigen Eingrenzungen	Undefiniertes und nicht eingegrenztes Problem

Fähigkeiten zur Lösung des Problems

Analog zur Bewertung der Vielschichtigkeit des Problems gilt es, die Fähigkeiten zur Lösung des Problems aus Sicht des Unternehmens zu beurteilen. So ist es denkbar, dass auch kleine Hindernisse Unternehmen vor große Herausforderung stellen können oder umgekehrt große Hindernisse mit Leichtigkeit überwunden werden können. Ist ein Hindernis nur schwer zu überwinden, empfiehlt sich der systematische Rückgriff auf branchenfremde Lösungen. Die Bewertung wird in der vorliegenden Arbeit durch vier Kriterien unterstützt, die das Unternehmen und in Teilen die eigene Branche adressieren [AEG+12, S. 154]:

- **Lösungsversuche:** Unter diesem Kriterium wird die Anzahl bereits unternommener (und somit fehlgeschlagener) Lösungsversuche erfasst. Ist ein Problem in der eigenen Branche schon häufig thematisiert und nicht gelöst worden, ist dies ein Indikator für einen Mangel an Fähigkeiten zur Lösung des betrachteten Problems.
- **Komparative Charakterisierung:** Hier wird das zu bewertende Problem mit anderen gelösten und ungelösten Problemen verglichen. Es gilt abzuschätzen, wie häufig im eigenen Unternehmen schon vergleichbare Probleme gelöst wurden. Eine Vielzahl ähnlicher gelöster Probleme lässt ausreichende Fähigkeiten zur Problemlösung vermuten.
- **Erforderliches Wissen:** Das Kriterium bewertet, welche Art von Wissen erforderlich ist. Das Kontinuum erstreckt sich von einem Problem, das mit Wissen aus dem eigenen Unternehmen zu lösen ist bis zu einem Problem, das lediglich mit erheblichem Wissen aus fremden Branchen lösbar erscheint. Ist branchenfremdes Wissen in großem Umfang erforderlich, deutet dies auf einen Mangel an Fähigkeiten zur Lösung des Problems hin.
- **Definition von Lösungsstrategien:** Lösungsstrategien bezeichnen sinnvolle Wege zur Lösung des Problems. Mit Hilfe des Kriteriums wird erfasst, inwieweit die Mitarbeiter des Unternehmens Wege zur Lösung des Problems definieren können. Ist dieses ohne Weiteres möglich, scheinen die erforderlichen Fähigkeiten verfügbar zu sein.

Für jedes Kriterium ist ein Bewertungsmaßstab entwickelt worden (vgl. Tabelle 4-3). So sind beispielsweise für das Problem *Antrieb der Trommel (Nr. 3)* bisher nur wenige Lösungsversuche bekannt – das Kriterium *Lösungsversuche* wurde daher mit 1 bewertet. Das *Filtern von Staub und Flusen aus der Luft (Nr. 2)* wurde schon sehr häufig erfolgreich thematisiert und daher mit 3 bewertet.

Tabelle 4-3: Bewertungsmaßstäbe für die Fähigkeiten zur Lösung des Problems

Fähigkeiten zur Lösung des Problems		Bewertungsmaßstab				
		0	1	2	3	
Bewertungskriterien	1	Lösungsversuche	Bisher keine Lösungsversuche bekannt	Wenige Lösungsversuche in der Branche bekannt	Einige Lösungsversuche in der Branche bekannt	Viele Lösungsversuche in der Branche bekannt
	2	Komparative Charakterisierung	Viele vergleichbare Probleme im eigenen Unternehmen	Einige vergleichbare Probleme im eigenen Unternehmen	Nur wenige vergleichbare Probleme im eigenen Unternehmen	Einmaliges Problem im eigenen Unternehmen
	3	Erforderliches Wissen	Wissen im Unternehmen verfügbar	Wissen ist zu Teilen im Unternehmen und zu Teilen in der eigenen Branche verfügbar	Wissen existiert nur zu Teilen in der eigenen Branche	Wissen in der eigenen Branche nicht verfügbar
	4	Definition von Lösungsstrategien	Viele alternative Lösungsstrategien denkbar	Einige alternative Lösungsstrategien denkbar	Wenige und nur bedingt geeignete Lösungsstrategien denkbar	Keine geeigneten Lösungsstrategien denkbar

Zukunftsrelevanz des Problems

Die Zukunftsrelevanz ist ein leicht zu übersehender Faktor bei der Auswahl von Problemen. Es wird bewertet, ob ein Problem auch zukünftig von Bedeutung ist oder durch Entwicklungen am Markt nicht mehr relevant sein wird⁵⁷ [EAG13a, S. 937]. Es resultiert die Frage, wie die Zukunftsrelevanz von Problemen bewertet werden kann.

CII basieren auf Lösungen mit einem hohen Reifegrad und erlauben daher die Verkürzung von Entwicklungsprozessen (vgl. Abschnitt 2.3.2). Durch die Verkürzung der Time-to-Market ist der Planungshorizont kurz. Unter der Annahme eines Zeithorizonts von weniger als zwei Jahren wird in der vorliegenden Arbeit für die Ermittlung der Zukunftsrelevanz auf Trends⁵⁸ zurückgegriffen.

Auf Basis einer Trendanalyse⁵⁹ werden die relevanten Trends zunächst ermittelt, in Form von Steckbriefen dokumentiert und hinsichtlich der etablierten Kriterien *Eintrittswahrscheinlichkeit* und *Auswirkung auf den Geschäftsbereich* bewertet [GP14,

⁵⁷ Die Bewertung der Zukunftsrelevanz findet insbesondere im Rahmen der Strategieentwicklung Anwendung [Rey13, S. 113ff.], [Wen09, S. 110f.].

⁵⁸ GAUSEMEIER und PLASS definieren einen Trend als *eine mögliche Entwicklung in der Zukunft, die aufgrund einer hohen Wahrscheinlichkeit als relevant für die künftige Geschäftstätigkeit angesehen wird* [GP14, S. 91].

⁵⁹ Eine Erläuterung zur Trendanalyse liefert [GP14, S. 90ff.].

S. 97]. Zur Bewertung der Auswirkung empfiehlt sich die Ableitung von Chancen und Risiken. Im Validierungsprojekt wurden 15 Trends aus den Bereichen Industrie, Gesellschaft und Technologie identifiziert, in Form von Steckbriefen dokumentiert und gemäß der zuvor genannten Kriterien bewertet. Bild 4-2 zeigt einen beispielhaften Trendsteckbrief aus dem Validierungsprojekt.

Trend 1 (T1): Energiesparer erobern den Markt

Beschreibung

Trockengeräte werden häufig für ihren hohen Stromverbrauch und ihre mangelnde Energieeffizienz kritisiert. Die daraus resultierenden Kosten schrecken den Verbraucher in vielen Fällen vom Kauf ab. Rund 70% der Kunden würden jedoch für energieeffiziente Geräte mehr Geld ausgeben. Ein höherer Anschaffungspreis wird dabei durch mögliche Einsparungen über den Produktlebenszyklus legitimiert. Vor diesem Hintergrund wird die Entwicklung stromsparender Trockengeräte für die Unternehmen zur Pflichtaufgabe. Insbesondere Trockengeräte mit Wärmepumpentechnologie werden diesem Anspruch gerecht. Sie verbrauchen – im Gegensatz zu anderen Technologien – nur rund die Hälfte an Strom und erobern auf diese Weise den Markt.

Chancen

- Energieeffizienz als entscheidendes Kaufkriterium
- Energiesparende Trockengeräte versprechen hohe Absatzzahlen

Risiken

- Gefahr durch Wettbewerber überholt zu werden, falls diese energieeffizientere Geräte anbieten können

Bild 4-2: Trendsteckbrief T1: Energiesparer erobern den Markt

Da die Anzahl an identifizierten Trends ein handhabbares Maß leicht übersteigen kann, empfiehlt sich eine Vorauswahl bzw. Reduktion. Hierzu werden die Bewertungen der Trends gegenübergestellt – in der Praxis hat sich zur Visualisierung das Trendradar als geeignet erwiesen (vgl. Bild 4-3).

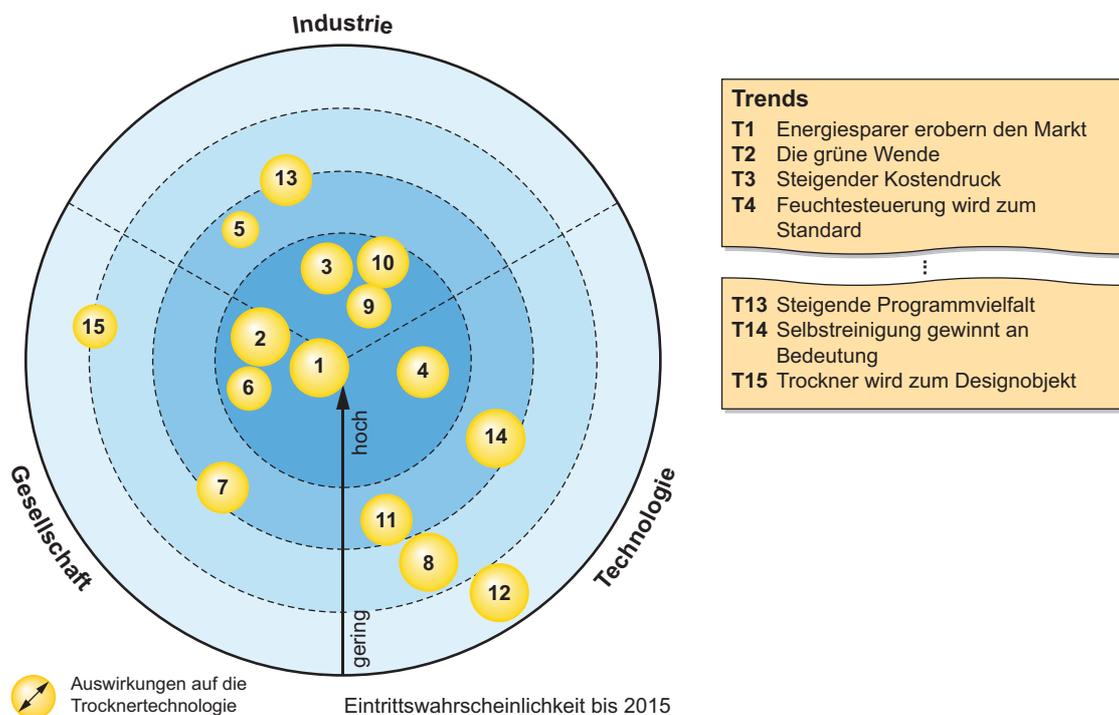


Bild 4-3: Konsolidierte Bewertung der Trends im Trendradar

Auf Basis des Trendradars⁶⁰ können Trends mit großer Auswirkung und Eintrittswahrscheinlichkeit ausgewählt werden. Anhand der ausgewählten Trends werden nachfolgend die Probleme bewertet. Für das Validierungsprojekt wurden die *Trends T1-T4, T6* sowie *T9* und *T10* ausgewählt.

Es gilt zu entscheiden, inwieweit ein Problem vor dem Hintergrund einer spezifischen zukünftigen Entwicklung an Bedeutung gewinnt oder verliert. Tabelle 4-4 zeigt den Bewertungsmaßstab. Hat eine zukünftige Entwicklung keinen Einfluss auf die Bedeutung des Problems bleibt die Bewertung aus. Der Maßstab erlaubt alternativ auch die Bewertung mit weiteren etablierten Methoden der Vorausschau wie beispielsweise der Szenario-Technik⁶¹. Ihr Einsatz empfiehlt sich insbesondere bei größeren Zeithorizonten [GP14, S. 55].

Tabelle 4-4: Bewertungsmaßstab für die Zukunftsrelevanz des Problems

Zukunftsrelevanz des Problems		Bewertungsmaßstab			
		0	1	2	3
Bewertungskriterium	Zukunftsrelevanz	Das Problem hat zukünftig keine Bedeutung mehr	Das Problem wird an Bedeutung verlieren	Das Problem wird an Bedeutung zunehmen	Die Bedeutung des Problems wird stark zunehmen

Im Rahmen des Validierungsprojekts wurde beispielsweise dem Problem *Eliminieren von Feuchtigkeit (Nr.1)* in Bezug auf Trend 1: *Energiesparer erobern den Markt* eine stark zunehmende Bedeutung zugemessen.

4.2.3 Auswahl eines Problems

Die Bewertungen der Probleme hinsichtlich Vielschichtigkeit, Fähigkeit zur Lösung und Zukunftsrelevanz aus dem vorherigen Abschnitt dienen als Eingangsgröße für die nachfolgende Priorisierung. Hierzu werden Nutzwertanalysen verwendet, wie sie in der Entscheidungsfindung häufig Anwendung finden [GP14, S. 129ff.], [LJZ08, S. 103], [PBF+07, S. 166f.]. Im Rahmen der Nutzwertanalysen werden die Kriterien einer jeden Dimension gewichtet; gleiches gilt für die zu berücksichtigten Trends. Die Gewichtung ist projektspezifisch anzupassen. Bleibt bei der Bewertung der Zukunftsrelevanz eine Bewertung aus, wird die Gewichtung proportional auf die anderen Trends verteilt. Tabelle 4-5 zeigt einen Auszug aus den Nutzwertanalysen der Dimensionen des Validierungsprojekts.

⁶⁰ Weitere Informationen zum Trendradar liefert [GP14, S. 100].

⁶¹ Eine Einführung in die Szenario-Technik liefert [GP14, S. 44ff.].

Tabelle 4-5: Nutzwertanalysen zur Bewertung der Probleme

Bewertungsmatrix Fragestellung: Welche Bewertung erzielt das Problem l (Spalte) bezüglich des Kriteriums k (Zeile)? Bewertungsskala: 0 bis 3 Bewertungsmaßstab: Gesonderten Tabellen zu entnehmen (siehe oben)	Problem	Eliminieren von Feuchtigkeit (Nr. 1)		Filtern von Staub und Flusen aus der Luft (Nr. 2)		Antrieb der Trommel (Nr. 3)		Verschleißfreie Abdichtung (Nr. 4)		
		G	B	BxG	B	BxG	B	BxG	B	BxG
Vielschichtigkeit des Problems										
Grad der Komplexität	0,6	2	1,2	3	1,8	1	0,6	2	1,2	
Grad der Bestimmtheit	0,4	2	0,8	2	0,8	3	1,2	1	0,4	
Summe	1	2		2,6		1,8		1,6		
Fähigkeiten zur Lösung des Problems										
Bisherige Lösungsversuche	0,3	3	0,9	3	0,9	1	0,3	2	0,6	
Komparative Charakterisierung	0,3	2	0,6	2	0,6	1	0,3	1	0,3	
Erforderliches Wissen	0,2	2	0,4	2	0,4	2	0,4	1	0,2	
Definition von Lösungsstrategien	0,2	2	0,4	3	0,6	2	0,4	0	0	
Summe	1	2,3		2,5		1,4		1,1		
Zukunftsrelevanz des Problems										
Trend 1: „Energiesparer erobern den Markt“	0,1	3	0,3	1	0,1	1	0,1	1	0,1	
Trend 2: „Die grüne Wende“	0,1	2	0,2	2	0,2	2	0,2	1	0,1	
Trend 3: „Steigender Kostendruck“	0,2	1	0,2	3	0,6	0	0	2	0,4	
Trend 4: „Feuchtesteuerung wird zum Standard“	0,1	3	0,3							
Summe	1	2		2,4		1		0,8		

Aus den Nutzwertanalysen resultieren einheitenlose Summen für jede Dimension. Sie quantifizieren Vielschichtigkeit, Fähigkeiten zur Lösung und Zukunftsrelevanz des jeweiligen Problems. Insbesondere die Probleme *Eliminieren von Feuchtigkeit (Nr. 1)* und *Filtern von Staub und Flusen aus der Luft (Nr. 2)* weisen durchgängig hohe Bewertungen auf. Eine eingängige Darstellung der Nutzwertanalysen für eine Priorisierung erlaubt ein Portfolio [GP14, S. 130], [Kam12, S. 679]. Bild 4-4 zeigt die resultierende Darstellung aus dem Validierungsprojekt.

Das Portfolio verdeutlicht: Insbesondere die *Probleme Nr. 1* und *Nr. 2* verfügen über eine hohe Priorität und zeichnen sich gleichzeitig durch eine hohe Zukunftsrelevanz aus. Für das weitere Vorgehen wird das am höchsten priorisierte Problem *Filtern von Staub und Flusen aus der Luft (Nr. 2)* ausgewählt.

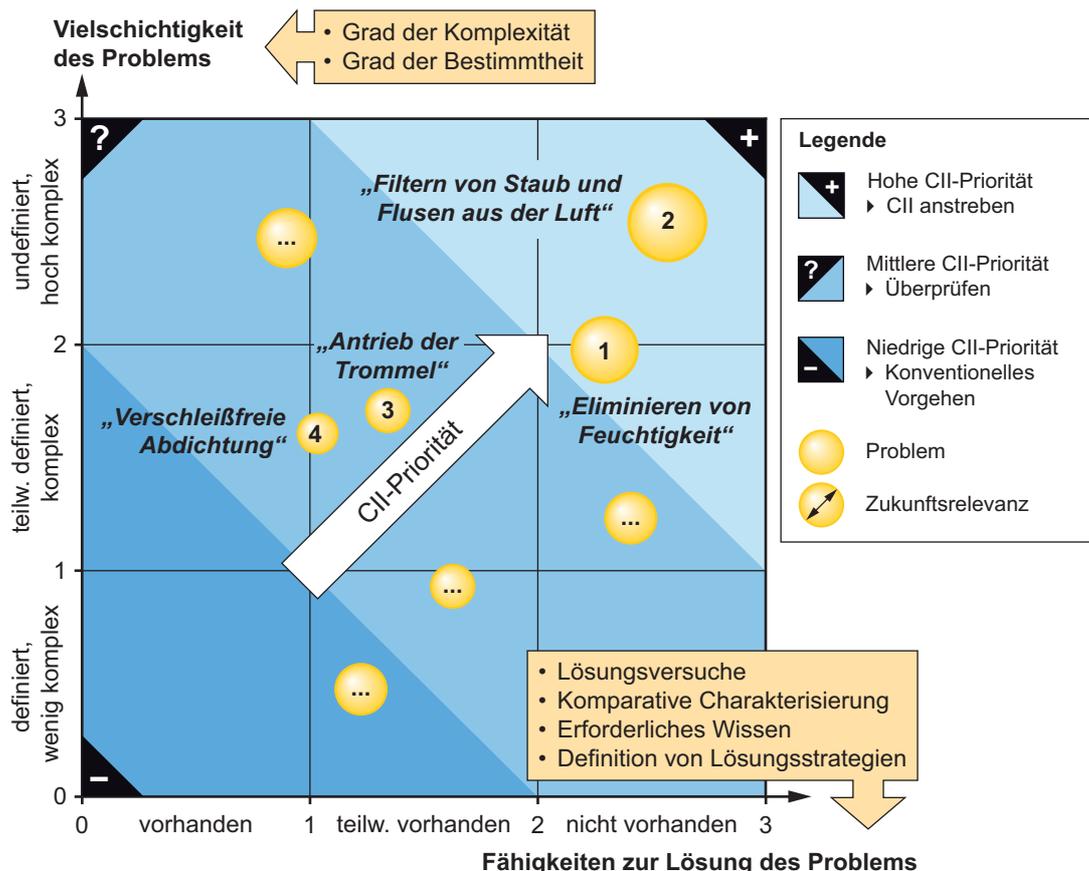


Bild 4-4: Portfolio zur Bestimmung der CII-Priorität in Anlehnung an [EAG13a, S. 937]

4.3 Suchstrategieentwicklung

Ziel der zweiten Phase ist eine wohldefinierte Suchstrategie zur Reduzierung des Suchrisikos durch Planung. Der Grundgedanke findet in einigen Modellen im Rahmen von CII bereits Verwendung (vgl. Abschnitte 3.1.5 und 3.1.6). MARKIDES folgend sind bei der Strategiefindung die Fragen *Was?*, *Wer?* und *Wie?* zu beantworten [Mar02, S. 13f.]. Dieser Grundgedanke lässt sich auf den Anwendungsfall einer Suchstrategie für Cross-Industry-Innovationen adaptieren⁶². Hier gilt es zu beantworten, *Wer?* die Suche durchführen soll sowie *Was?* und *Wo?* gesucht werden soll. Die Suchstrategie umfasst eine Festlegung des Projektteams (vgl. Abschnitt 4.3.1), eine Abstraktion (vgl. Abschnitt 4.3.2) sowie eine Auswahl der Suchbranchen (vgl. Abschnitt 4.3.3) (vgl. Bild 4-5). Die Teilelemente werden in Abschnitt 4.3.4 zu einer Suchstrategie konsolidiert [AEG+12, S. 154].

⁶² BRUNSWICKER ET AL. greifen im Rahmen der Suchstrategie die Fragen *Wo?*, *Was?* und *Wie?* auf, die Beantwortung der Fragen unterscheidet sich jedoch von der vorliegenden Systematik (vgl. Abschnitt 3.1.5) [BWH10, S. 739].

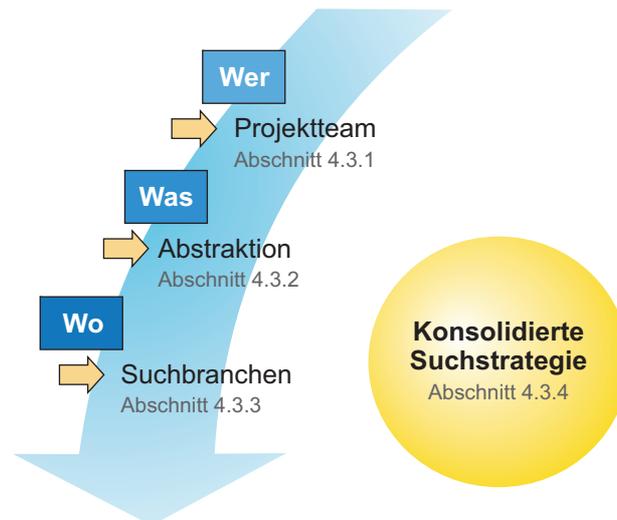


Bild 4-5: Fragen der Suchstrategie in Anlehnung an [AEG+12, S. 154]

4.3.1 Festlegung des Projektteams

Für das weitere Vorgehen ist festzulegen, *Wer?* die Suche durchführen soll. Hierbei ist zu überprüfen, ob eine Suche mit dem grundsätzlich vorgesehenen Team durchgeführt werden kann, ob zusätzliche Unterstützung erforderlich ist oder ob eine Auslagerung der Suche sinnvoll ist. Es liegt nahe, dass diese Entscheidung vorrangig von den Kompetenzen eines Unternehmens abhängig ist. LOMBRISER und ABPLANALP folgend setzen sich Kompetenzen aus Fähigkeiten und Ressourcen zusammen [LA10, S. 159].

Fähigkeiten beschreiben die Funktionsbereiche eines Unternehmens und weiche Faktoren, wie z.B. die Unternehmenskultur [LA10, S. 157]. Bezogen auf die Anwendung der Systematik zur Planung von CII sind zwei wesentliche Fähigkeiten erforderlich: Zum einen sollte ein Unternehmen für Open Innovation-Aktivitäten über eine möglichst offene Innovationskultur verfügen (vgl. Abschnitte 2.1.5 u. 2.5). Darüber hinaus muss der Prozess einer methodischen Suche nach CII beherrscht werden.

Ressourcen beschreiben alle Güter und Einsatzfaktoren eines Unternehmens [Alt11, S. 149]. Im Rahmen der vorliegenden Systematik steht insbesondere das Humankapital im Vordergrund, denn: Die methodische Suche nach CII ist ein Prozess, der in Teams durchgeführt werden sollte. Den Untersuchungen von KALOGERAKIS folgend sollten Teammitglieder möglichst über Erfahrungen in unterschiedlichen Branchen verfügen – auch wenn zu diesem Zeitpunkt noch nicht abzuschätzen ist, in welcher Branche eine mögliche Lösung gefunden wird [Kal10, S. 38 u. S. 69ff.]. Darüber hinaus ist für eine medienbasierte Suche eine Werkzeugunterstützung erforderlich.

In der vorliegenden Systematik werden die Fähigkeiten des betrachteten Unternehmens unabhängig von der gewählten Problemstellung bewertet. Die Ressourcen dagegen sind teilweise abhängig vom gewählten Problem zu taxieren. Beide Dimensionen sollen bei der Beantwortung der *Wer?*-Frage herangezogen werden. Eine pragmatische Einord-

nung des Unternehmens und die Ableitung von groben Handlungsempfehlungen anhand von vier Aussagen erlaubt der dargestellte Schnelltest (vgl. Bild 4-6).

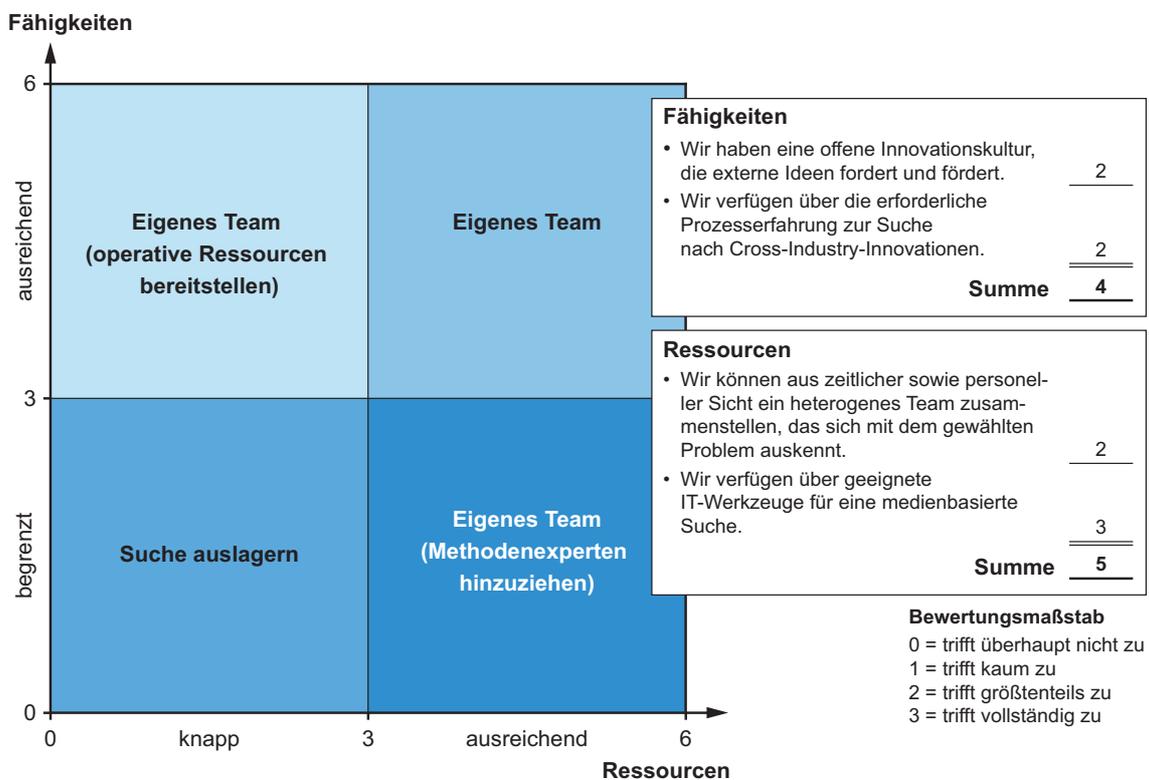


Bild 4-6: Schnelltest zur Bewertung von Ressourcen und Fähigkeiten für eine Suche nach Cross-Industry-Innovationen in Anlehnung an [AEG+12, S. 160f.]

- **Eigenes Team (operative Ressourcen bereitstellen):** Hier treffen eine offene Innovationskultur und die notwendige Prozess Erfahrung zusammen. Fehlende operative Ressourcen wie Mitarbeiterkapazitäten oder IT-Werkzeuge sollten bereitgestellt werden.
- **Eigenes Team:** Sind sowohl die erforderlichen Fähigkeiten als auch die benötigten Ressourcen verfügbar, kann die Systematik ohne zusätzliche Maßnahmen angewendet werden. Diesen Fall zeigt die beispielhafte Beantwortung des Schnelltests in Bild 4-6.
- **Eigenes Team (Methodenexperten hinzuziehen):** Verfügt das Unternehmen über ausreichende Ressourcen aber begrenzte Fähigkeiten, empfiehlt es sich, das interne Projektteam durch externe Methodenexperten zu unterstützen.
- **Suche auslagern:** Fehlt es an Fähigkeiten und Ressourcen, sollte eine Auslagerung der Suche an einen Dienstleister überprüft werden. Auch eine ausgelagerte Suche muss von Experten aus dem eigenen Unternehmen unterstützt werden.

Unter der Annahme, dass durch Berücksichtigung der Handlungsempfehlungen ein namentlich bekanntes Projektteam mit den notwendigen Kompetenzen zur Verfügung steht, können die nachfolgenden Schritte der Systematik bearbeitet werden.

4.3.2 Abstraktion des Problems

Gegenstand dieser Aufgabe ist die Beantwortung der *Was?*-Frage. Hierzu bedarf es einer Auseinandersetzung mit dem gewählten Problem. Vor diesem Hintergrund erfolgt zunächst eine Vorbereitung der Abstraktion. Durch Beschreibung von Ausgangssituation und Zielzustand des Problems wird ein besseres Verständnis der Hindernisse erzielt und die nachfolgende Abstraktion vorbereitet. Die Vorbereitung und das Vorgehen zur Abstraktion werden nachfolgend erläutert.

Vorbereitung der Abstraktion

Den Ausgangspunkt stellt die Kurzbeschreibung des Problems zu Beginn der ersten Phase dar (vgl. Abschnitt 4.2.1). Auch an dieser Stelle wird auf das Problemverständnis der vorliegenden Arbeit in Abschnitt 2.1.1 zurückgegriffen. Demnach existieren Hindernisse auf dem Weg von der Ausgangssituation zu einem gewünschten Zielzustand. Vor diesem Hintergrund werden die folgenden Informationen erfasst⁶³:

- **Ausgangssituation:** Hier wird vom Projektteam beschrieben, wie sich das Problem heute darstellt oder wie es heute gelöst wird.
- **Gewünschter Zielzustand:** Unter diesem Punkt wird erfasst, welches Ziel angestrebt wird.
- **Hindernisse:** Aus der Diskrepanz zwischen Ausgangssituation und gewünschtem Zielzustand lassen sich die bisherigen Hindernisse des Zielerreichens ableiten – diese sind hier zu subsumieren. Die Hindernisse stellen den Kern des Problems dar und sind das wesentliche Resultat der Vorbereitung⁶⁴.

Bild 4-7 zeigt die zuvor genannten Informationen für das Problem *Filtern von Staub und Flusen aus der Luft*.

⁶³ Eine alternative, wenn auch komplexere Möglichkeit zur Problemformulierung beschreiben HERB ET AL. im Rahmen von TRIZ. Durch Erarbeitung und Verknüpfung von nützlichen und schädlichen Funktionen kann der Kern des Problems methodisch identifiziert werden [HTZ+98, S. 93ff.]. Das formale Vorgehen führt jedoch bereits bei übersichtlichen technischen Problemstellungen zu einer erheblichen Anzahl an Problemformulierungen, sodass eine effiziente Bearbeitung nur schwerlich möglich ist [Wul02, S. 72].

⁶⁴ In Validierungsprojekten ist deutlich geworden, dass die Vorbereitung der Abstraktion zusätzlich die Rückführung von Kundenproblemen auf ihren technischen Ursprung unterstützt.

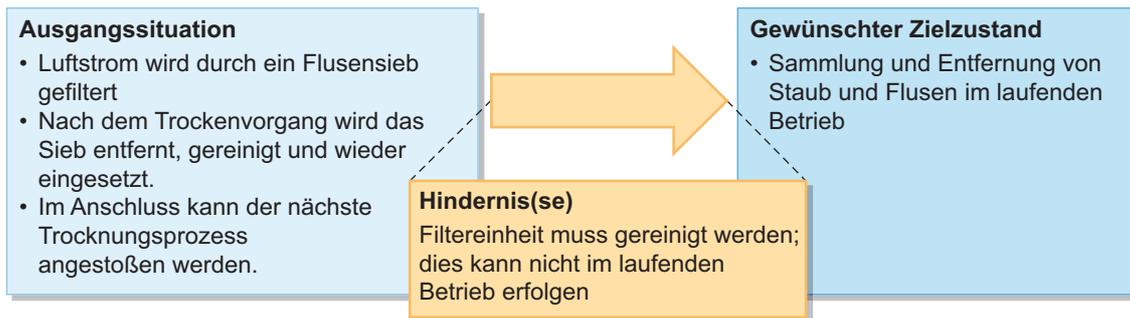


Bild 4-7: *Ausgangssituation, gewünschter Zielzustand und Hindernisse des Problems Nr. 2 Filtern von Staub und Flusen aus der Luft*

Abstraktion

Die Abstraktion ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Suche nach Cross-Industry-Innovationen – ohne (bewusste oder unbewusste) Abstraktion ist eine Analogiebildung nicht möglich (vgl. Abschnitte 2.4.1 und 2.4.2). Kapitel 3 hat gezeigt, dass bei der Abstraktion Handlungsbedarf besteht – einige Methoden aus dem Stand der Technik jedoch einen Beitrag liefern können (vgl. Abschnitt 3.5).

Vor diesem Hintergrund wurde in der vorliegenden Arbeit eine branchenunabhängige Abstraktionstechnik entwickelt. In der Technik werden drei grundsätzliche Elemente unterschieden: *Problemelemente*, *Systemelemente*⁶⁵ und *Zielelemente*. Eine Erläuterung der Elemente liefert Bild 4-8 [AEG+12, S. 155f.].

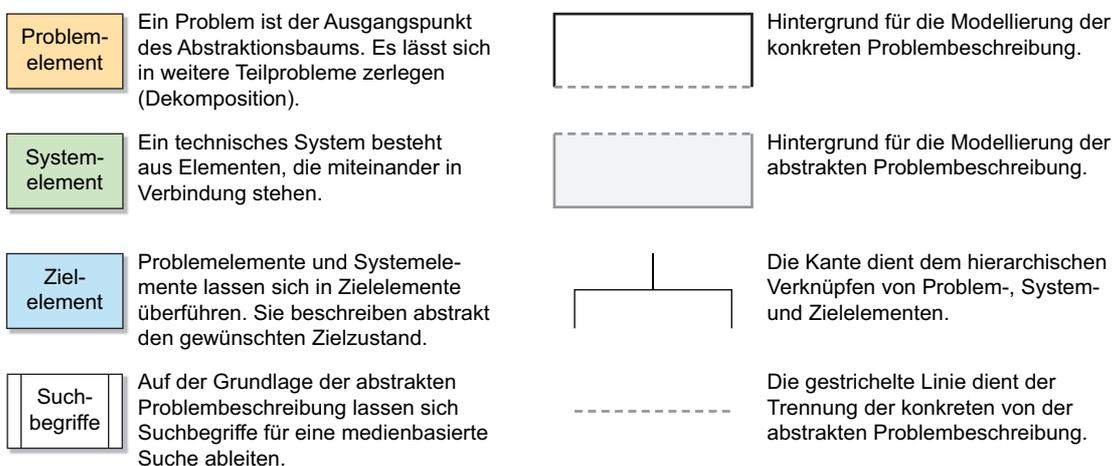


Bild 4-8: *Elemente der Abstraktionstechnik in Anlehnung an [AEG+12, S. 155f.]*

In der Technik erfolgt eine Trennung zwischen konkreter und abstrakter Problembeschreibung. Die Unterscheidung der Beschreibungsebenen hilft das Bekannte bewusst zu abstrahieren. Dieses Vorgehen ist vor allem durch die Kreativitätstechnik TRIZ inspiriert (vgl. Abschnitt 3.2.3) [TC98, S. 58].

⁶⁵ vgl. [DIN60050, S. 11]

Sowohl die konkrete als auch die abstrakte Problembeschreibung sind hierarchisch aufgebaut. Das Problem wird zunächst vor dem Hintergrund der identifizierten Hindernisse (vgl. Bild 4-7) zergliedert. Hierbei wird dem Grundgedanken der Dekomposition gefolgt – einem bewährten Prinzip zur Verbesserung des Problemverständnisses, welches sowohl in technischen als auch in nichttechnischen Domänen etabliert ist [KS11, S. 198], [Pfo77, S. 168]. Die Untergliederung des Problems in System- und Problemelemente (Teilprobleme) sorgt für eine zunehmende Detaillierung des Problems – erfahrungsgemäß sind zwei bis vier Hierarchieebenen erforderlich. Ist das Problem zergliedert, erfolgt der Wechsel in die abstrakte Ebene. Hierzu wird jedes Element separat abstrahiert.

Probleme können sich durch unklare Ziele auszeichnen [PBF+07, S. 60]. Im Rahmen von Problemlösungsprozessen sind Ziele jedoch elementar [Fel87, S. 176ff.], [Lin09, S. 65ff.]; nach GORDON bedarf es konkreter Annahmen [Gor61, S. 34]. Ferner ist eine Berücksichtigung des gewünschten Zielzustands des abstrakten Problems für die spätere Analogiesuche sinnvoll (vgl. Abschnitt 2.5). In den nachfolgenden Schritten erfolgt daher eine Überführung der Problemelemente in Zielelemente⁶⁶. Hierbei ist darauf zu achten, dass nicht implizit eine Lösung vorgegeben wird.

Parallel wird eine Konsolidierung der abstrahierten Elemente durchgeführt. Hierdurch resultiert eine Verjüngung der Struktur – häufig über mehrere Ebenen. Dieses Vorgehen folgt dem Grundgedanken der Synektik nach GORDON: Zunächst wird ein detailliertes Problemverständnis erarbeitet (Bekanntmachung) und anschließend eine Abstraktion (Verfremdung) vorgenommen (vgl. Abschnitt 3.2.2) [Gor61, S. 33]. Auf Basis des abstrakten Problems lassen sich Suchbegriffe formulieren.

Das resultierende Konstrukt wird nachfolgend als Abstraktionsbaum bezeichnet. Bild 4-9 zeigt den Abstraktionsbaum des Validierungsbeispiels. Die Anwendung der Abstraktionstechnik wird nachfolgend am Validierungsbeispiel erläutert.

Den Ausgangspunkt stellt das oberste Problemelement dar. Das Element ist üblicherweise Deckungsgleich mit der Kurzbeschreibung des Problems – im Validierungsbeispiel *Filtern von Staub und Flusen aus der Luft*. Anschließend werden die Systemelemente erfasst. Im Validierungsbeispiel wird beschrieben, welche physischen Artefakte interagieren: *Luft* sowie *Staub und Flusen*. Hierdurch können die System- und Problemelemente getrennt und somit der Fokus auf das eigentliche Problem gerichtet werden.

⁶⁶ Die Zielelemente werden somit nicht direkt aus dem in der Vorbereitung erarbeiteten *gewünschten Zielzustand* (vgl. Bild 4-7) abgeleitet, sondern resultieren aus den wesentlich detaillierteren Problemelementen des Abstraktionsbaums.

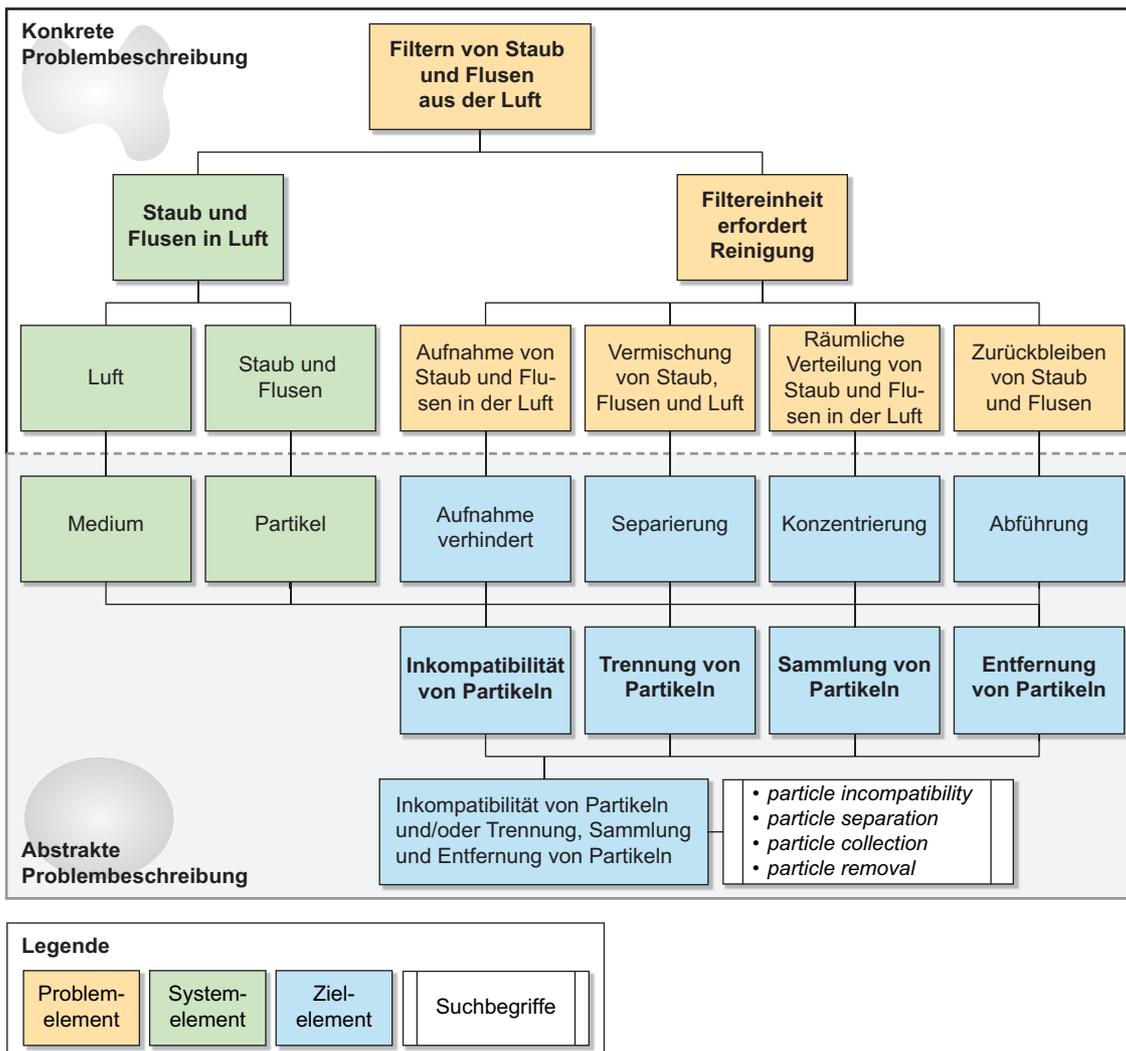


Bild 4-9: Abstraktionsbaum für das Problem Nr. 2 Filtern von Staub und Flusen aus der Luft [KEA+13, S. 425]

Die Problemelemente beschreiben, warum überhaupt ein Problem vorliegt, warum etwas nachteilig ist oder auch was die Ursache für ein Problem ist. Sie resultieren aus den zuvor abgeleiteten Hindernissen. Im vorliegenden Beispiel wurde hierfür der Prozess der Filterung in den Vordergrund gerückt. Ursprung des Problems kann beispielsweise sein, dass die Luft Staub und Flusen überhaupt aufnimmt, eine Vermischung und räumliche Verteilung stattfindet und dass Staub und Flusen zurückbleiben. Im nächsten Schritt werden die Problem- und Systemelemente in abstrakte Elemente überführt. Im Rahmen der Systemelemente werden *Luft* sowie *Staub und Flusen* in *Medium* und *Partikel* abstrahiert. Bei der Abstraktion der Problemelemente und der Überführung in Zielelemente sollten Fragen der folgenden Art beantwortet werden: *Was wäre besser?* oder

*Was ist das Gegenteil?*⁶⁷ Im nächsten Schritt werden die Elemente schrittweise konsolidiert. Hierbei werden auch Systemelemente betrachtet und in die abstrakten Zielelemente integriert. Durch die Konsolidierung der Zielelemente wird aus *Filtern von Staub und Flusen aus der Luft* sukzessive *Inkompatibilität von Partikeln oder Trennung, Sammlung und Entfernung von Partikeln*. Die konsolidierte Beschreibung wird nachfolgend ins Englische übersetzt und in separate Begriffe unterteilt. Diese stellen die Suchbegriffe für die medienbasierte Suche dar (vgl. Bild 4-9). Darüber hinaus findet die abstrakte Problembeschreibung (untere Hälfte des Abstraktionsbaums) im weiteren Verlauf der Methode noch Anwendung (vgl. Abschnitt 4.4.1).

Bei der Anwendung der Abstraktionstechnik sind einige Aspekte zu beachten:

- Der Aufbau des Abstraktionsbaums ist ein kreativer Prozess. Die hierarchische Ebenenstruktur verleitet bei der Dekomposition dazu, lediglich die vorherige Ebene zu betrachten – es sind jedoch alle zuvor beschriebene Ebenen zu berücksichtigen.
- Die Dekomposition in der oberen Hälfte des Abstraktionsbaums kann beliebig detailliert erfolgen. Je breiter ein Problem betrachtet wird, desto grundsätzlicher ist der Suchfokus, desto eher wird das divergente Denken unterstützt. Im Validierungsbeispiel könnte so der Suchfokus nicht nur das Filtern von Staub und Flusen begrenzt werden, sondern auch die Entstehung von Flusen mit beinhalten. Hier ist vor dem Hintergrund des zu abstrahierenden Problems ein geeignetes Maß zu finden.
- Aufbauend auf DÖRNER erkannte WULF, dass durch Zielformulierungen⁶⁸ im Rahmen von Problemlösungsprozessen auch der Abstraktionsgrad definiert wird [Wul02, S. 68]. Dies gilt auch für die Zielelemente der vorliegenden Abstraktionstechnik: Je grundsätzlicher die Formulierung, desto größer ist der Lösungsraum.
- Bei der Überführung in Zielelemente ist auf eine möglichst lösungsneutrale Formulierung zu achten. Ist dies nicht der Fall, wird der Lösungsraum häufig erheblich reduziert.

⁶⁷ Auch WULF empfiehlt im Kontext seines Vorgehens zur diskursiven Lösungssuche eine kreative Erarbeitung von abstrakten Zielformulierungen [Wul02, S. 73]. Diese Empfehlung lässt sich auf CII übertragen und kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit bestätigt werden.

⁶⁸ WULF identifizierte abstrakte Zielformulierungen in seinem Vorgehen zur diskursiven Lösungssuche im Wesentlichen als Frage- oder Befehlsform mit Aufforderungscharakter. Seiner Auffassung nach scheint die genaue grammatikalische Form *jedoch ohne besondere Bedeutung zu sein* [Wul02, S. 73]. Dieses Verständnis hat sich in der vorliegenden Arbeit bestätigt. Auch Zielelemente des Abstraktionsbaums könnten z.B. als Frage formuliert werden: *Wie kann die Inkompatibilität von Partikeln realisiert werden?*

- Ingenieure tendieren dazu, bei der Wahl von Zielelementen in zu erfüllenden Funktionen zu denken. Zielelemente können zu erfüllende Funktionen darstellen – sie sind jedoch keineswegs auf Funktionen begrenzt (vgl. [AEG+12, S. 156]).
- Wie andere Kreativitätstechniken erfordert die Erarbeitung von Abstraktionsbäumen ein gewisses Maß an Erfahrung [Men06, S. 139]. Um die Anwendung so einfach wie möglich zu gestalten, wurde ein Fragenkatalog entwickelt (vgl. Bild 4-10). Der Katalog wurde auf Basis von Projekterfahrungen erarbeitet und wird kontinuierlich weiterentwickelt. Durch den Katalog wird die vorwiegend intuitive Abstraktion um diskursive Elemente erweitert.

<p>Konkrete Problembeschreibung</p> <p>Oberstes Problemelement identifizieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was ist die Ausgangssituation? • Warum beschäftigen wir uns mit diesem Problem? <p>Systemelemente identifizieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Elemente sind miteinander in Interaktion? • Welche Elemente sind charakteristisch für das System? • Welche Elemente können nicht weggelassen werden? • Welche physikalischen Artefakte sind beteiligt? <p>Problemelemente identifizieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Hindernisse verhindern die Problemlösung? • Warum ist dieses Problem nachteilig? • Wann tritt das Problem auf? • Was ist die Ursache für das Problem? 	
<p>Abstrakte Problembeschreibung</p> <p>Systemelemente abstrahieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was ist das Systemelement eigentlich? • Wie kann das Element noch genannt werden? • Was ist ein Oberbegriff für dieses Element? • Wie würde das Element im Mittelalter bezeichnet werden? <p>Zielelemente identifizieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was wäre besser als dieses Problemelement? • Wie könnte das Problem verkleinert werden? • Was ist ein Gegenteil dieses Problemelements? • Was muss künftig das Ziel sein? • Was wäre der beste Zustand? • Wie lassen sich die Begriffe neutral zusammenfassen? 	

Bild 4-10: Fragenkatalog zur Erstellung von Abstraktionsbäumen in Anlehnung an [AEG+12, S. 156]

- Abstraktionsbäume können integrativ weiterentwickelt werden. So ist es bei der Entwicklung möglich, dass auf vorherigen Ebenen Elemente zunächst übersehen worden sind. Diese sind nachträglich zu ergänzen.
- Die Struktur des Baums ist nicht an den Aufbau des Produkts gebunden. Durch den hierarchischen Aufbau des Baums wird bei der Erstellung manchmal in bestehenden Modulen des Ausgangsprodukts gedacht – hierdurch resultiert eine Verkleinerung des Lösungsraums.

- Bei der Anwendung der Technik ist deutlich geworden, dass unterschiedliche Anwender mit verschiedenen Ausbildungs- und Erfahrungshintergründen sehr unterschiedliche Abstraktionsbäume generieren – vor dem Hintergrund der Construal Level Theory ist dies nicht verwunderlich (vgl. Abschnitt 2.4.1). Um diese Herausforderung zu vermeiden, können mehrere Bäume entwickelt und anschließend konsolidiert werden. Alternativ kann die Technik auch in Workshops eingesetzt und entsprechende Schritte direkt diskutiert werden.

4.3.3 Auswahl von Suchbranchen

In diesem Abschnitt geht es um die Auswahl einer oder mehrerer vorteilhafter Suchbranchen – also die Beantwortung der Frage *Wo wird gesucht?*. GASSMANN folgend durchläuft jedes CII-Projekt bewusst oder unbewusst diesen Schritt [Gas13, S. 13].

Für die Auswahl geeigneter Branchen bedarf es zunächst eines Strukturierungsrahmens. Eine Möglichkeit zur Strukturierung liefert die NACE⁶⁹-Systematik [Eur08, S. 337ff.]. Die Systematik wird z.B. von ENKEL und GASSMANN zur Analyse von CII-Projekten verwendet [EG10, S. 262f.]. Sie ist sehr detailliert gegliedert: 615 *Klassen* sind in 272 *Gruppen*, 88 *Abteilungen* und 21 *Abschnitte* eingeteilt und entsprechend Bild 4-11 nummeriert.

Abschnitt C: Verarbeitendes Gewerbe/Herstellung von Waren

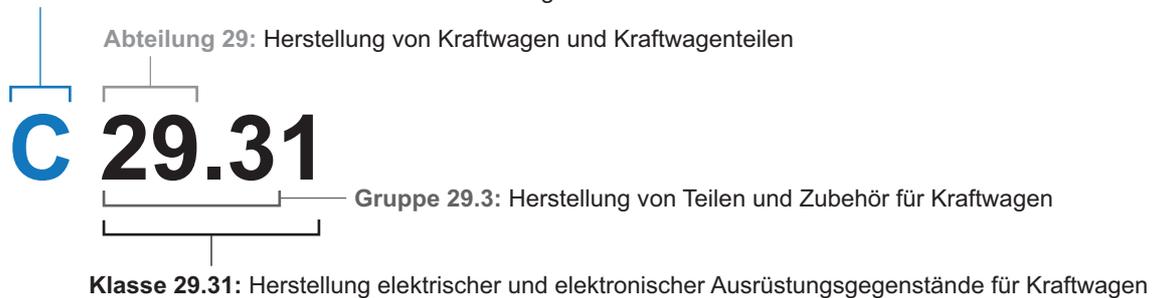


Bild 4-11: Klassifizierung in der NACE-Systematik nach [Eur08, S. 15f.]

Die Einteilung in Abschnitte als Strukturierungsgröße erscheint zunächst sinnvoll. Hierbei entsteht jedoch die Herausforderung, dass z.B. unter Abschnitt *C Verarbeitende Gewerbe/Herstellung von Waren* subsumiert wird [Eur08, S. 120ff.]. Der Abschnitt wäre mit hoher Wahrscheinlichkeit Gegenstand einer jeden Suche, die von einem technischen Problem ausgeht. In logischer Konsequenz gilt es die niedrigere Gliederungsstufe der Abteilungen zu untersuchen. Auch hier liegen teilweise noch erhebliche Diskrepanzen vor: So werden beispielsweise unter Abteilung 30 sowohl *Schiff- und Bootsbau* als auch *Luft- und Raumfahrzeugbau* zusammengefasst [Eur08, S. 196]. Mit hoher Wahrscheinlichkeit finden hier jedoch völlig unterschiedliche Technologien und Techniken

⁶⁹ NACE steht für *Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne* – die Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft [Eur08, S. 5].

Anwendung. Die Einteilung in Gruppen erlaubt die zuvor genannte Unterteilung – unterscheidet jedoch z.B. in Abteilung 68 auch zwischen Gruppen wie *Vermietung, Verpachtung von eigenen oder geleasteten Grundstücken, Gebäuden und Wohnungen* und *Vermittlung und Verwaltung von Grundstücken, Gebäuden und Wohnungen für Dritte* [Eur08, S. 275]. Separat betrachtet wird vermutlich keine der beiden Gruppen als Suchbranche ausgewählt. Ferner hat sich eine Unterteilung in 272 Gruppen für die Anwendung der Systematik als nicht praktikabel erwiesen.

Vor diesem Hintergrund bedarf es einer Unterteilung in geeignete Suchbranchen. Im Rahmen der Entwicklung der Systematik wurde daher in Anlehnung an die NACE-Systematik eine Unterteilung vorgenommen und im Rahmen von Validierungsprojekten verfeinert (vgl. Tabelle 4-6). Obwohl materielle Produkte Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind, werden Dienstleistungsbranchen nicht kategorisch ausgeschlossen. Hierfür sind zwei wesentliche Gründe verantwortlich: 1) Produkte werden in Dienstleistungsbranchen angewendet und können im Kontext ihrer Verwendung spezifische Kundenprobleme lösen; 2) es kann nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Dienstleistungsbranchen Produkte herstellen, auch wenn diese zunächst nicht im Fokus sind.

Auf Basis der vorgestellten Klassifizierung ist nachfolgend zu entscheiden, in welchen Branchen gesucht werden soll. Die hierfür relevanten Einflussgrößen Problemrelevanz, Innovationsaktivität und Branchendistanz werden nachfolgend thematisiert und abschließend in ein Suchportfolio überführt [AEG+12, S. 156ff.].

Problemrelevanz

Die Auswahl der Suchbranchen erfolgt bei BRUNSWICKER ET AL. u.a. anhand struktureller Ähnlichkeiten (vgl. Abschnitt 3.1.5) [BH10, S. 692]; STEINLE ET AL. suchen in Branchen, die sich mit ähnlichen Problemen beschäftigen (vgl. Abschnitt 3.1.7) [SMM09, S. 50ff.]. Dies erscheint logisch: Auch intuitiv ist in Branchen, die sich mit ähnlichen Problemen beschäftigen, mit vielen Lösungsideen zu rechnen. Die Intensität mit der sich eine Branche mit einem Problem auseinandersetzt, wird nachfolgend als *Problemrelevanz* bezeichnet.

Eine wirkliche Bestimmung der Problemrelevanz ist jedoch nur im Nachgang an eine detaillierte Branchenanalyse möglich. Vor diesem Hintergrund bedarf es Indikatoren, die eine erste Einschätzung ermöglichen. Eine Möglichkeit stellen Expertenbefragungen dar. In diesem Falle müssten Experten für alle 47 zuvor festgelegten Branchen befragt werden. Eine effizientere Alternative stellt auch hier der Rückgriff auf das Internet dar: Durch eine Suche nach dem abstrahierten Problem in der jeweiligen Branche, lässt sich anhand der Anzahl der Suchergebnisse abschätzen, inwieweit das (abstrakte) Problem in der jeweiligen Branche thematisiert wird.

Tabelle 4-6: Branchenklassifizierung in Anlehnung an die NACE-Systematik [Eur08, S. 337ff.], [AEG+12, S. 157ff.]

NACE-Branchen			NACE-Branchen		
Nr.	Branche	NACE-Klassifizierung (Mittelwert)	Nr.	Branche	NACE-Klassifizierung (Mittelwert)
1	Landwirtschaft	01	26	Sonstiger Fahrzeugbau (3)	30.4 – 30.9 (30.7)
2	Forstwirtschaft	02	27	Möbel	31
3	Fischerei	03	28	Schmuck (4)	32.1
4	Bergbau	05 - 09 (07)	29	Musik	32.2
5	Nahrungsmittel (1)	10	30	Sportgeräte	32.3
6	Getränke	11	31	Spielwaren	32.4
7	Tabak	12	32	Medizintechnik	32.5
8	Textil	13-15 (14)	*	Sonstige Industrie	32.9 – 33 (33)
9	Holzwaren	16	33	Energieversorgung	35
10	Papier	17	34	Wasser, Abwasser, Abfall	36-39 (37.5)
11	Druckerei und Datenträger	18	35	Bau	41-43.9 (42.5)
12	Kokerei und Mineralöl	19	36	Groß- und Einzelhandel	45-47.9 (46.5)
13	Chemie	20	37	Logistik	49-53 (51)
14	Pharma	21	38	Hotel- und Gastronomie	55-56.3 (55.7)
15	Kunststoff (2)	22	39	Information u. Kommunikation	58-63.9 (61)
16	Glas und Keramik	23	40	Finanzen u. Versicherungen	64-66.3 (65.2)
17	Metallerzeugung	24	41	Immobilien	68
18	Metallverarbeitung	25	42	Beratung (5)	69-75 (72)
19	Elektronik	26	43	Vermietung und Vermittlung	77-82.9 (80)
20	Elektro- und Haushaltsgeräte	27	44	Öffentliche Verwaltung	84
21	Maschinenbau	28	45	Erziehung und Unterricht	85
22	Automobil	29	46	Gesundheits- u. Sozialwesen	86-88.9 (87.5)
23	Schiffbau	30.1	47	Unterhaltung (6)	90-93.2 (91.6)
24	Schienenfahrzeuge	30.2	*	Sonstige Dienstleistungen	94-99 (96.5)
25	Luft- und Raumfahrt	30.3			

* Die Branchen „sonstige Industrie“ und „sonstige Dienstleistungen“ werden nachfolgend aufgrund fehlender Fokussierung ausgeschlossen

(1) Inkl. Futtermittel

(2) Inkl. Gummi

(3) Inkl. Militärische Fahrzeuge, Fahrräder und Motorräder

(4) Inkl. Münzen

(5) Inkl. wissenschaftliche und technische Dienstleistungen

(6) Inkl. Kunst und Erholung

Eine Konzentration der Suche auf eine spezifische Branche ist von den meisten Suchmaschinen nicht vorgesehen. Einzelne Suchmaschinen (z.B. SciVerse Scopus) liefern zwar eine Einteilung in Branchen, diese sind jedoch auf einem generischen Niveau oder nicht ohne Weiteres in die zuvor dargestellte Branchenaufteilung zu überführen. Um die Suche dennoch zu ermöglichen, werden die zuvor definierten Suchbegriffe (vgl. Abschnitt 4.3.1) um die Bezeichnung der Branche erweitert. Es empfiehlt sich zwei bis drei Wörter zur Beschreibung der Branche zu verwenden. Hierzu kann auf etablierte Thesau-

ri zurückgegriffen werden⁷⁰. Darüber hinaus greifen einzelne Suchmaschinen (z.B. Google) teilweise automatisch auf Synonyme zurück [Nai14-ol].

Die kombinierten Suchanfragen aus den Suchbegriffen des abstrakten Problems und der Beschreibung der Branche werden nachfolgend für die Indikation der Problemrelevanz herangezogen. Im Rahmen der Entwicklung der Systematik haben sich die beiden folgenden Indikatoren als besonders geeignet erwiesen:

- 1) **Anzahl Suchergebnisse bei Google:** Google ist die am häufigsten verwendete Suchmaschine weltweit [Ale14-ol]. Die Suchmaschine erlaubt in kürzester Zeit eine erhebliche Anzahl von Internetseiten jeglicher Art zu durchsuchen⁷¹. Suchbegriffe können mittels Operatoren zu Suchanfragen verknüpft werden. Die Anzahl der Suchergebnisse für z.B. Branche Nr. 1 *Landwirtschaft* wird mit folgender Suchanfrage bestimmt:

("particle incompatibility" | "particle separation" | "particle collection" | "particle removal") ("agriculture" | "farming" | "agronomy")

- 2) **Anzahl Suchergebnisse bei SciVerse Scopus:** Die Datenbank erlaubt eine Suche in Fachpublikationen (ca. 20.000 Journalbeiträgen und 5,5 Mio. Konferenzbeiträge). Zusätzlich können ca. 25 Mio. Patente durchsucht werden. Bis 2015 ist geplant, zusätzlich 75.000 Bücher zu hinterlegen [Els14a-ol]. Suchbegriffe können mittels boolescher Operatoren verknüpft werden; für z.B. die Branche Nr. 1 *Landwirtschaft* resultiert die folgende Suchanfrage:

("particle incompatibility" OR "particle separation" OR "particle collection" OR "particle removal") AND ("agriculture" OR "farming" OR "agronomy")

Tabelle 4-7 zeigt einen Auszug der Ergebnisse für das Validierungsprojekt. Für jeden Indikator erfolgt zunächst eine Normierung der Suchergebnisse auf den Wertebereich [0,1]. Die normierten Werte für jede Branche werden anschließend gewichtet und branchenweise zusammengeführt. Der resultierende Wert kann als quantifizierter Indikator der Problemrelevanz verstanden werden: Je häufiger ein Problem in einer Branche thematisiert wird, desto mehr Suchergebnisse resultieren, desto höher steigt der Indikator, desto höher die vermutete Problemrelevanz.

Die Problemrelevanz impliziert jedoch lediglich, dass ein Problem thematisiert wird – eine Lösung muss dadurch nicht zwangsläufig existieren. Die Problemrelevanz ist also keine hinreichende Bedingung für das Vorhandensein einer Lösung. Eine hohe Problemrelevanz deutet auf eine facettenreiche Auseinandersetzung mit dem Thema hin und impliziert daher eine höhere Erfolgschance.

⁷⁰ Im Validierungsprojekt wurde das Internetportal www.Thesaurus.com verwendet.

⁷¹ Schätzungen zufolge sind ca. 30 Billionen Internetseiten hinterlegt [Kir14-ol].

Tabelle 4-7: Bewertung der Problemrelevanz einer Branche in Anlehnung an [AEG+12, S. 158f.]⁷²

Problemrelevanz		Indikator 1: Google		Indikator 2: SciVerse Scopus		
Fragestellung: Welche Bewertung erzielt die Branche j (Zeile) bezüglich des Indikators i (Spalte)?		G1 := Gewichtung: 0,5		G2 := Gewichtung: 0,5		
Nr.	Branche	Treffer Google	t1 := Treffer [0,1] normiert	Treffer Scopus	t2 := Treffer [0,1] normiert	G1 · t1 + G2 · t2
1	Landwirtschaft	142.000	0,25	271	0,04	0,15
2	Forstwirtschaft	46.000	0,08	47	0,01	0,04
3	Fischerei	53.200	0,10	91	0,01	0,05
4	Bergbau	172.000	0,31	505	0,07	0,19
5	Nahrungsmittel	559.000	1,00	739	0,10	0,55
6	Getränke	28.000	0,05	42	0,01	0,03
7	Tabak	156.000	0,28	114	0,02	0,15
8	Textil	51.400	0,09	324	0,05	0,07
9	Holzwaren	227.000	0,41	771	0,11	0,26
10	Papier	93.600	0,17	3207	0,45	0,31
11	Druckerei und Datenträger	138.000	0,25	216	0,03	0,14
12	Kokerei und Mineralöl	482.000	0,86	935	0,13	0,50
13	Chemie	283.000	0,51	7064	1,00	0,75
14	Pharma	156.000	0,28	481	0,07	0,17
	:					
22	Automobil	378.000	0,68	216	0,03	0,35
	:					
34	Wasser, Abwasser, Abfall	255.000	0,46	5170	0,73	0,59
	:					

Innovationsaktivität

Die Ermittlung der Problemrelevanz lässt die Vermutung zu, dass eine Abhängigkeit zur Innovationsaktivität⁷³ einer Branche gegeben ist: Je höher die Forschungsaktivitäten einer Branche und je häufiger neue Produkte auf den Markt gebracht werden, desto mehr Resultate werden durch die Indikatoren geliefert. Es resultiert eine hohe Problemrelevanz. Bei einer ausschließlichen Berücksichtigung der Problemrelevanz zur Auswahl von Suchbranchen, werden große Branchen mit einer hohen Innovationsaktivität somit per se bevorzugt. Vor diesem Hintergrund bedarf es einer Kompensation des Einflusses.

⁷² Die Bewertungen wurden zuletzt am 8. Oktober 2013 aktualisiert.

⁷³ Unter Innovationsaktivität wird in der vorliegenden Arbeit die Summe aller Tätigkeiten verstanden, die zu Innovationen führen.

Eine Normierung der Problemrelevanz auf Basis der Innovationsaktivitäten erscheint zwar zunächst zielführend, die absolut hohe Problemrelevanz wird dadurch jedoch vernachlässigt. Zur Reduzierung des Suchrisikos (vgl. Abschnitt 2.4.2) wird daher eine Streuung der Suchbranchen auf Basis der Innovationsaktivitäten vorgeschlagen. Hierdurch wird einerseits eine hohe Problemrelevanz berücksichtigt, andererseits verhindert das Vorgehen eine Fokussierung auf Branchen mit einer hohen Innovationsaktivität. Zur Bewertung der Innovationsaktivität einer Branche werden zwei Kriterien herangezogen:

- **Länge des Produktlebenszyklus**⁷⁴: Betrachtet wird der betriebswirtschaftliche Produktlebenszyklus – also die *Dauer der Marktpräsenz* eines Produkts [PBF+07, S. 97]. Die Dauer der Marktpräsenz unterscheidet sich nach Art des Produkts und der Branche [PBF+07, S. 97]. Kürzere Lebenszyklen erfordern die schnellere Entwicklung von neuen Produkten; es resultiert eine hohe Innovationsaktivität. Dem Verständnis von DROEGE ET AL. folgend lassen sich durchschnittliche Lebenszykluslängen von Produkten in Branchen bestimmen [DBW93, S. 53ff.]. Dieser Auffassung wird in der vorliegenden Arbeit gefolgt: Unter Rückgriff auf einige repräsentative Produkte einer Branche gilt es, eine ungefähre Abschätzung der Länge des Lebenszyklus⁷⁵ vorzunehmen. Hierbei geht es nicht um eine detaillierte Bestimmung, sondern lediglich um eine grobe Einordnung der Branchen auf einer Skala von 0 bis 4. In der vorliegenden Arbeit wurde der Bewertungsmaßstab aus Tabelle 4-8 zugrunde gelegt.
- **Investitionen in Forschung und Entwicklung**⁷⁶: F&E-Ausgaben werden aufgrund ihrer internationalen Vergleichbarkeit oft zur Quantifizierung der Innovationsaktivität herangezogen – auch wenn sie lediglich eine Inputgröße beschreiben [Wyd10, S. 109]. Zur Unterstützung der subjektiven Bewertung der Länge des Produktlebenszyklus⁷⁵ sollen zusätzlich die Investitionen in Forschung und Entwicklung in den einzelnen Branchen betrachtet werden. Einen wesentlichen Beitrag hierzu leistet das jährlich veröffentlichte EU INDUSTRIAL R&D SCOREBOARD [Eur14-ol]. Das Dokument enthält einen Überblick über die Unternehmen mit den höchsten Forschungsausgaben im vergangenen Jahr. Die erfassten 2000 Unternehmen sind gemäß der ICB-Klassifikation⁷⁷ in 41 *Sektoren* unterteilt. Die Struktur lässt sich weitestgehend in die NACE-Klassifizierung überführen. Ist keine eindeutige Zuordnung möglich, werden die Investitionen

⁷⁴ Eine Darstellung unterschiedlicher Arten von Produktlebenszyklen liefert [PBF+07, S. 97ff.].

⁷⁵ Bei Dienstleistungsbranchen sind repräsentative Produkte zu wählen, die in der jeweiligen Branche Anwendung finden.

⁷⁶ Alternativ ist auch die Bewertung des Umsatzes mit neuen Marktleistungen eine geeignete Messgröße. Hier mangelt es jedoch an belastbaren internationalen Statistiken, die eine Aufteilung nach Branchen erlauben.

⁷⁷ ICB ist die Abkürzung für *Industry Classification Benchmark*. Der Standard findet insbesondere im Börsenwesen Anwendung [FTS14a-ol]. Eine Aufschlüsselung der Branchen liefert [FTS14b-ol].

auf Basis der gelisteten Unternehmen aufgeteilt. Nachfolgend werden die Ergebnisse auf den Wertebereich 0 bis 4 normiert und ganzzahlig gerundet. Analog zur Länge der Produktlebenszyklen geht es hier nicht um eine detaillierte Berechnung, sondern lediglich eine tendenzielle Einordnung der Branchen auf einer Skala von 0 bis 4 (vgl. Tabelle 4-8).

Tabelle 4-8: Bewertungsmaßstäbe für die Innovationsaktivität der Branchen

Innovationsaktivität			Bewertungsmaßstab				
			0	1	2	3	4
Bewertungs-kriterien	1	Länge des Produktlebenszyklus ¹	sehr lang > 10 Jahre	lang 6 ≤ Jahre < 10	mittel 3 ≤ Jahre < 6	kurz 1 ≤ Jahre < 3	sehr kurz < 1 Jahre
	2	Investitionen in F&E	sehr geringe bis keine Ausgaben	geringe Ausgaben	durchschnittliche Ausgaben	große Ausgaben	sehr große Ausgaben

Die Bewertungen der beiden Kriterien werden nachfolgend gemäß einer zu wählenden Gewichtung zu einer Gesamtbewertung der Innovationsaktivität konsolidiert.

Branchendistanz

Die Branchendistanz beschreibt in der vorliegenden Arbeit die Nähe zweier Branchen. Wie bereits in Abschnitt 2.3.3 kurz thematisiert, wird der Aspekt einer geeigneten Distanz in der Literatur kontrovers diskutiert: CUMMINGS und TENG identifizierten einen positiven Zusammenhang zwischen inhaltlicher Nähe und Transfererfolg im Rahmen von interdisziplinären F&E-Teams [CT03, S. 58]. NOOTEBOOM ET AL. unterstellen einen inversen U-Zusammenhang zwischen der kognitiven Distanz (s.u.) und dem Innovationserfolg [NHD+07, S. 1016ff.]. MOWERY ET AL. sowie STUART untersuchten den Wissenstransfer innerhalb strategischer Allianzen und stellten fest, dass eine geringe kognitive Distanz einen erfolgreicherer Wissenstransfer ermöglicht [MOS96, S. 85ff.], [MOS98, S. 517ff.], [Stu98, S. 687ff.]. ENKEL und GASSMANN versuchten die Hypothesen von NOOTEBOOM ET AL., MOWERY ET AL. und STUART zu belegen – konnten in ihren Untersuchungen jedoch keinen statistischen Zusammenhang zwischen kognitiver Distanz und Innovationserfolg erkennen [EG10, S. 265f.].

Allen Autoren gemein ist die Vermutung, dass eine Abhängigkeit zwischen Branchendistanz und Innovationserfolg grundsätzlich existiert – unabhängig von der Art der Abhängigkeit. Die Branchendistanz wird daher bei der Auswahl der Suchbranchen berücksichtigt⁷⁸ und wird analog zur Innovationsaktivität als Streuungskriterium zur Risikominimierung gewählt. Zur Bewertung werden zwei Kriterien vorgeschlagen:

- **Technologische Distanz:** Dem Verständnis von STERN folgend wird unter dem Kriterium eine *subjektive Einschätzung der Kompatibilität von externem Wissen*

⁷⁸ Auch BRUNSWICKER ET AL. verwenden die Branchendistanz zur Auswahl von Suchbranchen (vgl. Abschnitt 3.1.5) [BH10, S. 692]. Das Vorgehen baut auf den Arbeiten von NOTEBOOM ET AL. auf, lässt jedoch die anderen Arbeiten zu dem Thema außer Betracht.

und der bestehenden Wissensbasis verstanden [Ste10, S. 205]. Je mehr sich Branchen mit ähnlichen Technologien beschäftigen, desto geringer ist die technologische Distanz. Werden völlig unterschiedliche Technologien eingesetzt, kann von einer großen technologischen Distanz gesprochen werden. Eine grobe Einordnung der Branchen erfolgt durch das Projektteam anhand des Maßstabs aus Tabelle 4-9.

- Kognitive Distanz:** Kognitive Distanz bezeichnet die *Diskrepanz mentaler Modelle und Denkmuster* sowie die *Diskrepanz von Problemlösungsansätzen* [Ste10, S. 207]. Jede Branche verfügt über spezifische Denkmuster – zwischen zwei Branchen existiert demnach eine kognitive Distanz. Zur Quantifizierung greifen GASSMANN und ENKEL die Nummerierungen der NACE-Systematik auf und nutzen sie im Rahmen von CII zur Bestimmung des Abstands von Branchen: Durch Subtraktion der Werte der NACE-Klassifizierung zweier Branchen resultiert ein Wert. Je größer der Betrag des Wertes, desto größer ist der Abstand zweier Branchen [EG10, S. 262]. Bild 4-12 zeigt ein Berechnungsbeispiel.

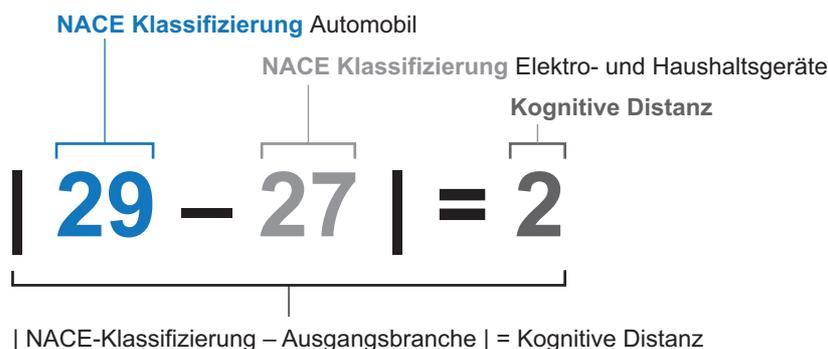


Bild 4-12: Berechnung der kognitiven Distanz nach ENKEL und GASSMANN [EG10, S. 262]

In der Branchenklassifizierung der vorliegenden Arbeit sind teilweise mehrere NACE-Branchen zusammengefasst bzw. aufgefächert (vgl. Tabelle 4-6): Hier dient der Mittelwert der Branchen oder Gruppen als Berechnungsgrundlage. Die quantifizierte kognitive Distanz wird nachfolgend gemäß Tabelle 4-9 in eine Bewertung auf der Skala von 0 bis 4 überführt.

Tabelle 4-9: Bewertungsmaßstäbe für die Branchendistanz

Branchendistanz			Bewertungsmaßstab				
			0	1	2	3	4
Bewertungs-kriterien	1	Technologische Distanz	sehr geringe bis keine Distanz	geringe Distanz	mittlere Distanz	große Distanz	sehr große Distanz
	2	Kognitive Distanz	< 4	4 ≤ Distanz < 8	8 ≤ Distanz < 12	12 ≤ Distanz < 16	Distanz ≥ 16

Die Bewertungen der beiden Kriterien werden nachfolgend gemäß einer zu wählenden Gewichtung anhand einer Nutzwertanalyse zu einer Gesamtbewertung der Branchendis-

tanz zusammengefasst. Tabelle 4-10 zeigt die Bewertungen von Innovationsaktivität und Branchendistanz. Da beide Dimensionen einen längeren Berichtszeitraum adressieren, können die Bewertungen innerhalb des Berichtszeitraums bei erneuter Anwendung der Systematik beibehalten werden – lediglich die Problemrelevanz ist bei jeder Anwendung der Systematik erneut zu bestimmen.

Tabelle 4-10: Nutzwertanalysen zur Bewertung der Innovationsaktivität und Branchendistanz in Anlehnung an [AEG+12, S. 158f.]

Fragestellung: Welche Bewertung erzielt die Branche j (Zeile) bezüglich des Kriteriums i (Spalte)? Bewertungsskala: 0 bis 4		Innovationsaktivität				Branchendistanz					
		Länge der Produktlebenszyklen		Investitionen in F&E		Technologische Distanz		Kognitive Distanz			
		G: 0,7		G: 0,3		G: 0,7		G: 0,3			
Nr.	Branche	Bew.	B x G	Bew.	B x G	Σ	Bew.	B x G	Bew.	B x G	Σ
1	Landwirtschaft	1	0,70	0	0,00	0,70	3	2,10	4	1,20	3,30
2	Forstwirtschaft	1	0,70	0	0,00	0,70	3	2,10	4	1,20	3,30
3	Fischerei	1	0,70	0	0,00	0,70	3	2,10	4	1,20	3,30
4	Bergbau	1	0,70	0	0,00	0,70	3	2,10	4	1,20	3,30
5	Nahrungsmittel	2	1,40	1	0,30	1,70	3	2,10	4	1,20	3,30
6	Getränke	2	1,40	1	0,30	1,70	3	2,10	4	1,20	3,30
7	Tabak	1	0,70	0	0,00	0,70	3	2,10	3	0,90	3,00
8	Textil	4	2,80	1	0,30	3,10	3	2,10	3	0,90	3,00
9	Holzwaren	1	0,70	0	0,00	0,70	3	2,10	2	0,60	2,70
10	Papier	3	2,10	1	0,30	2,40	2	1,40	2	0,60	2,00
11	Druckerei und Datenträger	3	2,10	2	0,60	2,70	2	1,40	2	0,60	2,00
12	Kokerei und Mineralöl	1	0,70	0	0,00	0,70	3	2,10	2	0,60	2,70
13	Chemie	3	2,10	3	0,90	3,00	3	2,10	1	0,30	2,40
14	Pharma	2	1,40	4	1,20	2,60	3	2,10	1	0,30	2,40
	:										
22	Automobil	2	1,40	3	0,90	2,30	2	1,40	0	0,00	1,40
	:										
34	Wasser, Abwasser, Abfall	1	0,70	1	0,30	1,00	1	0,70	2	0,60	1,30
	:										

Suchportfolio

Die Bewertungen von Problemrelevanz, Innovationsaktivität und Branchendistanz lassen sich auf Basis der Nutzwertanalysen in ein gemeinsames Portfolio überführen. Das *Suchportfolio* fächert die Branchen entlang der Achsen Innovationsaktivität und Branchendistanz auf und bildet die Problemrelevanz in Form des Kugeldurchmessers ab (vgl. Bild 4-13).

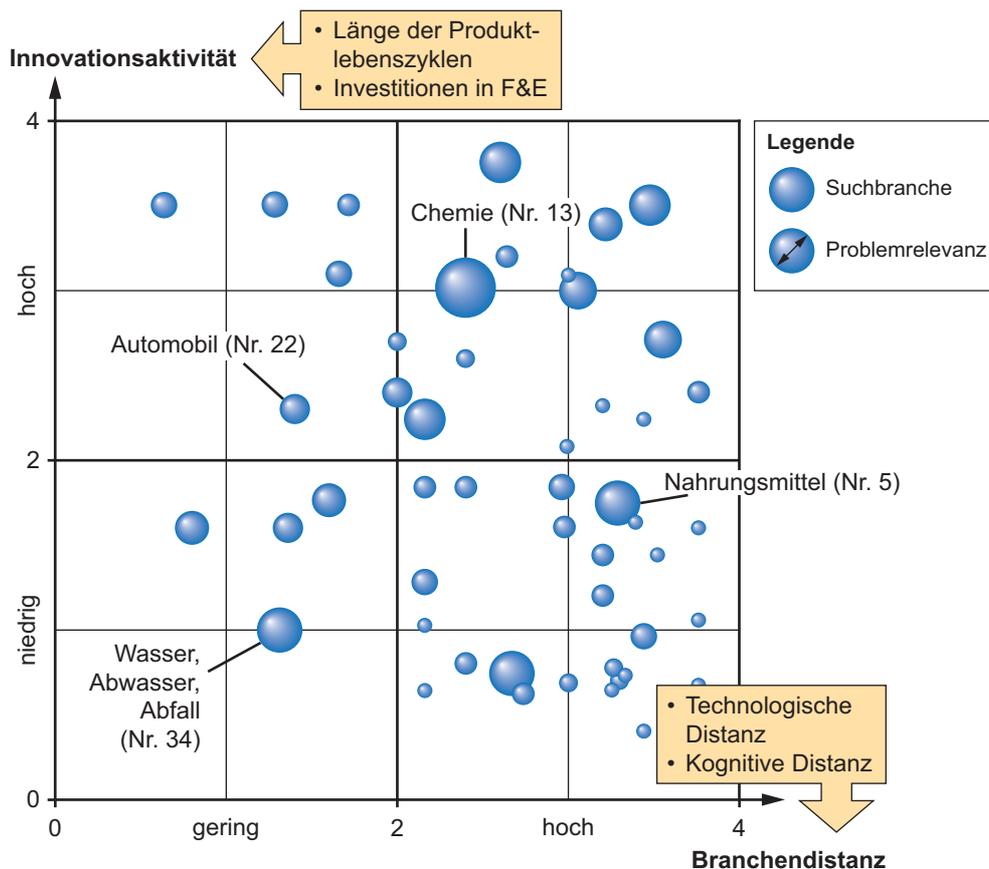


Bild 4-13: Suchportfolio in Anlehnung an [AEG+12, S. 160], [KEA+13, S. 426]

Das Suchportfolio lässt sich in vier charakteristische Quadranten unterteilen. So enthält der Quadrant oben rechts besonders innovationsstarke Branchen, die thematische weit von der eigenen Branche entfernt sind. Hier ist mit einer größeren Anzahl an potentiellen Lösungsideen zu rechnen. Ferner ist durch stark unterschiedliche Denkweisen eine höhere kognitive Transferleistung vom Anwender erforderlich. Konträr dazu handelt es sich in dem Quadranten unten links um Branchen, die zwar eher weniger Lösungsideen liefern. Gefundene Lösungen sind jedoch vermutlich mit geringerer kognitiver Transferleistung auf das eigene Problem übertragbar.

Jeder Quadrant impliziert demzufolge spezifische Vor- und Nachteile. Vor dem Hintergrund der Reduzierung des Suchrisikos durch Streuung der Suchbranchen entlang der Achsen wird nachfolgend aus jedem Quadranten die Branche mit der höchsten Problemrelevanz als Suchbranche ausgewählt. Im Validierungsbeispiel resultieren die Suchbranchen *Automobil (Nr. 22)*, *Chemie (Nr. 13)*, *Wasser, Abwasser, Abfall (Nr. 34)* und *Nahrungsmittel (Nr. 5)*.

4.3.4 Konsolidierung der Suchstrategie

In den vorherigen drei Abschnitten wurden im Rahmen der Suchstrategie ein Projektteam mit den erforderlichen Kompetenzen zusammengestellt, ein Abstraktionsbaum

erarbeitet und Suchbegriffe abgeleitet. Darüber hinaus wurden geeignete Suchbranchen ausgewählt. Alle Teilelemente werden zum Abschluss von Phase 2 in eine Suchstrategie überführt, wie sie in Bild 4-14 für das Validierungsbeispiel dargestellt ist. Im Anschluss kann die eigentliche Suche durchgeführt werden.

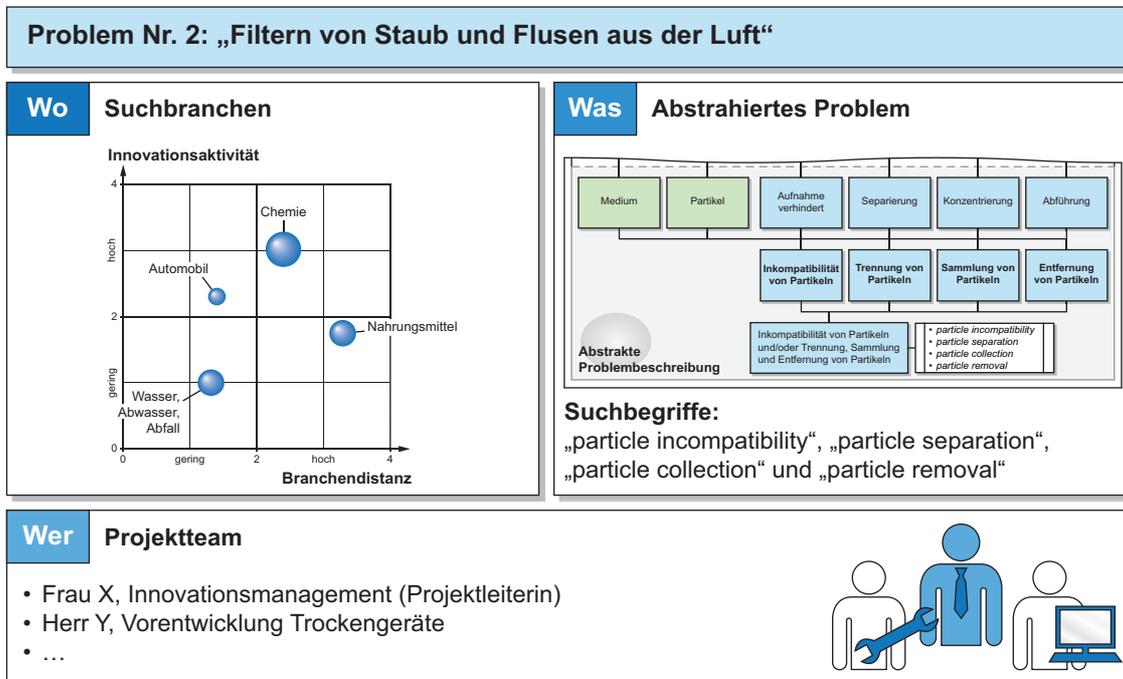


Bild 4-14: Suchstrategie

4.4 Suche

Ziel der Suche sind Lösungsideen für das gewählte Problem *Filtern von Staub und Flusen aus der Luft*. In Abschnitt 2.4.2 ist deutlich geworden, dass insbesondere eine medienbasierte Suche im Internet Erfolg versprechend ist. Viele Methoden im Rahmen des untersuchten Stands der Technik zeigen, dass auch eine Befragung von Experten in Form einer Netzwerksuche zu geeigneten Lösungsideen führen kann (vgl. Abschnitte 3.1.1, 3.1.4, 3.1.5 u. 3.1.8). Vor diesem Hintergrund wird zunächst kurz die Einbindung der Netzwerksuche in die vorliegende Systematik thematisiert (vgl. Abschnitt 4.4.1) und anschließend eine detaillierte Vorstellung der medienbasierten Suche vorgenommen (vgl. Abschnitt 4.4.2). Alle identifizierten Lösungsideen werden anschließend in Steckbriefen charakterisiert (vgl. Abschnitt 4.4.3).

4.4.1 Netzwerksuche

Die Netzwerksuche beschreibt in der vorliegenden Arbeit den Prozess der Identifikation und Befragung von Experten. Startpunkt der Suche ist die zuvor erarbeitete Suchstrategie. Sie enthält:

- die Auswahl von Branchen in denen Experten gesucht werden und

- eine abstrakte Beschreibung des Problems (untere Hälfte des Abstraktionsbaums), die nicht direkt Rückschlüsse auf das Ausgangsproblem zulässt und den Lösungsraum nicht zusätzlich einschränkt.

Aufgrund der gewählten Granularität der Branchenstruktur ist der potentielle Personenkreis mit Expertenwissen in einzelnen Bereichen der Branche sehr groß. Jedoch werden z.B. im Rahmen der Automobilbranche vermutlich nur sehr wenige Personen das gesamte Spektrum abdecken. Es gilt folglich, die *richtigen* Experten einer Branche in Bezug auf das (abstrahierte) Problem zu identifizieren.

Eine ähnliche Herausforderung existiert im Bereich der kundeninduzierten Produktinnovationen. In diesem Rahmen ist die Befragung von *Lead Usern* eine häufig eingesetzte Methode [Hip05, S. 4ff.]. Lead User sind *eine kleine Gruppe von Kunden, deren stark ausgeprägten aktuellen Bedürfnisse in einigen Jahren von einer breiten Kundenschicht getragen werden* [KGC96, S. 155]. Zur Identifikation von Lead Usern schlägt VON HIPPEL das *Pyramiding* als eine besonders effiziente Suchmethode vor [HFP09, S. 1397f.], [HTS99, S. 47ff.]. Pyramiding basiert auf dem Schneeballprinzip. Das Vorgehen folgt der Annahme, dass Experten grundsätzlich Personen kennen, die sich mit einem Thema noch besser auskennen als sie selbst [Hip05, S. 135]. Auf diesem Weg können über einige Zwischenstationen die eigentlichen Lead User identifiziert werden [WP11, S. 14]. Das Konzept des Pyramiding lässt sich auch auf Cross-Industry-Innovationen transferieren [Kal10, S. 47ff.], [PP10, S. 898].

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist daher zunächst ein Experte aus einer der gewählten Suchbranchen zu identifizieren. Hierzu können beispielsweise Branchenverbände kontaktiert werden. Dem identifizierten Experten wird lediglich die abstrahierte Problembeschreibung (untere Hälfte des Abstraktionsbaums) zur Verfügung gestellt (vgl. Abschnitt 4.3.2). Der Experte kann nachfolgend eine branchen- und anwendungsspezifische *Übersetzung* der abstrakten Zielelemente vornehmen und so möglicherweise eine potentielle Lösungsidee aufzeigen. In diesem Zusammenhang gilt es auf Basis der Zielelemente die folgende Frage zu beantworten: *Wie wird dieses Ziel(-element) in meiner eigenen Branche technisch realisiert?* Darüber hinaus wird der Experte gebeten, der Logik des Pyramidings folgend einen oder mehrere weitere(n) Experten zu benennen, dem wiederum nur die abstrakte Problembeschreibung vorgelegt wird. Diesem Vorgehen wird gefolgt, bis eine zufriedenstellende Anzahl an Lösungsideen bestimmt ist. Identifizierte Lösungsideen werden anschließend in Form von Steckbriefen charakterisiert (vgl. Abschnitt 4.4.3).

Die Netzwerksuche ist in der vorliegenden Arbeit als optionale Ergänzung zur medienbasierten Suche zu verstehen. Das Vorgehen der medienbasierten Suche wird nachfolgend vorgestellt.

4.4.2 Medienbasierte Suche

Gegenstand der Aufgabe ist die medienbasierte Suche nach Lösungsideen auf Basis der Suchstrategie. Wesentliche Herausforderungen liegen in der Auswertung großer Datenmengen und deren Reduzierung auf das Wesentliche unter Berücksichtigung des branchen- und anwendungsspezifischen Vokabulars (vgl. Abschnitt 2.4.2).

In der vorliegenden Systematik wird hierzu ein zyklisches Vorgehen vorgeschlagen (vgl. Bild 4-15) [KEA+13, S. 423ff.]. Das Vorgehen gliedert sich in sieben Schritte, die eine schrittweise Identifikation von Lösungsideen erlauben.

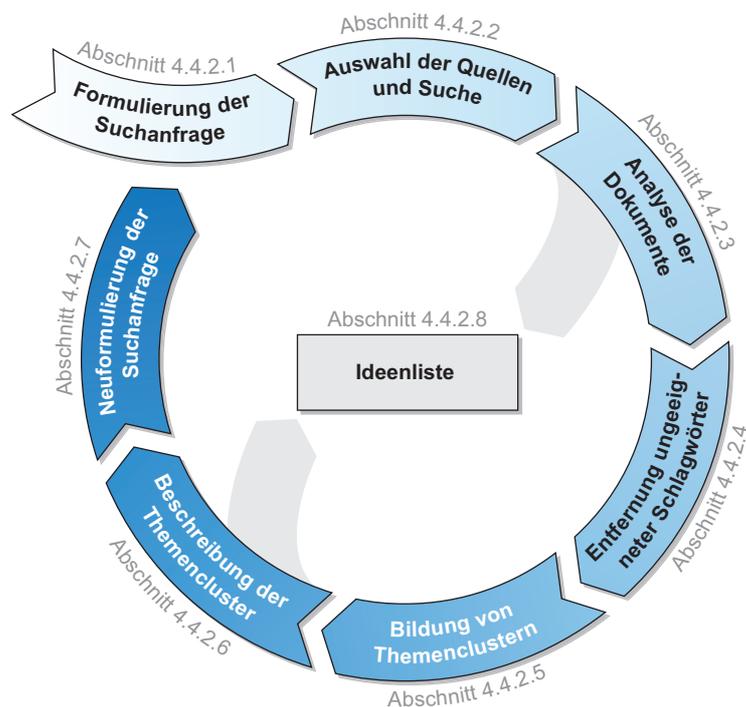


Bild 4-15: Zyklische Identifikation von Lösungsideen durch medienbasierte Suche in Anlehnung an [KEA+13, S. 423]

Die Bildung einer Analogie erfordert die Identifikation der wesentlichen Merkmale von Problemen einer fremden Branche. Dieser Schritt erfolgt (insbesondere bei fernen Analogien) kognitiv (vgl. Abschnitt 2.4.2). Der Zyklus unterstützt diesen kognitiven Schritt und erlaubt eine schrittweise Annäherung des abstrahierten Problems an mögliche analoge Probleme und Lösungen durch schrittweise Anpassung der Suchbegriffe an das spezifische Vokabular. Das Vorgehen baut auf einem lokalen Vorgehen zur Query Expansion auf (vgl. Abschnitt 3.3.2). Ferner folgt der Suchzyklus dem Grundgedanken *Scatter/Gather* zum Durchsuchen von Dokumentensammlungen. CUTTING ET AL. folgend, werden die Suchergebnisse zu Themenfeldern geclustert und Erfolg versprechen-

de Cluster ausgewählt und ihre Inhalte erneut geclustert⁷⁹ [CKP+92, S. 319ff.]. In der vorliegenden Systematik wird hierzu auf die Beschreibung von Dokumenten mittels Vektoren, wie sie SALTON vorschlägt, zurückgegriffen (vgl. Abschnitt 3.3.1). Im Rahmen der medienbasierten Suche wird auf bestehende Funktionalitäten der IT-Werkzeugs KNIME zurückgegriffen und eine pragmatische Umsetzung der Suchmethodik realisiert.

Die einzelnen Phasen werden nachfolgend erläutert. Hierbei erfolgt die Vorstellung jeder Phase in einem separaten Abschnitt (vgl. Abschnitte 4.4.2.1 bis 4.4.2.7). Gefundene Lösungsideen werden in einer Ideenliste gesammelt (vgl. Abschnitt 4.4.2.8). Der Zyklus ist für jede Branche separat zu durchlaufen. Nachfolgend wird das Vorgehen anhand einer Suche in der Chemiebranche nach einer Lösung für das gewählte Problem *Filtern von Staub und Flusen aus der Luft* erläutert.

4.4.2.1 Formulierung der Suchanfrage

Im ersten Schritt ist die Suchanfrage zu formulieren. Hierzu werden analog zur Ermittlung der Problemrelevanz die zuvor definierten Suchbegriffe (vgl. Abschnitt 4.3.1) um die Bezeichnung der Branche erweitert. Auch hier empfiehlt es sich, zwei bis drei Wörter zur Beschreibung der Branche zu verwenden. Hierzu kann auf etablierte Thesauri zurückgegriffen werden⁸⁰. Für das Validierungsbeispiel resultiert im Rahmen der Chemiebranche die in Bild 4-16 dargestellte Suchanfrage.

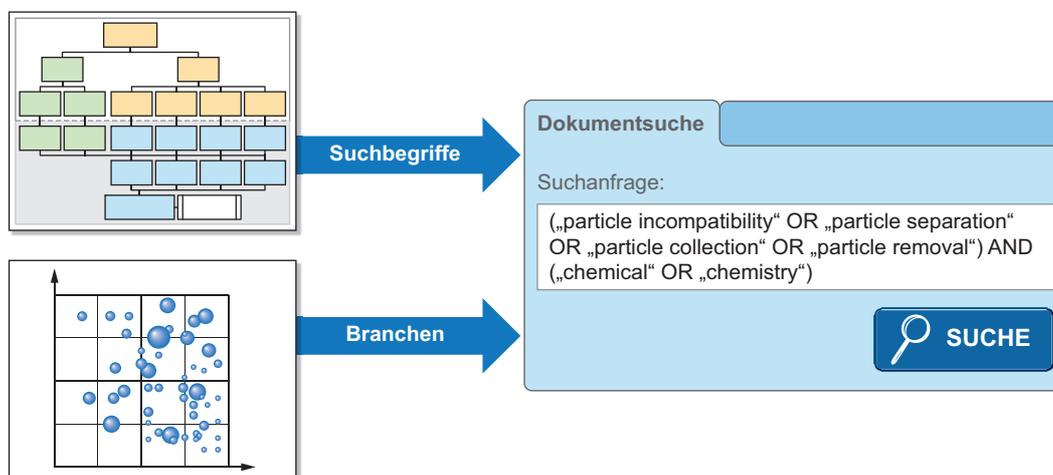


Bild 4-16: Formulierung einer Suchanfrage [KEA+13, S. 427]

⁷⁹ In der vorliegenden Systematik wird zusätzlich die Datengrundlage auf Basis neuer Suchbegriffe erweitert (vgl. Abschnitt 4.4.2.7).

⁸⁰ Im Validierungsprojekt wurde das Internetportal www.Thesaurus.com verwendet.

4.4.2.2 Auswahl von Quellen und Suche

Im zweiten Schritt gilt es, relevante Quellen für die medienbasierte Suche festzulegen und zu durchsuchen. Quellen für eine medienbasierte Suche sind z.B. wissenschaftliche Veröffentlichungen, Zeitschriftenartikel, Produktbeschreibungen von Anbietern und Kundenrezessionen von Produkten.

Wesentliche Herausforderung ist die Auswahl der *richtigen* Quellen. WELLENSIEK ET AL. bestimmen die **Qualität von Quellen** im Rahmen der Technologiefrüherkennung⁸¹ mittels der vier Kriterien Informationsgehalt, Validität, Exklusivität und Frühzeitigkeit von Informationen [WSH+11, S. 102]. Informationsgehalt und Validität werden nachfolgend kurz thematisiert⁸².

Der *Informationsgehalt* bezeichnet die Genauigkeit der gefundenen Resultate. Je größer das Verhältnis von relevanten zu nicht relevanten Informationen, desto höher ist der Informationsgehalt. Der Informationsgehalt ist beispielsweise im Rahmen von wissenschaftlichen Veröffentlichungen häufig deutlich höher als bei anderen Quellen. Bei der *Validität* geht es um den Wahrheitsgehalt von Quellen. Es kann z.B. davon ausgegangen werden, dass wissenschaftliche Veröffentlichungen eine höhere Validität aufweisen als Kundenmeinungen [WSH+11, S. 102]. Es ist denkbar, dass öffentlich verfügbare Kundenrezensionen trotz geringem Informationsgehalt und möglicherweise geringer Validität interessante Hinweise auf Lösungsideen enthalten. Es müssten jedoch vermutlich viele irrelevante Informationen herausgefiltert werden und gefundene Hinweise hinsichtlich ihrer Validität überprüft werden. Die Auswahl von Quellen sollte daher im Wesentlichen unabhängig von der Qualität der Quelle erfolgen.

Für die Quellenauswahl wurden in der vorliegenden Arbeit vier **Kriterien** definiert:

- **Themenrelevanz:** Es lässt sich schwer im Vorhinein abschätzen, ob eine Quelle hinsichtlich eines Themas relevant ist. Daher sei zunächst jede Quelle relevant – es können lediglich Quellen ausgeschlossen werden, wenn mit hoher Sicherheit keine Hinweise vor dem Hintergrund der jeweiligen Branche identifiziert werden können.

⁸¹ WELLENSIEK ET AL. unterscheiden in ihrem Drei-Ebenen-Konzept des Informationsbedarfs der Technologiefrüherkennung zwischen Objekt-, Zweck- und qualitativer Ebene [WSH+11, S. 99ff.]. Objekt- und Zweckebene werden im Rahmen der vorliegenden Systematik (soweit erforderlich) durch die Suchstrategie abgedeckt.

⁸² Bei der *Frühzeitigkeit* geht es um den Neuheitsgrad von Informationen [WSH+11, S. 102]. Da bei CII vor allem etablierte Techniken anderer Branchen gesucht werden, ist dieser Aspekt in der vorliegenden Arbeit von untergeordneter Bedeutung. Bei der *Exklusivität* wird der Zugang zu Informationen thematisiert: Je eher Informationen nicht ohne Weiteres frei zugänglich sind, desto eher können sie bei der Technologiefrüherkennung einen Vorteil für das jeweilige Unternehmen darstellen [WSH+11, S. 102]. So sind beispielsweise Datenbanken wie Scopus nicht für jedes Unternehmen direkt kostenfrei zugänglich. Inwieweit die Exklusivität bei CII einen entscheidenden Vorteil darstellt, kann jedoch an dieser Stelle nicht valide beantwortet werden.

- **Dateiformat:** Im Rahmen der Suche sind große Mengen an Informationen mittels IT-Werkzeugen zu analysieren. Vor diesem Hintergrund sollte der Transfer der Suchergebnisse aus der Suchmaschine mit geringem Aufwand realisierbar sein. In der vorliegenden Arbeit wird das IT-Werkzeug KNIME eingesetzt. Das Werkzeug unterstützt die Auswertung von html-Dokumenten (Internetseiten) und pdf-Dokumenten (Veröffentlichungen). Quellen, die in derartigen Formaten vorliegen, werden in der vorliegenden Arbeit vorrangig ausgewählt [KNI14d-ol], [KNI14e-ol].
- **Suche:** Durch den Aufbau der Suchanfrage (vgl. Abschnitt 4.4.2.1) erfolgt die Suche auf Basis mehrerer Begriffe. Geeignete Quellen erlauben die Verkettung von Suchbegriffen mittels boolescher Operatoren wie *AND* und *OR*.
- **Schnittstellen:** Das manuelle Herunterladen von Suchergebnissen ist mit erheblichem Aufwand verbunden. Ein automatischer Download der Suchergebnisse ist bei einigen Suchmaschinen möglich; häufig existieren jedoch technische und rechtliche Barrieren. Das Portal Scopus erlaubt beispielsweise keinen automatischen Download durch ein externes IT-Werkzeug, bietet aber einen eigenen Downloadmanager an [Els14b-ol, S. 7]. Je einfacher die Datenbeschaffung, desto eher ist eine Quelle im Rahmen der vorliegenden Arbeit geeignet.

Für potentielle geeignete Quellen sind die vier genannten Auswahlkriterien zu prüfen und eine Auswahl vorzunehmen. Gemäß der zuvor formulierten Suchanfrage (vgl. Abschnitt 4.4.2.1) wird nachfolgend in den ausgewählten Quellen (Datenbanken) gesucht. Gefundene Dokumente werden in einem lokalen Ordner konsolidiert. Die heruntergeladenen Suchergebnisse werden nachfolgend als Datenbasis bezeichnet. In Abhängigkeit von den Suchbegriffen und den gewählten Datenbanken kann eine Vielzahl an Suchergebnissen resultieren. Die geeignete Anzahl an zu berücksichtigenden Dokumenten ist vor allem von der zur Auswertung zur Verfügung stehenden Rechenleistung abhängig. Gute Erfahrungen wurden bisher mit 500-1500 Dokumenten mit durchschnittlich 15 Textseiten erzielt. Hier dauert eine Analyse auf dem Testcomputer⁸³ zwischen ein und vier Stunden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde auf die Datenbanken Google Scholar und SciVerse Scopus zurückgegriffen. Insgesamt wurden 988 Dokumente identifiziert.

⁸³ Die Testläufe wurden auf einem Computer mit Windows 7, i7 Prozessor (2,8 GHz), 8 GB RAM und Solid-State-Drive durchgeführt.

4.4.2.3 Analyse der Dokumente

Ziel der Analyse von Dokumenten sind Lösungsideen. Die Analyse der zuvor heruntergeladenen Dokumente wird auf zwei Arten durchgeführt: Suche mittels *regulärer Ausdrücke* und durch Beschreibung der Inhalte der Dokumente mittels *Schlagwörtern*⁸⁴.

Reguläre Ausdrücke bezeichnen *eine generelle Notation zur Beschreibung von Textmustern* [Fri97, S. 1f.]. In der vorliegenden Systematik werden Anwendungen in fremden Branchen gesucht. Vor diesem Hintergrund werden durch den Rückgriff auf reguläre Ausdrücke Kombinationen von Wörtern mit dem Begriff *application* identifiziert. Das Vorgehen entspricht somit einer Volltextsuche, jedoch wird nach Begriffspaaren gesucht. Der verwendete reguläre Ausdruck ist in Bild 4-17 dargestellt.

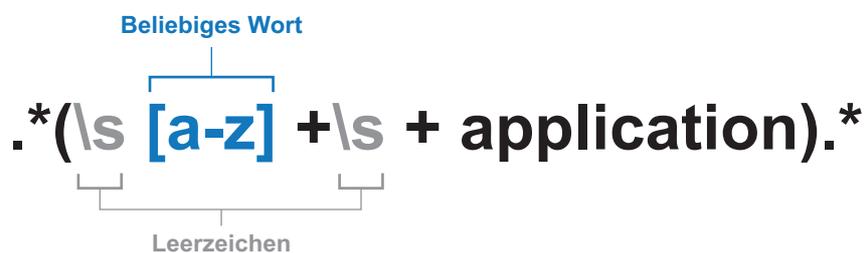


Bild 4-17: Regulärer Ausdruck zur Identifikation von Lösungsideen

Die resultierende Liste umfasst beispielsweise Begriffskombinationen wie *filter application*. Bei allen Begriffen ist eine kurze Durchsicht des zugrundeliegenden Dokuments erforderlich: Das genannte Beispiel weist jedoch lediglich auf ein konventionelles Filtersieb hin (wie es bereits heute in Trockengeräten eingesetzt wird)⁸⁵. Gefundene Lösungsideen werden in die Ideenliste in Abschnitt 4.4.2.8 festgehalten.

Bei der Beschreibung der Inhalte der Dokumente mittels **Schlagwörtern** können die Inhalte von Dokumenten erfasst werden, ohne dass sie im Detail gelesen werden. Hierzu werden in den Dokumenten zunächst geeignete Schlagwörter identifiziert und anschließend in den Metadaten der jeweiligen Datei hinterlegt. Die Indexierung erfolgt in der vorliegenden Arbeit vollständig automatisiert mit dem vorgestellten IT-Werkzeug KNIME (vgl. Abschnitt 3.3.6). In diesem Zusammenhang wurde in der Software ein Workflow zusammengestellt, der die Methodik der medienbasierten Suche unterstützt – der Workflow ist in Anhang A2 dargestellt.

⁸⁴ Die *Wissenrepräsentation* mit Schlagwörtern kann als Indexierungsverfahren eingesetzt werden. Gegenstand von Indexierungsverfahren ist die Schließung der *sprachlichen Lücke zwischen Dokumenten und dem Nutzer*. Konkret geht es darum, die Inhalte eines Dokuments mit geeigneten, repräsentativen Begriffen darzustellen [Sto07, S. 541]. Im Folgenden werden diese Begriffe als Schlagwörter bezeichnet.

⁸⁵ Erfahrungen zeigen, dass durch die verwendete Suche mittels regulärer Ausdrücke nur die wenigsten Lösungsideen gefunden werden.

Zur Identifikation der Schlagwörter erfolgt zunächst eine Verarbeitung der Dokumente, wie sie im Bereich des Information Retrievals⁸⁶ üblich ist (vgl. Bild 4-18) [Fer03, S. 37], [Sto07, S. 222ff]. Alle Schritte werden durch Funktionalitäten des IT-Werkzeugs KNIME abgebildet und lassen sich automatisch durchführen:

- **Überführung in Wortliste:** Alle Wörter aller Dokumente der Datenbasis werden für die weitere Bearbeitung in eine Liste überführt. Die Liste enthält alle Wörter aus allen Dokumenten sowie eine Zuordnung, aus welchem Dokument das Wort stammt.
- **Kleinschreibung:** Die Wörter aus der Liste werden nachfolgend in Kleinbuchstaben transformiert und doppelte Wörter zusammengeführt. Hierdurch ist es möglich identische Wörter zu konsolidieren – unabhängig von ihrer Positionierung im Satz (z.B. Satzanfang).
- **Entfernen von Satzzeichen:** Satzzeichen enthalten keine inhaltlichen Informationen und werden daher entfernt. Auch hier werden resultierende Duplikate konsolidiert.
- **Filtern von Stoppwörtern:** Stoppwörter bezeichnen Wörter, die in einer Sprache häufig verwendet werden. Sie sind jedoch nicht *sinntragend*. Typische Stoppwörter sind Artikel und Präpositionen [Fer03, S. 37], [HLT+80, S. 53]. Das verwendete IT-Werkzeug verfügt über eigene Stoppwortlisten, auf die zurückgegriffen wird. Alle Stoppwörter werden aus der Wortliste entfernt.
- **Filtern von Zahlen:** Reine Zahlenkombinationen, wie sie beispielsweise zur Strukturierung von Dokumenten verwendet werden, werden gefiltert [Fer03, S. 37]. Die Erfahrungen aus den Validierungsprojekten zeigen, dass gemischte Buchstaben-Zahlen-Kombinationen im Rahmen von CII nicht gefiltert werden sollten. Sie enthalten häufig relevante Informationen: Ein Beispiel ist *25crmo4*⁸⁷ – die Bezeichnung eines Stahls.
- **Wortstammreduktion:** Hier geht es um die Rückführung von Worten auf Ihren Wortstamm⁸⁸. 1977 definierte KUHLEN ein Regelwerk, welches die Rückführung für die meisten englischen Wörter auf ihre Stammform erlaubt [Fer03, S. 42ff.]. So werden beispielsweise die Wörter *absorbed*, *absorbing* oder *absorbs* in das Wort *absorb* überführt [Fer03, S. 43]. Nach der Anpassung resultieren erneut zu konsolidierende Duplikate in den Listen.

⁸⁶ Information Retrieval bezeichnet den Vorgang, der einen Satz von Dokumenten als Antwort auf eine Suchanfrage in relevante und nicht relevante Dokumente unterscheidet [MDE+12, S. 5].

⁸⁷ Die Schreibweise in Kleinbuchstaben ist auf die zuvor durchgeführte Kleinschreibung der Wörter zurückzuführen.

⁸⁸ Die Wortstammreduktion wird im Rahmen des Information Retrievals häufig mit der englischen Bezeichnung *Stemming* beschrieben [GF04, S. 172].

- **Wortzuweisung und Auswahl:** KNIME ermöglicht eine automatisierte Identifikation von Wortarten. Hierdurch können einzelne Wortarten gezielt ausgewählt oder ausgeschlossen werden [Thi09, S. 4]. Im Kontext CII hat sich die Reduktion der Wortlisten auf Nomen und Verben als hilfreich herausgestellt⁸⁹. Kann keine Wortart zugewiesen werden (z.B. bei Abkürzungen), wird der Begriff in der Wortliste behalten.

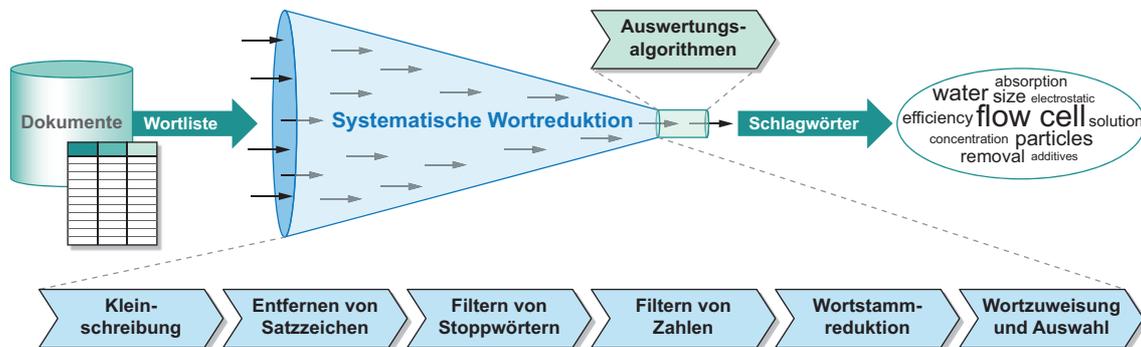


Bild 4-18: Identifikation von Schlagwörtern in Anlehnung an [KEA+13, S. 429]

Für die resultierende Liste gilt es nun zu ermitteln, welche Bedeutung den Wörtern in der zugrundeliegenden Datenbasis beigemessen wird. Damit ein Abgleich zwischen der Wortliste und der Datenbasis möglich ist, wird eine temporäre Kopie aller Dokumente angefertigt und die zuvor durchgeführten Verarbeitungsschritte der Wortliste auf die Dokumente angewendet. Die Dokumente liegen anschließend in Kleinschreibung vor und erhalten ausschließlich auf ihren Wortstamm reduzierte Nomen und Verben. Für die Bewertung der Bedeutung eines Wortes bietet KNIME verschiedene etablierte **Algorithmen** an. In der vorliegenden Arbeit wird auf die TF-IDF-Metrik⁹⁰ nach SALTON und sowie auf das KeyGraph-Vorgehen⁹¹ nach OSHAWA ET AL. zurückgegriffen.

Die implementierten Algorithmen erlauben eine automatische Berechnung, Konsolidierung und Normierung der quantifizierten Bedeutung für jedes Wort auf einer Skala von 0 bis 1. Je höher der Wert, desto größer die Bedeutung. Die Wörter mit dem höchsten Wert, werden nachfolgend als Schlagwörter bezeichnet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird die Liste auf 200-500 Schlagwörter begrenzt. Die Liste kann in Form einer

⁸⁹ Obwohl z.B. Adjektive zur Beschreibung von Zielzuständen von Problemen dienen können, werden sie an dieser Stelle gefiltert und der Fokus auf Nomen und Verben gelegt. Dieser Schritt ist optional und hat praktische Gründe: Im Rahmen von Versuchen bei der Erarbeitung der Systematik wurde festgestellt, dass die identifizierten Adjektive in den meisten Fällen keine geeigneten Schlagwörter darstellten.

⁹⁰ Die TF-IDF-Metrik nach SALTON ist das am häufigsten verwendete Verfahren zur Ermittlung von Schlagwörtern [Kla09, S. 43]. Sie folgt dem Grundgedanken, dass die relative Häufigkeit eines Wortes in einem Dokument ein Maß für die Bedeutung des Wortes ist (Term Frequency TF). Je häufiger ein Wort jedoch auch in anderen Dokumenten der Datenbasis genannt wird, desto eher ist von einer geringen Bedeutung auszugehen (Inverse Dokument Frequency IDF) [SB88, S. 515ff.].

⁹¹ Für eine detaillierte Vorstellung des KeyGraph-Vorgehens sei auf [OSY98, S. 12ff.] verwiesen.

TagCloud aufbereitet werden. Untersuchungen zeigen, dass diese Form der Darstellung bei Anwendern auf größeren Anklang stößt als Listendarstellungen [TCB09, S. 367]. Die resultierende TagCloud für das Validierungsbeispiel in der Chemieindustrie ist in Bild 4-19 dargestellt. Je höher die quantifizierte Bedeutung, desto größer und zentraler wird ein Begriff dargestellt.

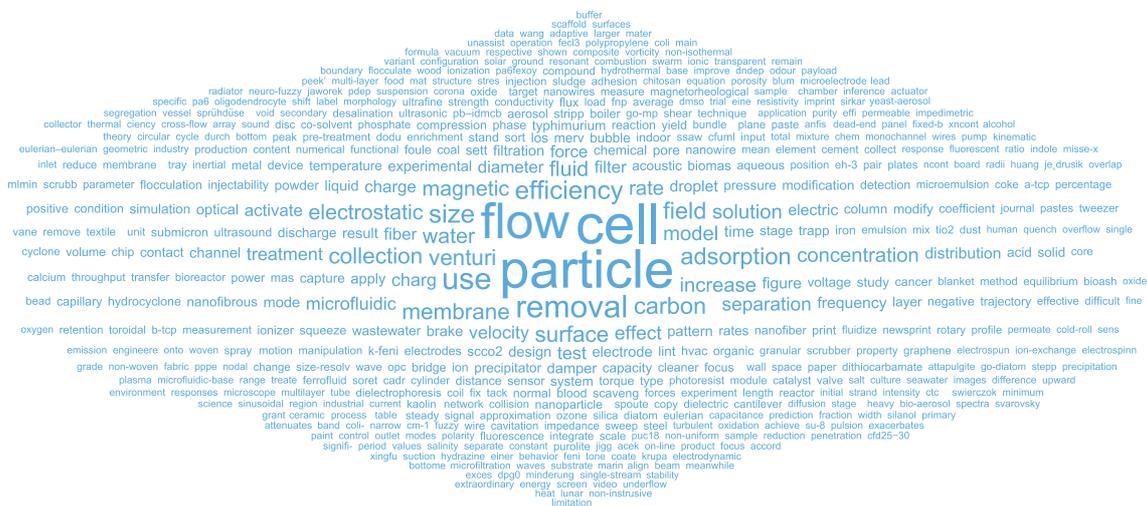


Bild 4-19: TagCloud für die Datenbasis zum Problem Filtern von Staub und Flusen aus der Luft (Chemiebranche)

Die TagCloud wird anschließend vom Projektteam ausgewertet. Es wird deutlich, dass beispielsweise die Begriffe *particle* und *removal* über eine hohe Bedeutung verfügen. Das ist nicht verwunderlich, da diese Suchbegriffe zur Auswahl von Dokumenten herangezogen wurden. Selbstverständlich ist nicht jedes Schlagwort mit einer konkreten Lösung verknüpft, dennoch enthält die TagCloud auch im ersten Durchlauf bereits Hinweise auf Lösungsideen. So deuten die Begriffe *ultrasonic* und *ultrasound* in den zugrundeliegenden Dokumenten auf Verfahren zur automatisierten Reinigung von Filtern hin. Der Begriff *electrostatic* verweist auf einen elektrostatischen Filter; die Dokumente mit dem Schlagwort *graphene* erläutern den Einsatz von einlagigen Kohleschichten zur Filterung von Wasser.

Darüber hinaus finden sich in TagClouds häufig Abkürzungen. Der Grund hierfür liegt auf der Hand: Verwenden Autoren einen Begriff ihrer Kernaussage häufig, führen sie Abkürzungen ein und greifen im Rahmen des Dokuments ausschließlich auf die Abkürzung zurück. Diese Abkürzungen sind zu recherchieren und in der Analyse zu berücksichtigen.

Alle zu diesem Zeitpunkt identifizierten Lösungsideen werden anschließend in einer Ideenliste gesammelt (vgl. Abschnitt 4.4.2.8). Ist eine ausreichende Anzahl an Lösungsideen generiert worden, kann die Suche nach diesem Schritt beendet werden – dies ist üblicherweise nicht vor dem zweiten Zyklusdurchlauf der Fall.

4.4.2.4 Entfernung ungeeigneter Schlagwörter

Bild 4-19 verdeutlicht: Nicht jedes Schlagwort lässt direkt einen Rückschluss auf den Kontext zu. So weißt das Wort *venturi* in Dokumenten auf vielfältige Anwendungen des Venturi-Effekts hin; das englische Wort *scrubber* wird am häufigsten als *Bürste* übersetzt. Für sich genommen ist keines der Worte ein Hinweis, kombiniert resultiert jedoch der *venturi scrubber*. Im deutschen als *Venturiwäscher* bezeichnet, handelt es sich hierbei um eine Technik zur Reinigung von Gasen – eine Lösungsidee. Dokumente, die beide Begriffe enthalten, beschreiben daher mit hoher Wahrscheinlichkeit das gleiche Themenfeld. Darüber hinaus können durch die Betrachtung von mehreren Worten Mehrdeutigkeiten berücksichtigt werden – es wird zusätzlich der Kontext betrachtet⁹². Schlussendlich erleichtert eine Gruppierung von Dokumenten nach mehreren Worten auch eine Erleichterung der Recherche, da inhaltlich ähnliche Dokumente schnell identifiziert werden können⁹³.

Vor diesem Hintergrund gilt es, ähnliche Dokumente zu gruppieren. Eine Möglichkeit zur Gruppierung entstammt dem Bibliothekswesen: Bei der Regensburger Verbundklassifikation werden ähnlich der NACE-Systematik Dokumente einer hierarchisierten Kategorisierung zugewiesen [WB09, S. 845ff.]. Eine derartige Kategorisierung ist jedoch starr. Alle Dokumente müssten manuell zugewiesen werden.

Eine Alternative liefert das Vektorraummodell nach SALTON. Dem Modell folgend werden Dokumente durch einen Vektor dargestellt. Der Vektor beschreibt anhand eines vordefinierten Vokabulars, ob und mit welcher Bedeutung⁹⁴ ein Wort in einem Text vorkommt. Ein ähnliches Vokabular deutet auf ähnliche Dokumente hin (vgl. Abschnitt 4.4.2.5) [Fer03, S. 62ff.], [Sto07, S. 334ff.].

In der vorliegenden Systematik dienen die zuvor identifizierten Schlagwörter als Vokabular. Für eine Gruppierung (Clusterung) empfiehlt sich aus praktischen Gründen jedoch eine Bereinigung der Schlagwörter. So können beispielsweise Orte oder Namen in der automatisierten Verarbeitung fälschlicherweise als relevant klassifiziert werden – auch wenn sie lediglich den Autor und seine Herkunft beschreiben. Derartige Begriffe sind auszuschließen. Hierzu wurde der in Bild 4-20 dargestellte Katalog entwickelt. Bei Unsicherheiten bezüglich der Streichung von einzelnen Schlagwörtern, sollte das Schlagwort beibehalten werden. Nicht geeignete Schlagwörter werden vom Projektteam

⁹² Eine Gruppierung von Begriffen auf Basis von Co-Häufigkeiten wird beispielsweise von LI und ABE eingesetzt [LA98, S. 749ff.]. In der vorliegenden Arbeit wird jedoch ein pragmatisches und stark vereinfachtes Vorgehen auf Basis existierender Funktionalitäten von KNIME gewählt.

⁹³ Auch KALOGERAKIS erachtet das Clustern von Suchergebnissen im Internet nach Themen im Rahmen von CII als hilfreich. Sie verweist jedoch lediglich auf am Markt erhältliche Softwarewerkzeuge [Kal10, S. 59].

⁹⁴ Die Bedeutung eines Wortes im Text wird über die in Abschnitt 4.4.2.3 quantifizierte und normierte Wortgewichtung dargestellt.

tabellarisch im IT-Werkzeug eingegeben und anschließend automatisch aus der Schlagwortliste entfernt, so dass eine Liste an geeigneten Schlagwörtern resultiert.

<ol style="list-style-type: none"> 1) Handelt es sich um ein Wortfragment oder eine Zeichenkette ohne inhaltliche Relevanz? Beispiele: „ing“, „an12“, „7ysz“ 2) Bezeichnet der Begriff einen Ort / Erscheinungsort? Beispiele: „Hong Kong“, „London“ 3) Ist der Begriff Name eines Autors oder Verlags? Beispiele: „Amshoff, Kage, Echterfeld, Hanser“ 4) Ist der Begriff eine Zeitangabe? Beispiel: „January“ 5) Handelt es sich bei dem Begriff um ein Wort, das in den untersuchten Textdokumenten oft verwendet wird? Beispiele: „introduction“, „survey“, „result“, „sample“, „innovation“, „patent“ 6) Ist das Wort Vokabel einer Fremdsprache, die sich von anderen Dokumenten in der Datenbasis unterscheidet? Beispiel: „filtro“ 	
---	---

Bild 4-20: Fragenkatalog zur Entfernung ungeeigneter Schlagwörter

4.4.2.5 Bildung von Themenclustern

Dem Grundgedanken des Vektorraummodells folgend kann nun ein Clustern auf Basis der Schlagwörter erfolgen. Auch dieser Schritt wird vollständig automatisiert durch KNIME durchgeführt. Den Ausgangspunkt stellt der Vektor eines jeden Dokuments dar; Bild 4-21 zeigt ein Beispiel. In einem n-dimensionalen Raum repräsentiert dabei jedes Schlagwort eine eigene Dimension, die Gewichtung des Schlagworts im Wertebereich [0,1] den jeweiligen Achsenabschnitt. Wird ein Schlagwort in einem Dokument nicht genannt, ist der Achsenabschnitt 0. In dem gezeigten Beispiel adressieren die Dokumente 1 und 3 somit ein ähnliches Thema. Dokument 2 greift in dem gezeigten Abschnitt auf andere Schlagwörter zurück – es liegt daher die Vermutung nahe, dass ein anderes Thema Gegenstand des Dokuments ist.

	Dokument 1	Dokument 2	Dokument 3
electrostatic	0,6	0	0,8
participator	0,6	0	0,2
electrode	0,5	0	0,2
flocculation	0	0,8	0
...

Bild 4-21: Beispielhafte Dokumentvektoren anhand der ausgewählten Schlagwörter⁹⁵

Die Vektordarstellung erlaubt anschließend die Berechnung der Distanz. Hierzu kann beispielsweise der euklidische Abstand der Vektoren oder über das Cosinusmaß der

⁹⁵ Im Rahmen von Retrievalsystemen werden üblicherweise die Dokumente in den Zeilen und die Schlagwörter in den Spalten dargestellt [Sto07, S. 334]. Aus Visualisierungsgründen wurden in Bild 4-21 Zeilen und Spalten jedoch vertauscht.

Winkel zwischen den Vektoren berechnet werden [Lit00, S. 395], [Sal68, S.236ff.]. Die Ergebnisse können nachfolgend in eine Distanzmatrix⁹⁶ überführt werden [Lit00, S. 401]. Unter Verwendung einer hierarchischen Clusteranalyse werden nachfolgend schrittweise die Dokumente mit dem geringsten Abstand zu Clustern zusammengefasst [Lit00, S. 402].

Da dieses Vorgehen in letzter Instanz zu einem einzigen Cluster führt, ist die Bestimmung einer geeigneten Clusteranzahl erforderlich. Hierzu bietet sich der Rückgriff auf ein Scree-Diagramm an: In einem Scree-Diagramm wird der Informationsverlust über die Anzahl der Cluster abgetragen. In den meisten Fällen resultiert ein charakteristischer *Ellenbogen-Punkt* – ein Koordinatenpunkt, bei dem die Reduzierung der Clusteranzahl eine überproportionale Steigerung des Informationsverlusts zur Folge hat [GP14, S. 63ff.]. Der Punkt beschreibt somit die geeignete Anzahl an Clustern. Können Dokumente keinem Cluster sinnvoll zugeordnet werden, werden sie aus Effizienzgründen nicht weiterverfolgt. Die resultierenden Dokumentgruppierungen werden nachfolgend als Themencluster bezeichnet.

KNIME erlaubt darüber hinaus eine Darstellung der Dokumente in Form einer Multidimensionalen Skalierung⁹⁷ (MDS) (vgl. Abschnitt 3.3.6). Bild 4-22 zeigt eine Darstellung der MDS der Dokumente des Validierungsprojekts. Es handelt sich hierbei um eine schematische Darstellung – aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde lediglich eine Auswahl an Dokumenten dargestellt. Die Grundaussage ist jedoch erhalten geblieben: Zwölf Cluster sind erkennbar; einzelne Dokumente können keinen Clustern zugeordnet werden.

Andere Validierungsprojekte der vorliegenden Systematik haben gezeigt, dass nicht immer sofort eindeutige Cluster erkennbar sind. Wesentliche Gründe hierfür lassen sich in der Heterogenität der Dokumentenbasis sowie der Güte und Anzahl der Schlagwörter finden. Werden beispielsweise wissenschaftliche Veröffentlichungen mit Kundenmeinungen gemeinsam ausgewertet, werden beide Dokumenttypen aufgrund der Wortwahl nur selten in einem gemeinsamen Cluster erscheinen. Durch eine Unterteilung der Datenbasis und eine erneute Überprüfung der Schlagwörter konnte jedoch in allen Fällen eine Clusterbildung herbeigeführt werden.

⁹⁶ Die Distanzmatrix enthält sowohl in den Spalten als auch in den Zeilen die Gesamtheit der betrachteten Dokumente. Im Schnittpunkt von Zeile und Spalte wird die Distanz eingetragen (im vorliegenden Fall der euklidische Abstand) [Lit00, S. 401].

⁹⁷ Hierbei werden die ermittelten Distanzen in eine zweidimensionale Darstellung überführt. Eine Erläuterung der Multidimensionalen Skalierung liefert [GP14, S. 67f.].

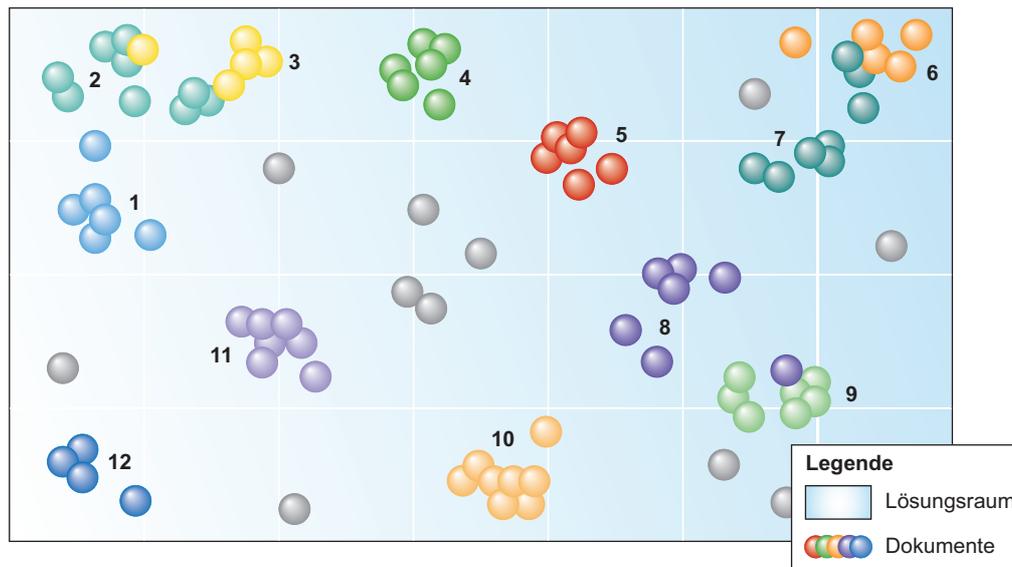


Bild 4-22: Multidimensionale Skalierung von Dokumenten im Rahmen des Validierungsprojektes (schematisch) in Anlehnung an [KEA+13, S. 432]

4.4.2.6 Beschreibung der Themencluster

Auf Basis der zuvor identifizierten Cluster werden nachfolgend weitere Informationen erarbeitet. Die Clusterhypothese von VAN RIJSBERGEN besagt, dass ähnliche Dokumente in einem Cluster häufig ähnliche Informationsbedürfnisse befriedigen [Rij79, S. 45]. Der Hypothese folgend kann die Durchsicht einiger weniger Dokumente eines Themenclusters Rückschlüsse auf die anderen Dokumente des Clusters ermöglichen.

Vor diesem Hintergrund werden einige Dokumente eines jeden Clusters durch das Projektteam auf relevante Themen untersucht und die Cluster in Form von Steckbriefen beschrieben (vgl. Bild 4-23). Werden in der Stichprobe keine potentiell relevanten Themen identifiziert, kann der gesamte Cluster verworfen werden. Werden Hinweise identifiziert, sind weitere Dokumente zu sichten. Mögliche Subthemen sind im Steckbrief festzuhalten. Darüber hinaus können in Einzelfällen auch Hinweise auf weitere Suchbranchen identifiziert werden. Diese sind ebenfalls innerhalb des Steckbriefs zu sammeln. Es ist denkbar, dass ein Themencluster eine zu diesem Zeitpunkt unbekannte Lösungsidee beschreibt. Die Lösungsidee kann direkt in die Liste der Lösungsideen (vgl. Abschnitt 4.4.2.8) aufgenommen werden, dennoch ist der Cluster vor dem Hintergrund zusätzlicher Lösungsideen weiterzuverfolgen.

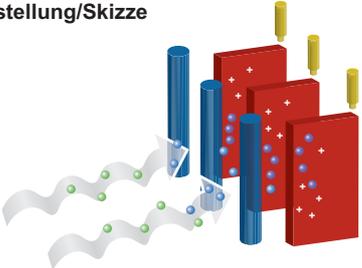
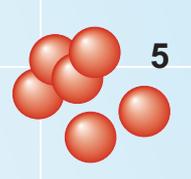
Themencluster			
Ausgangsproblem	Filtern von Staub und Flusen aus der Luft		
Bezeichnung (Nr.)	Elektrostatische Abscheidung (Nr. 5)	Suchbranche	Chemie
Beschreibung Die elektrostatische Abscheidung beruht auf Kräften, die elektrische Ladungen aufeinander ausüben (Elektrostatik). Die Kräfte können zur Anziehung von Partikeln genutzt werden. Auf diese Weise ist eine kontrollierte Separation der Partikel möglich. Da die Partikel in ihrem Ausgangszustand zunächst elektrisch neutral sind, müssen sie in einem ersten Schritt ionisiert werden. Dies erfolgt durch eine Sprühelektrode. Durch die Ionisierung erhalten die Partikel eine definierte elektrische Ladung. Im zweiten Schritt passieren sie einen Kollektor ...		Darstellung/Skizze 	
Geprüfte Dokumente [212] LEONARD, G.L.M.S.A.; MITCHNER, M.; SELF, S. A. Particle transport in electrostatic precipitators. Atmospheric Environment (1967), 14. Jg., Nr. 11, S. 1289-1299, 1980 [312] FERGE, T.; MAGUHN, J.; FELBER, H.; ZIMMERMANN, R.: Particle collection efficiency and particle re-entrainment of an electrostatic precipitator in a sewage sludge ...		Subthemen <ul style="list-style-type: none"> • Elektrostatik • Ionisation • ... 	Cluster aus MDS 
		Weitere Branchen <ul style="list-style-type: none"> • keine 	

Bild 4-23: Steckbrief des Themenclusters Nr. 2 aus dem Validierungsprojekt in Anlehnung an [KEA+13, S. 432]

4.4.2.7 Neuformulierung der Suchanfrage

Der Suchzyklus adressiert die schrittweise Annäherung des abstrahierten Problems an ein analoges Problem und dessen Lösung durch Anpassung der Suchbegriffe an das spezifische Vokabular. Dem Vorgehen des *Scatter/Gather* folgend wird im nächsten Durchlauf des Suchzyklus‘ die Suche auf die einzelnen (relevanten) Cluster fokussiert (vgl. Abschnitt 4.4.2) [CKP+92, S. 319ff.]. Da die ursprüngliche Suchanfrage auf Basis einer abstrakten Problembeschreibung erfolgt ist, besteht ein Cluster teilweise nur aus wenigen Dokumenten; ein weiteres Clustern innerhalb des Themenfelds ist nicht sinnvoll durchführbar. Vor diesem Hintergrund ist zunächst die Datenbasis zum Thema des Clusters zu erweitern. Im Sinne eines lokalen Vorgehens zur Query Expansion ist hierfür eine neue Suchanfrage zu entwickeln.

Die neue Suchanfrage wird aus der zuvor erarbeiteten Beschreibung des Themenclusters abgeleitet. Hierbei sind erneut Branchenbezeichnungen und Suchbegriffe als Teilelemente der Suchanfrage zu unterscheiden (vgl. Abschnitt 4.4.2.1). Im Normalfall wird keine weitere Suchbranche bei der Beschreibung des Clusters identifiziert – die Branchenbezeichnung als Teil der Suchanfrage bleibt in diesem Fall identisch. Wird eine weitere Suchbranche genannt, sind zwei Suchanfragen erforderlich: Jeweils eine Suchanfrage je Branche.

Die erfassten Subthemen und weitere themenfeldspezifische Fachtermini aus den geprüften Dokumenten erlauben eine Annäherung an das branchen- und anwendungsspe-

zifische Vokabular und dienen daher als neue Suchbegriffe⁹⁸. Für den oben genannten Cluster sind beispielsweise die folgenden Suchbegriffe identifiziert worden: *Elektrostatische Abscheidung, elektrische Anziehung, Ionisation, Partikelanziehung, Partikelablenkung*. Ins Englische übersetzt und über boolesche Operatoren mit der Branchenbezeichnung verknüpft resultiert eine konkretisierte Suchanfrage für einen erneuten Durchlauf des Suchzyklus⁴.

Hierdurch wird eine schrittweise Anpassung an das branchenspezifische Vokabular ermöglicht. Die Suchanfrage dient nachfolgend als Eingangsgröße für die Phase *Auswahl von Quellen und Suche* (vgl. Abschnitt 4.4.2.2).

4.4.2.8 Ideenliste

Aus den Phasen *Analyse der Dokumente* und *Beschreibung der Themencluster* resultieren Lösungsideen. Die identifizierten Lösungsideen werden zunächst tabellarisch erfasst; Tabelle 4-11 zeigt identifizierte Lösungsideen des Validierungsprojekts. Sie bilden den Ausgangspunkt für die Charakterisierung in Abschnitt 4.4.3.

Tabelle 4-11: Lösungsideen für das Problem Filtern von Staub und Flusen aus der Luft

Nr.	Bezeichnung	Branche
1	Kantenspaltfilter mit Abreinigungsabstreifer	Nahrungsmittel
2	Elektrostatischer Filter	Chemie
3	Selbstreinigender Elektrostatischer Filter	Chemie
4	Trommelfilter	Wasser, Abwasser, Abfall
5	Flokkulation	Chemie; Wasser, Abwasser, Abfall
6	Venturiwäscher	Chemie
7	Fallrohrfilter	Wasser, Abwasser, Abfall

Obwohl aus Gründen der Geheimhaltung nur einzelne Lösungsideen gezeigt werden, sind dennoch zwei wesentliche Ergebnisse festzustellen:

- Aus der Analogiesuche können Ergebnisse resultieren, die nicht direkt eine Filtertechnologie adressieren, aber dennoch eine potentielle Lösungsidee darstellen (z.B. Nr. 5 *Flokkulation*⁹⁹).
- Detaillierte Analysen der Themencluster im Rahmen eines zweiten Durchlaufs des Suchzyklus⁴ erlauben die Identifikation weiterer Lösungen. So konnte im

⁹⁸ Im Themenfeld Query Expansion existiert eine Vielzahl an Methoden zur (systematischen) Erweiterung der Suchbegriffe [XC96, S. 4f.]. SPARCK JONES identifizierte z.B. bereits 1971 weitere Suchbegriffe mittels Co-Wort-Analysen zur ursprünglichen Suchanfrage [Spa71, S. 5ff.]. Vor dem Hintergrund einer pragmatischen Umsetzung wird an dieser Stelle jedoch auf ein manuelles Vorgehen zurückgegriffen.

⁹⁹ Bei der Flokkulation werden durch Zugabe eines Flockungsmittels (Flokkulant) Partikel in Flüssigkeiten für eine einfache Abscheidung gebunden [SL13, S. 225f.].

Cluster elektrostatische Abscheidung (vgl. Bild 4-23) im ersten Durchlauf ein konventioneller elektrostatischer Filter (Lösungsidee Nr. 2) gefunden werden. Im zweiten Durchlauf wurden zusätzlich mehrere Dokumente erkannt, deren Schwerpunkt selbstreinigende elektrostatische Filter (Lösungsidee Nr. 3) sind.

4.4.3 Charakterisierung der Lösungsideen

Im Rahmen dieser Aufgabe werden alle gesammelten Lösungsideen aus der (optionalen) Netzwerksuche (vgl. Abschnitt 4.4.1) und der medienbasierten Suche (vgl. Abschnitt 4.4.2) in Form von Steckbriefen beschrieben. Ausgangspunkt der Charakterisierung sind die gefundenen Experten der Netzwerksuche sowie die identifizierten Dokumente der medienbasierten Suche. Darüber hinaus sind weitere Informationen zu beschaffen, bis das Projektteam die Lösung vollständig verstanden hat und die Eignung zur Lösung des Ausgangsproblems bewerten kann.

Bei der Netzwerksuche sind Bemerkungen der Experten zu Herausforderungen, Vor- und Nachteilen der Lösungsidee möglich und wahrscheinlich. Derartige Informationen sind im Steckbrief festzuhalten. Gleiches gilt für derartige Einschätzungen des Projektteams. Bild 4-24 zeigt einen beispielhaften Steckbrief aus dem Validierungsprojekt. Die Summe der nun charakterisierten Lösungsideen dient als Eingangsgröße für die nachfolgende Adaptionplanung.

Lösungsidee			
Ausgangsproblem	Filtern von Staub und Flusen aus der Luft		
Bezeichnung (Nr.)	Elektrostatischer Filter (Nr. 2)	Suchbranche	Chemie
<p>Beschreibung</p> <p>Elektrostatische Filter basieren auf dem Prinzip der elektrostatischen Abscheidung. Die staubbeladene Luft passiert zunächst einen Vorfilter, der grobe Partikel abscheidet. Die in der Luft verbliebenen Partikel durchlaufen im Anschluss ein elektrisches Hochspannungsfeld, in dem sie ionisiert werden. Daraufhin gelangen die ionisierten Partikel in die Kollektorzone. Diese besteht aus parallel angeordneten, abwechselnd aufgeladenen Aluminiumplatten. Durch das sich ausbildende elektrische Feld lagern sich die Partikel an den Platten ab. Die zurückbleibende Luft passiert im Anschluss einen Sekundärfilter, bevor sie die Filteranlage gereinigt verlässt.</p>	<p>Darstellung/Skizze</p>		
<p>Bemerkungen</p> <p>Das elektrische Hochspannungsfeld wird mit einer Spannung von 10-20 kV betrieben. Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Forderung nach Energieeffizienz ist dies zu diskutieren.</p>	<p>Experten / relevante Dokumente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hr. Meier, ABCD Filtertechnik • ElektroUnited GmbH • Electronic Filters Inc. • ... 		

Bild 4-24: Steckbrief zur Charakterisierung von Lösungsideen

4.5 Adaptionsplanung

Ziel der Adaptionsplanung sind effiziente Handlungsschritte für einen risikominimalen und Erfolg versprechenden Lösungstransfer. Bild 4-25 zeigt das Vorgehen.

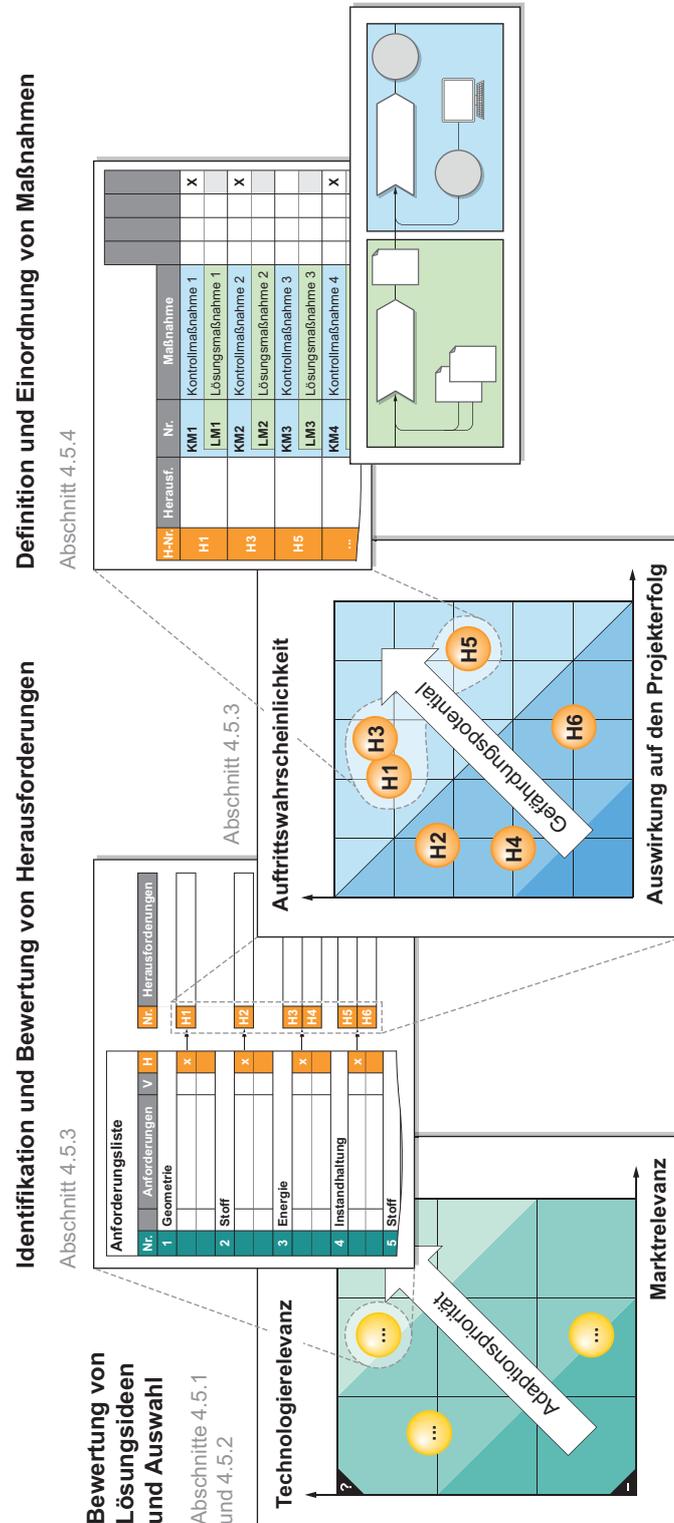


Bild 4-25: Vorgehen zur Adaptionsplanung

Eingangs wird eine Bewertung der in Phase drei charakterisierten Lösungsideen aus Markt- und Technologiesicht vorgenommen (vgl. Abschnitt 4.5.1). Die Bewertung erlaubt die anschließende Auswahl der priorisierten Lösungsidee (vgl. Abschnitt 4.5.2). Durch einen Abgleich der Lösungsidee mit einer detaillierten Anforderungsliste werden potentielle Herausforderungen bei der Adaption abgeleitet. Die Herausforderungen werden anschließend hinsichtlich ihres Gefährdungspotentials bewertet (vgl. Abschnitt 4.5.3). In Abhängigkeit von der Bewertung werden geeignete Maßnahmen zur Reduzierung des Adaptionsrisikos entwickelt. Die Handlungsschritte für eine erfolgversprechende Adaption als Resultat der Systematik resultieren durch Einordnung der Maßnahmen in den unternehmensspezifischen Innovations- und Entwicklungsprozess (vgl. Abschnitt 4.5.4) [EAE+13, S. 13ff.], [EAG13d, S. 6ff.].

4.5.1 Bewertung der charakterisierten Lösungsideen

Nicht jede Lösung eignet sich in gleichem Maße für die Adaption. Vor diesem Hintergrund erfolgt in diesem Abschnitt eine Bewertung hinsichtlich der etablierten Dimensionen Markt und Technologie (vgl. Abschnitt 2.4.3).

Marktrelevanz

Die Marktrelevanz wird in der vorliegenden Arbeit verstanden als die Bereitschaft des Markts, eine adaptierte Lösung nachzufragen. Nach GOURVILLE wird ein Produkt zum *Verkaufsschlager*, wenn es durch eine signifikante Produktveränderung einen erheblichen Zusatznutzen stiftet, jedoch vom Verbraucher keine oder sehr geringe Verhaltensänderungen verlangt. So lieferte z.B. Google durch einen neuen Suchalgorithmus wesentlich bessere Ergebnisse. Da der Nutzer mit einer ihm bekannten Suchmaske arbeitete, war keine Verhaltensänderung erforderlich – ein voller Erfolg. Ein Gegenbeispiel stellt eine Veränderung der Buchstaben auf der bekannten QWERTZ-Tastatur von Computern dar. Eine minimal höhere Tippgeschwindigkeit hätte das Erlernen eines neuen Zehn-Finger-Systems erfordert – der Fehlschlag der Idee war die logische Konsequenz [Gou06, S. 54f.].

Der Grundgedanke findet bereits bei der Bewertung von Lösungsideen im Rahmen vom CII Anwendung (vgl. Abschnitt 3.1.7). In der vorliegenden Arbeit wird den Arbeiten von STEINLE ET AL. gefolgt (vgl. Abschnitt 3.1.7): In Anlehnung an GOURVILLE werden die beiden folgenden Kriterien zur Unterstützung einer subjektiven Bewertung der Marktrelevanz herangezogen [Gou06, S. 54f.]:

- **Zusatznutzen:** Hier wird der durch den Kunden wahrgenommenen Nutzenzuwachs durch die zu adaptierende Lösungsidee bewertet. Nutzenzuwachs kann z.B. durch neue oder signifikant verbesserte Funktionalitäten realisiert werden. Hoher Zusatznutzen deutet auf eine hohe Marktrelevanz hin.
- **Notwendige Verhaltensänderung:** Das Kriterium bewertet die Verhaltensänderung des Kunden, die durch den Einsatz der adaptierten Lösung erforderlich

wird. Keine oder geringe Verhaltensänderungen sind ein Indikator für eine hohe Akzeptanz – es resultiert eine hohe Marktrelevanz.

Für jedes Kriterium wurde ein Bewertungsmaßstab definiert (vgl. Tabelle 4-12). So erlaubt beispielsweise der *Elektrostatistische Filter (Nr. 2)* eine seltenere Reinigung als die bisherige Filtereinheit. Ein hoher Zusatznutzen resultiert. Die dennoch erforderliche manuelle Reinigung ist dem Kunden bereits bekannt und erfordert daher nur geringe Verhaltensänderungen. Auch dieses Kriterium kann daher mit 2 bewertet werden. Besonders hohe Verhaltensänderungen resultieren beispielsweise, wenn eine Lösungs idee einen zusätzlichen Wasseranschluss erfordert und dadurch der Aufstellort des Trockengeräts eingeschränkt wird.

Tabelle 4-12: Bewertungsmaßstäbe für die Marktrelevanz der Lösungsideen

Marktrelevanz			Bewertungsmaßstab			
			0	1	2	3
Bewertungs-kriterien	1	Zusatznutzen	Kein Zusatznutzen	Geringer Zusatznutzen	Hoher Zusatznutzen	Sehr hoher Zusatznutzen
	2	Notwendige Verhaltensänderung	Sehr hohe Verhaltensänderung	Hohe Verhaltensänderung	Geringe Verhaltensänderung	Keine Verhaltensänderung

Technologierelevanz

Die Technologierelevanz beschreibt in der vorliegenden Arbeit inwieweit aus technologischer Sicht die Adaption einer Lösungsidee sinnvoll erscheint. MAJCHRZAK ET AL. selektieren in ihrem Bewertungsverfahren Lösungsideen, wenn u.a. die grundsätzlichen Anforderungen des Ausgangsproblems erfüllt werden und eine Anpassung der Idee auf die eigene Problemstellung in den gegebenen Zeit- und Kostenzielen realisierbar ist [MCN04, S. 182f.]. Diesem Verständnis wird im Rahmen der Bewertung der Technologierelevanz gefolgt und eine subjektive Bewertung durch die beiden folgenden Kriterien unterstützt:

- **Problemlösungsrelevanz:** Das Kriterium bewertet, inwieweit eine Lösungsidee die grundsätzlichen Anforderungen des Problems löst. Im Wesentlichen geht es darum, ob die gewünschte Funktionalität vor dem Hintergrund von bereits festgelegten Anforderungen vermutlich realisiert werden kann. Wird das Problem durch die Lösungsidee vollständig gelöst, ist von einer hohen Technologierelevanz auszugehen.
- **Adaptionsaufwand:** Hier wird der Aufwand bewertet, die jeweilige Lösungsidee in dem eigenen Anwendungskontext einsetzen zu können. Können die gesetzten Kosten- und Zeitziele erreicht werden, ist die Technologierelevanz hoch.

Tabelle 4-13 zeigt die Bewertungsmaßstäbe der beiden Kriterien. Es ist ohne Weiteres denkbar, dass eine Lösungsidee die grundsätzlichen Anforderungen an das Problem erfüllt. Gleichzeitig kann jedoch der Adaptionsaufwand der Lösung aufgrund erforderlicher Anpassungen an anderen Komponenten des Gesamtprodukts erheblich sein.

Tabelle 4-13: Bewertungsmaßstäbe für die Technologierelevanz der Lösungsideen

Technologierelevanz		Bewertungsmaßstab				
		0	1	2	3	
Bewertungs-kriterien	1	Problemlösungsrelevanz	Die Lösungsidee löst das Problem nur zu geringen Teilen	Die Lösungsidee löst das Problem teilweise	Die Lösungsidee löst das Problem zu großen Teilen	Die Lösungsidee löst das Problem vollständig
	2	Adaptionsaufwand	Sehr hoher Adaptionsaufwand	Hoher Adaptionsaufwand	Mittlerer Adaptionsaufwand	Geringer Adaptionsaufwand

4.5.2 Auswahl einer Lösungsidee

Die Bewertungen der Lösungsideen hinsichtlich Markt- und Technologierelevanz aus dem vorherigen Abschnitt dienen als Eingangsgröße für die nachfolgende Priorisierung. Die Kriterien werden innerhalb von Nutzwertanalysen gewichtet. Die Gewichtung ist projektspezifisch anzupassen. Vor dem Hintergrund von radikalen Innovationen erscheinen jedoch eine höhere Gewichtung des Zusatznutzens sowie eine geringere Gewichtung des Adaptionsaufwands sinnvoll. Tabelle 4-14 zeigt einen Auszug aus den Nutzwertanalysen des Validierungsprojekts.

Tabelle 4-14: Nutzwertanalysen zur Bewertung der Lösungsideen

Bewertungsmatrix Fragestellung: Welche Bewertung erzielt die Lösungsidee l (Spalte) bezüglich des Kriteriums k (Zeile)? Bewertungsskala: 0 bis 3 Bewertungsmaßstab: Gesonderten Tabellen zu entnehmen (siehe oben)	Lösungsidee	Kantenspalfilter mit Abreinigungsabstreifer (Nr. 1)		Elektrostatistischer Filter (Nr. 2)		Selbstreinigender Elektrostatistischer Filter (Nr. 3)		Trommelfilter (Nr. 4)		Flokulation (Nr. 5)		Venturiwäscher (Nr. 6)		Fallrohrfilter (Nr. 7)	
		G	B	BxG	B	BxG	B	BxG	B	BxG	B	BxG	B	BxG	B
Marktrelevanz															
Zusatznutzen	0,7	1	0,7	2	1,4	3	2,1	3	2,1	1	0,7	1	0,7	1	0,7
Notwendige Verhaltensänderung	0,3	2	0,6	2	0,6	1	0,3	1	0,3	0	0	1	0,3	0	0
Summe	1	1,3		2,0		2,4		2,4		0,7		1,0		0,7	
Technologierelevanz															
Problemlösungsrelevanz	0,6	2	1,2	2	1,2	3	1,8	2	1,2	1	0,6	1	0,6	1	0,6
Adaptionsaufwand	0,4	1	0,4	2	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,8
Summe	1	1,6		2,0		1,8		1,2		0,6		0,6		1,6	

Aus den Nutzwertanalysen resultiert eine einheitenlose Summe für jede Lösungsidee und jede Dimension. Sie geben Aufschluss über Markt- und Problemrelevanz der identifizierten Lösungsideen. In dem gezeigten Ausschnitt weisen insbesondere der *Elektrostatistische Filter (Nr. 2)* und der *Selbstreinigende Elektrostatistische Filter (Nr. 3)* hohe Bewertungen auf. Eine eingängige Darstellung der Nutzwertanalysen für eine Priorisie-

rung erlaubt ein Portfolio (vgl. Abschnitte 4.2.3 und 4.3.3). Bild 4-26 zeigt die resultierende Darstellung aus dem Validierungsprojekt.

Befinden sich Lösungsideen im oberen rechten Drittel des Portfolios, sind sie aus Markt- und Technologiesicht grundsätzlich geeignet. Eine hohe Adaptionspriorität ist gegeben, die Umsetzung ist somit grundsätzlich anzustreben – die am höchsten priorisierte Lösungsidee wird ausgewählt¹⁰⁰. Weisen die am höchsten bewerteten Lösungsideen lediglich eine mittlere Adaptionspriorität auf, ist eingängig zu prüfen, ob eine weitere Suche nach Lösungsideen anzustreben ist. Für das weitere Vorgehen wird der *Elektrostatische Filter* (Nr. 2) ausgewählt.

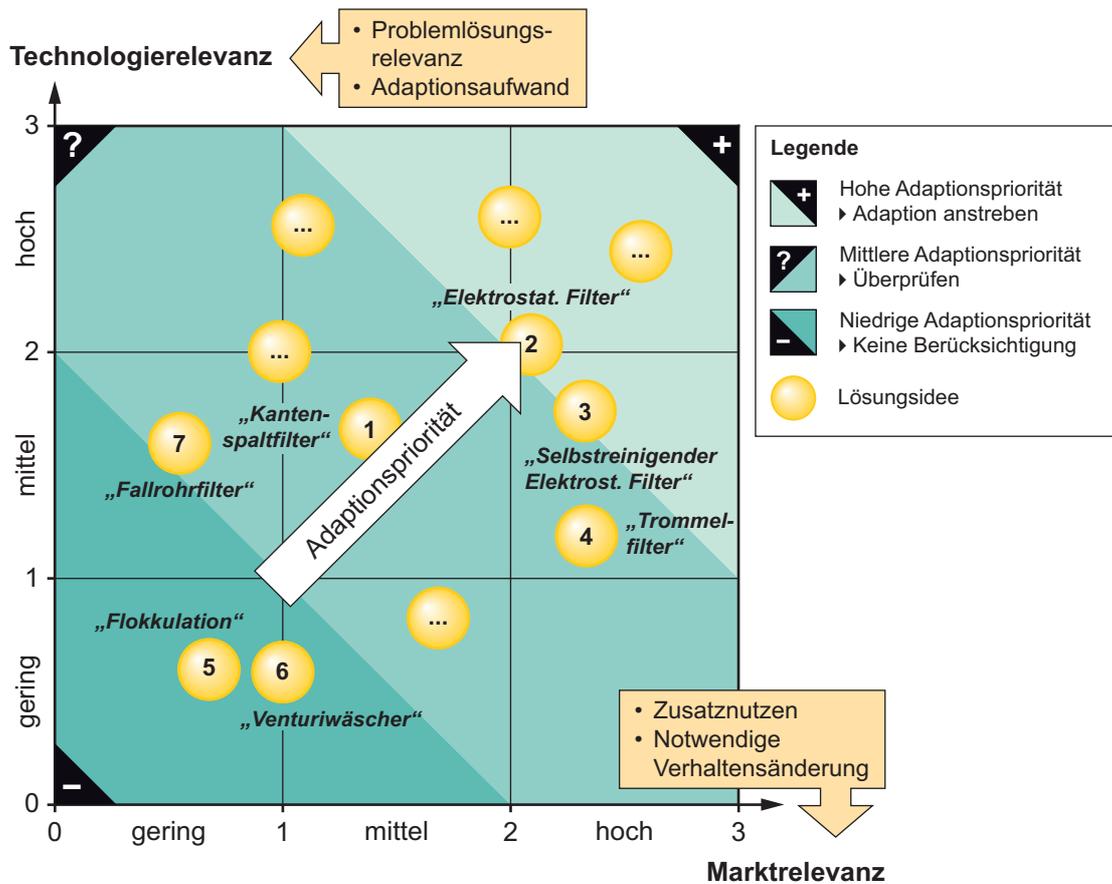


Bild 4-26: Portfolio zur Bestimmung der Adaptionspriorität

4.5.3 Identifikation und Bewertung von Herausforderungen

Für die zuvor selektierte Lösungsidee ist die anschließende Adaption möglichst risikominimal zu planen. Es gilt Handlungsschritte abzuleiten, um das Adaptionsrisiko minimieren zu können. Hierzu liefert die ISO 31000 einen Beitrag (vgl. Abschnitt 3.4.1).

¹⁰⁰ Aus Gründen der Geheimhaltung wird nachfolgend nicht die am höchsten priorisierte Lösungsidee verfolgt.

Der Norm folgend sind potentielle Risiken zunächst zu identifizieren und analysieren sowie anschließend auf Basis einer Bewertung zu behandeln. Im vorliegenden Kontext geht es um das Adaptionrisiko – also die Unsicherheit, dass beim Transfer einer Lösung Herausforderungen nicht gelöst und dadurch die gesetzten Ziele nicht erreicht werden (vgl. Abschnitt 2.4.3).

Herausforderungen entstehen, wenn Anforderungen nicht erfüllt werden können. Vor diesem Hintergrund erscheint es logisch, die Anforderungsliste als Ausgangspunkt zur Identifikation von Herausforderungen zu wählen. Die **Anforderungsliste** ist ein *lebendes* Dokument, deren Konkretisierungsgrad und Umfang im Laufe der Entwicklung immer weiter zunimmt [Ehr07, S. 365]. Vor dem Hintergrund einer konkreten Lösungsidee können zusätzliche Anforderungen erforderlich werden (vgl. Abschnitt 2.4.3) [Gia98, S. 54]. Die Bedeutung der Anforderungsliste wird in Unternehmen oft unterschätzt [Sch00, S. 3]: Anforderungen werden häufig auf einem generischen Niveau beschrieben; Mängel werden daher nicht selten erst zu einem späten Zeitpunkt im Prozess identifiziert – an dieser Stelle sind Änderungen jedoch mit hohen Kosten verbunden [Ehr07, S. 614], [FGN+13, S. 320f.]. Nach PAHL/BEITZ sind daher bereits frühzeitig Anforderungen zu ermitteln, um Produktmängel zu minimieren [FGN+13, S. 321].

In der vorliegenden Systematik sind somit die bestehenden Anforderungen unter Berücksichtigung der Lösungsidee soweit möglich zu präzisieren. Ferner sind zusätzliche Anforderungen zu identifizieren und innerhalb der Anforderungsliste abzubilden. Hierbei darf der Fokus bewusst nicht ausschließlich auf das zu lösende Problem gerichtet werden: Durch Adaption einer Lösungsidee ist es denkbar, dass auch Anpassungen an weiteren Stellen des betrachteten Produkts erforderlich werden können. Daher ist an dieser Stelle die Anforderungsliste des Gesamtprodukts zu betrachten. Im Validierungsbeispiel geht es somit um alle Anforderungen des eingangs gewählten gewerblichen Trockengeräts unter Berücksichtigung des elektrostatischen Filters (vgl. Abschnitt 4.2.1). Hierzu wird auf etablierte Methoden der **Identifikation, Ergänzung und Überprüfung von Anforderungen** zurückgegriffen [Ehr07, S. 365ff.], [FGN+13, S. 327ff.]. In diesem Zusammenhang empfiehlt sich insbesondere der Rückgriff auf die Hauptmerkmalliste nach PAHL/BEITZ: Sie liefert Merkmale, durch deren Assoziation das Projektteam Anforderungen ableiten kann. Die Liste geht über die etablierten Anforderungen an z.B. Mechanik, Geometrie oder Energie hinaus und adressiert beispielsweise auch die Make-or-Buy-Strategie, Wettbewerber oder die Öko-Bilanz [FGN+13, S. 330f.]. Da an dieser Stelle existierende Methoden lediglich angewendet werden, wird auf eine detaillierte Vorstellung verzichtet und die Anforderungsliste als gegeben angenommen. Auf Basis der Anforderungsliste können anschließend Herausforderungen identifiziert werden (vgl. Bild 4-27).

Anforderungsliste Trockengerät HNI1410						
Stand: 29.01.2014					Seite:1/13	
Nr.	F/W	Anforderungen	V	H	H-Nr.	Herausforderungen
1 Geometrie						
1.1	F	Abmaße des Trockengeräts (HxBxT) [mm]: 850x600x700	N.E.	x	H1	Der Bauraum könnte für den elektrostatischen Filter nicht ausreichend sein.
1.12	F	Durchmesser der Einfüllöffnung ≥400 mm	N.E.			
2 Stoff						
2.9	F	Trocknung von mind. 8 kg Wäsche	N.E.			
2.21	F	Filterung von Staub und Flusen ≥ 10 µm	N.E.			
2.22	F	Geforderter Abscheidegrad ≥95%	N.E.	x	H2	Die Anströmgeschwindigkeit könnte für den geforderten Abscheidegrad zu hoch sein.
3 Energie						
3.1	F	Leistungsaufnahme ≤4 kW	N.E.	x	H3	Durch den elektrostatischen Filter könnte die bisherige Leistungsaufnahme erheblich steigen.
3.7	F	Bereitstellung von 12 kV für Kollektorplatten der Filtereinheit	N.E.	x	H4	Die Hochspannung könnte den Nutzer sowie die restliche Elektronik gefährden.
3.8	F	Bereitstellung von 6 kV für Sprühdrahte der Filtereinheit	N.E.	x		
3.19	F	Temperaturbeständigkeit aller Bauteile bis mind. 85 °C	N.E.	x	H5	Die Temperaturbeständigkeit des Vorfilters könnte nicht gegeben sein.
4 Instandhaltung						
4.1	F	Reinigung der Filtereinheit nach 20 Betriebsstunden	N.E.			
4.2	W	Reinigung der Filtereinheit nach 60 Betriebsstunden	N.E.	x	H6	Die Abscheidefähigkeit des Filters könnte durch zunehmende Verschmutzung/verspätete Reinigung deutlich sinken.
4.3	F	Einfache Zugänglichkeit der zu reinigenden Komponenten	N.E.			
5 Wirtschaftlichkeit						
5.1	F	Herstellungskosten der Filtereinheit (HK) max. 50€	N.E.	x	H7	Die Herstellkosten der Filtereinheit könnten überschritten werden.
5.8	W	Serienfähigkeit bis spät. 10. August 2014	N.E.		H8	Etwaiger Patentschutz könnte eine Eigenfertigung verhindern.
6 Fertigung						
6.12	F	Eigenfertigung der Filtereinheit (Fertigungstiefe ≥80%)	N.E.	x	H9	Die Kapazitäten zur Eigenfertigung könnten nicht ausreichen.
6.13	W	Fertigung mit vorhandenen Bearbeitungsmaschinen	N.E.	x	H10	Die Fertigung der benötigten Bauteile kann ggf. nicht mit Hilfe der vorhandenen Bearbeitungsmaschinen realisiert werden.
7 Markt						
7.3	F	Vertrieb in allen Absatzmärkten (national/international)	N.E.	x	H11	Rechtliche Bestimmungen könnten den Einsatz eines elektrostatischen Filters in einzelnen Ländern verhindern.

V Verantwortlich F/W Forderung/Wunsch
H Herausforderung

Bild 4-27: Identifikation von Herausforderungen auf Basis der Anforderungsliste in Anlehnung an [EAE+13, S. 14]

Zur Identifikation von Herausforderungen wird ein Anforderungs-Lösungsabgleich vorgenommen¹⁰¹ [EAE+13, S. 14f.]. Für jede Anforderung wird vor dem Hintergrund der ausgewählten Lösungsidee geprüft, inwieweit eine oder mehrere Herausforderungen bei der Erfüllung der Anforderung auftreten können. Hierbei sind auch Zielkonflikte zu betrachten; so kann die Erfüllung einer Anforderung die nicht-Erfüllung einer anderen Anforderung zur Folge haben [Ehr07, S. 370]. Die identifizierten Herausforderungen werden kurz beschrieben und mit Referenz zu den jeweiligen Anforderungen dokumentiert. Bild 4-27 veranschaulicht dieses Vorgehen für die ausgewählte Lösungsidee.

Die dokumentierten Herausforderungen beschreiben somit Ursachen für das Adaptionrisiko. Für eine effiziente und zugleich risikominimale Adaption bedarf es nachfolgend einer **Bewertung der Herausforderungen** hinsichtlich ihres Gefährdungspotentials für die Adaption. Eine Herausforderung mit einem hohen Gefährdungspotential erhöht das Risiko bei der Adaption zu scheitern. Hierzu werden in Anlehnung an die FMEA (vgl. Abschnitt 3.4.2) zwei Dimensionen herangezogen [EAG13c, S. 668ff.]:

- **Auftrittswahrscheinlichkeit:** Hier wird bewertet, wie wahrscheinlich das Auftreten der Herausforderung ist. Je höher die Auftrittswahrscheinlichkeit, desto höher das Gefährdungspotential.
- **Auswirkung:** Mit dieser Dimension werden die Folgen einer ungelösten Herausforderung bewertet. Je größer die Auswirkungen auf den Projekterfolg, desto höher ist das Gefährdungspotential.

Die Bewertung erfolgt durch das Projektteam. Die Skalierung orientiert sich dabei an der FMEA [PBF+07, S. 704]. Die bewerteten Herausforderungen werden anschließend in ein Portfolio mit den zuvor genannten Dimensionen überführt (vgl. Bild 4-28). Je höher die Bewertung einer Herausforderung in den beiden Dimensionen, desto höher ist ihr Gefährdungspotential für eine erfolgreiche Adaption.

Auf Basis der Einordnung einer Herausforderung innerhalb des Portfolios lassen sich Handlungsempfehlungen ableiten:

- **Kritisches Gefährdungspotential:** Herausforderungen in diesem Bereich können die Adaption erheblich gefährden – sie sind daher vorrangig zu behandeln. Zur Minimierung des Adaptionrisikos sind Maßnahmen zu definieren, um frühzeitig detailliert zu kontrollieren, ob die antizipierte Herausforderung in dieser Form auftritt. Darüber hinaus sind Maßnahmen zur Lösung der Herausforderung vorzusehen.

¹⁰¹ Auch KÖCKERLING führt eine binäre Prüfung der Anforderungserfüllung vor dem Hintergrund von Lösungsalternativen durch. Im Rahmen seiner *Zielverträglichkeits-Bewertung* erfolgt diese Bewertung jedoch separat für jede Teilfunktion [Köc04 S. 106ff.]. Dieses Vorgehen ist allerdings mit einem erheblichen Aufwand verbunden.

- **Akzeptables Gefährdungspotential:** Hier verortete Herausforderungen stellen eine mittlere Gefährdung der Adaption dar. Es sind Maßnahmen zur Lösung der Herausforderung vorzusehen. Darüber hinaus können Maßnahmen zur detaillierten Kontrolle des Auftretens entwickelt werden. Sie sind optional und können bei einer akzeptablen Kosten/Nutzen Bewertung berücksichtigt werden.
- **Vernachlässigbares Gefährdungspotential:** Herausforderungen in diesem Bereich haben ein geringes Gefährdungspotential: Kaum wahrnehmbare Auswirkungen gepaart mit einem unwahrscheinlichen Auftreten. Sie können aus Gründen der Effizienz vernachlässigt werden.

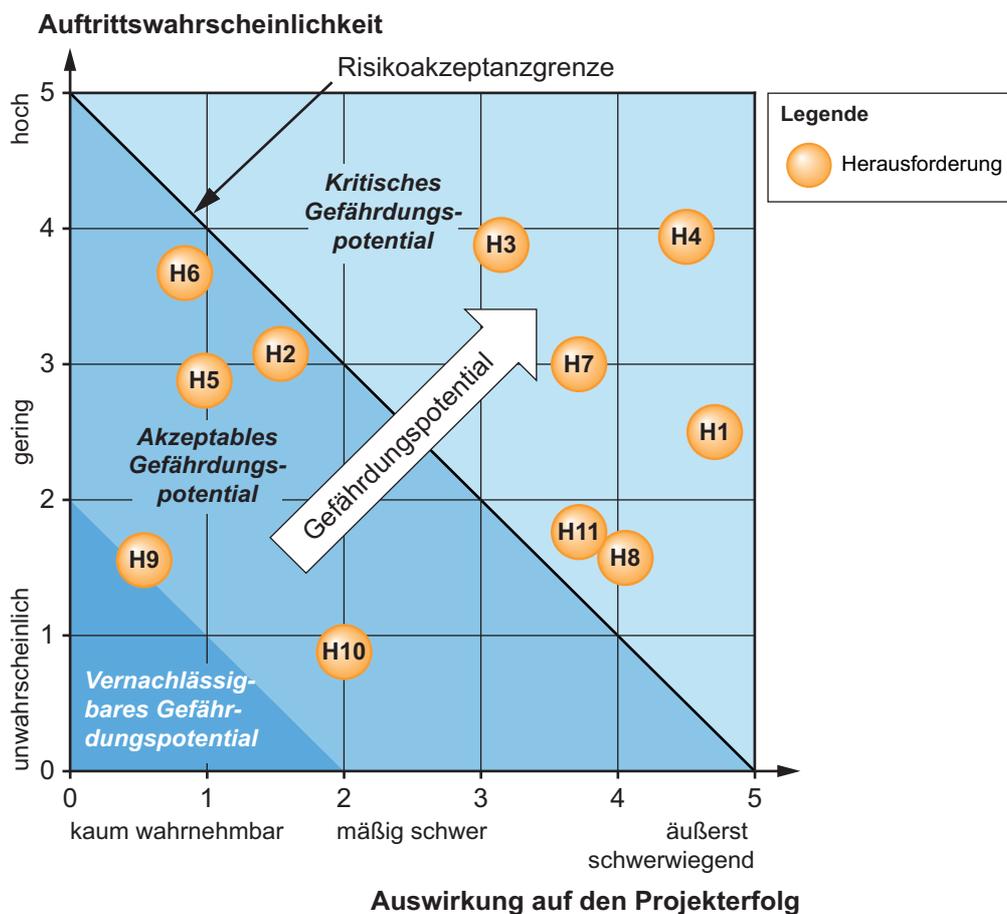


Bild 4-28: Portfolio zur Bewertung des Gefährdungspotentials einer Herausforderung in Anlehnung an [EAG13c, S. 669.], [EAG13d, S. 8]

Ob eine Herausforderung ein kritisches oder akzeptables Gefährdungspotential impliziert, ist von der Risikoaffinität des Unternehmens abhängig. In Abschnitt 2.3.1 ist gezeigt worden, dass Risiken häufig mit Gewinnen verknüpft sind. Theoretisch könnte ein Unternehmen alle Herausforderungen als kritisch einstufen. Die Adaption wäre zwar abgesichert, die Kosten für Maßnahmen wären jedoch erheblich und würden potentielle Gewinne schmälern. Ein Unternehmen muss daher individuell entscheiden, welche Risiken akzeptiert werden können – hierzu ist im dargestellten Portfolio (vgl. Bild 4-28)

eine Risikoakzeptanzgrenze eingezeichnet; sie kann in Abhängigkeit der Risikoaffinität des Unternehmens verschoben werden.

4.5.4 Definition und Einordnung von Maßnahmen

Für die zuvor antizipierten und bewerteten Herausforderungen sind in Abhängigkeit ihres Gefährdungspotentials Maßnahmen zu entwickeln. Hierbei sind zwei grundlegende Arten von Maßnahmen zu unterscheiden:

- **Kontrollmaßnahmen** dienen der *Verifizierung* von Herausforderungen. Es gilt herauszufinden, ob die antizipierte Herausforderung im Rahmen der späteren Entwicklung wirklich eintreten wird. Kontrollmaßnahmen sind für Herausforderungen mit kritischem Gefährdungspotential obligatorisch durchzuführen. Bei einem akzeptablen Gefährdungspotential sind sie optional – eine Entscheidung ist anhand von Kosten/Nutzen zu treffen. Kontrollmaßnahmen sind frühestmöglich umzusetzen.
- **Lösungsmaßnahmen** dienen der *Begegnung* von Herausforderungen. Im Sinne einer vorausschauenden Planung beschreiben sie die Handlungsschritte, die zur Lösung einer potentiellen (oder durch Kontrollmaßnahmen bestätigten) Herausforderung erforderlich sind.

Bild 4-29 zeigt beispielhaft abgeleitete Kontroll- und Lösungsmaßnahmen für die gewählte Lösungsidee. Maßnahmen verfügen per Definition über einen Start- und Endzeitpunkt sowie Verantwortlichkeiten [GP14, S. 202]. Da jedoch zunächst kein Startzeitpunkt festgelegt werden kann, ist lediglich die Dauer vermerkt. Eine Bewertung der Aufwände für die Maßnahmen erlaubt eine bessere Abschätzung der späteren Entwicklungskosten. Darüber hinaus sind sie für die Entscheidung erforderlich, inwieweit Kontrollmaßnahmen bei einem akzeptablen Gefährdungspotential umgesetzt werden sollen.

Das Projektteam muss nun entscheiden, welche optionalen Kontrollmaßnahmen durchzuführen sind. Obligatorische sowie gewählte optionale Kontrollmaßnahmen werden innerhalb des Maßnahmenkatalogs markiert (vgl. Bild 4-29).

Die definierten Maßnahmen beschreiben einzelne Handlungsschritte – die vollständige Adaption ist jedoch noch nicht in der Planung abgebildet. Hierzu wird auf den unternehmensspezifischen **Innovations- und Entwicklungsprozess**¹⁰² zurückgegriffen. Der Prozess beschreibt üblicherweise die durchzuführenden Handlungsschritte bis zum erfolgreichen Serienanlauf. Die definierten Maßnahmen sind nun im Sinne einer vorausschauenden Planung in den Prozess einzuordnen. Durchzuführende Kontrollmaßnah-

¹⁰² Grundsätzlich wird an dieser Stelle der Produktentstehungsprozess von der Produktfindung bis zum erfolgreichen Serienanlauf betrachtet (vgl. Abschnitt 2.2). In Abhängigkeit vom Unternehmen und der gewählten Problemstellung können jedoch sowohl Neuentwicklungs- als auch Anpassungsentwicklungsprozesse als Grundlage herangezogen werden.

men sind zur Minimierung des Adaptionrisikos möglichst frühzeitig zu berücksichtigen [EAG13c, S. 669f.].

H-Nr.	Herausforderung	Nr.	Maßnahme	Verantwortlich	Dauer [Tage]	Aufwand [Euro]	KM vorsehen
H1	Der Bauraum könnte für den elektrostatischen Filter nicht ausreichend sein.	KM1	Bauraum für Filtereinheit ermitteln.	N.E.	2	1.280	X
		LM1	Skalierbarkeit des elektrostatischen Filters überprüfen.	N.E.	3	1.920	
H2	Die Anströmgeschwindigkeit könnte für den geforderten Abscheidegrad zu hoch sein.	KM2	Ideale Anströmgeschwindigkeit für elektrostatischen Filter ermitteln.	N.E.	0,5	320	X
		LM2	Vorrichtung zur Reduzierung der Anströmgeschwindigkeit entwickeln.	N.E.	5	3.200	
H3	Durch den elektrostatischen Filter könnte die bisherige Leistungsaufnahme erheblich steigen.	KM3	Leistungsaufnahme des elektrostatischen Filters ermitteln.	N.E.	0,5	320	X
		LM3	Energiesparpotentiale identifizieren.	N.E.	10	6.400	
H4	Die Hochspannung könnte den Nutzer sowie die restliche Elektronik gefährden.	KM4	Auswirkung der Hochspannung auf Elektronik und vom Nutzer erreichbare Oberflächen ermitteln.	N.E.	5	3.200	X
		LM4	Schutzvorrichtungen für Nutzer und Elektronik installieren.	N.E.	15	9.600	
H5	Die Temperaturbeständigkeit des Vorfilters könnte nicht gegeben sein.	KM5	Maximal zulässige Temperatur des Vorfilters ermitteln.	N.E.	0,5	320	X
		LM5	Alternative Vorfilter und Vorfiltermaterialien identifizieren.	N.E.	3	1.920	
H6	Die Abscheidefähigkeit des Filters könnte durch zunehmende Verschmutzung/verspätete Reinigung deutlich sinken.	KM6	Maximales Reinigungsintervall bestimmen.	N.E.	0,5	320	X
		LM6	Konstruktive Änderungen zur Verlängerung des Intervalls vornehmen.	N.E.	15	9.600	
H7	Die Herstellkosten der Filtereinheit könnten überschritten werden.	KM7	Detaillierte Vorkalkulation der Filtereinheit durchführen.	N.E.	5	3.200	X
		LM7	Kontinuierliche Kostenüberwachung der Filtereinheit sicherstellen.	N.E.	30	83.200	
H8	Etwaiger Patentschutz könnte eine Eigenfertigung verhindern.	KM8	Patentschutz prüfen.	N.E.	5	3.200	X
		LM8	Umgehungslösung entwickeln oder Lizenzierung anstreben.	N.E.	20	12.800	
H9	Die Kapazitäten zur Eigenfertigung könnten nicht ausreichen.	KM9	Erforderliche Kapazitäten ermitteln.	N.E.	1	640	-
		LM9	Zusätzliche Kapazitäten schaffen.	N.E.	1	640	
H10	Die Fertigung der benötigten Bauteile kann ggf. nicht mit Hilfe der vorhandenen Bearbeitungsmaschinen realisiert werden.	KM10	Fertigungsprozess frühzeitig planen.	N.E.	15	9.600	X
		LM10 a	Relevante Bauteile konstruktiv verändern, sodass sie auf eigenen Bearbeitungsmaschinen gefertigt werden können.	N.E.	50	32.000	
		LM10 b	Erforderliche Bearbeitungsmaschinen beschaffen.	N.E.	2	150.000	
H11	Rechtliche Bestimmungen könnten den Einsatz eines elektrostatischen Filters in einem Trockengerät in einzelnen Ländern verhindern.	KM11	Rechtslage in geplanten Absatzmärkten evaluieren.	N.E.	5	3.200	X
		LM11	Erfüllung der Rechtslage konstruktiv realisieren.	N.E.	30	19.200	

H Herausforderung KM Kontrollmaßnahme LM Lösungsmaßnahme X KM vorsehen
 - KM nicht vorsehen

Bild 4-29: Maßnahmenkatalog

Tritt eine Herausforderung auf, bedarf es der vordefinierten Lösungsmaßnahmen. Lösungsmaßnahmen können daher an verschiedenen Stellen im Prozess erforderlich werden. Bei Herausforderungen mit kritischem Gefährdungspotential können sie z.B. bereits im Rahmen von Machbarkeitsstudien durchgeführt werden. Auf diese Weise kann frühzeitig festgestellt werden, ob die Adaption aufgrund dieser Herausforderung scheitern wird. Aufgrund der hohen Individualität der unternehmensspezifischen Prozesse kann indes kein allgemeingültiges Vorgehen zur Einordnung beschrieben werden. Es gilt jedoch: Je höher das Gefährdungspotential einer Herausforderung, desto eher sollten die Maßnahmen im Prozess vorgesehen werden. Bild 4-30 zeigt eine beispielhafte Einordnung der zuvor definierten Maßnahmen aus dem Validierungsbeispiel.

Durch Einordnung der Maßnahmen in den unternehmensspezifischen Innovations- und Entwicklungsprozess sind somit die **Handlungsschritte für eine Erfolg versprechende Adaption geplant**. Die erweiterte Prozessbeschreibung stellt das Resultat der Systematik dar.

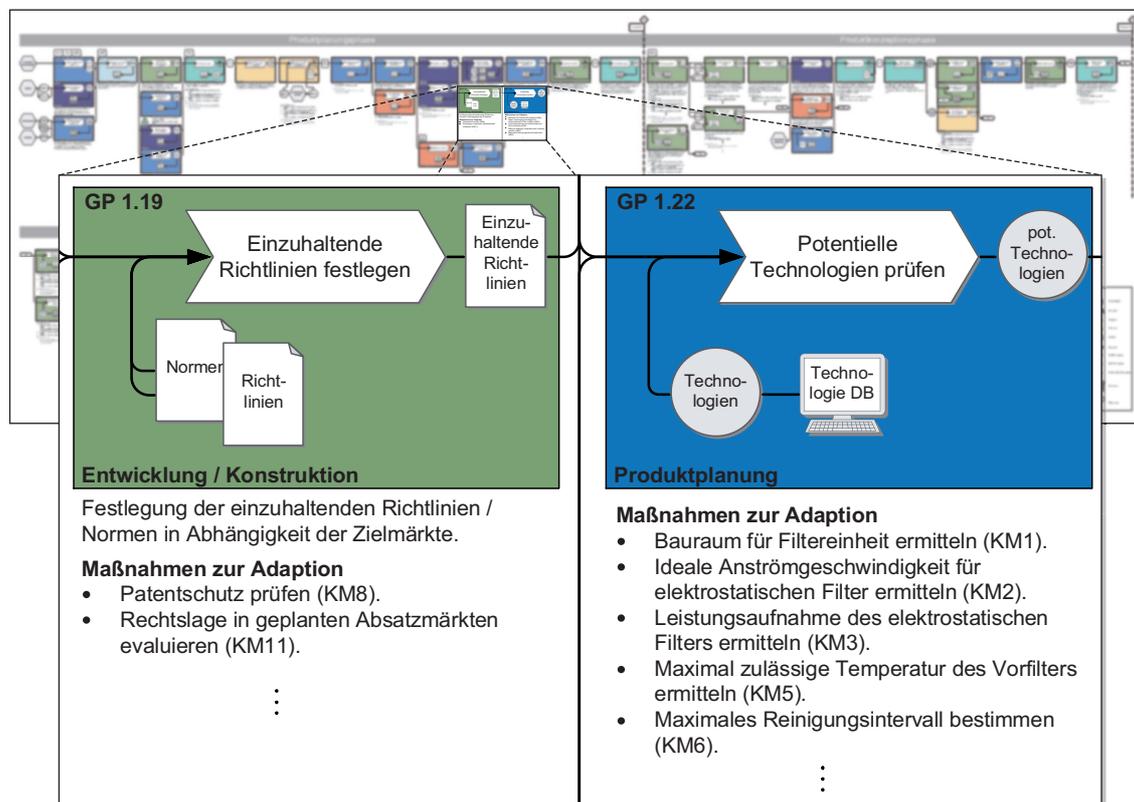


Bild 4-30: Beispielhafte Einordnung von Maßnahmen im unternehmensspezifischen Innovations- und Entwicklungsprozess in Anlehnung an [EAE+13, S. 16]

4.6 Bewertung der Systematik anhand der Anforderungen

In diesem Kapitel wird die entwickelte Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen anhand der in Abschnitt 2.6 aufgestellten Anforderungen bewertet.

A1: Planung von Cross-Industry-Innovationen

Die entwickelte Systematik bildet die Planung von CII in Form eines durchgängigen Vorgehens ab: Eingangs werden geeignete, zukunftsrelevante Probleme ausgewählt. Eine Suchstrategie adressiert die Vorbereitung der Suche nach Lösungsideen durch Festlegung des Projektteams, Abstraktion des gewählten Problems und Auswahl von Suchbranchen. Lösungsideen werden mittels einer medienbasierten Suche systematisch identifiziert und im Rahmen der Adaptionplanung bewertet. Für die beste Lösungsidee werden Herausforderungen identifiziert und auf Basis des Gefährdungspotentials Handlungsschritte für einen effizienten und risikominimalen Transfer abgeleitet.

A2: Branchenübergreifende Anwendbarkeit

Alle entwickelten Elemente der Systematik erlauben eine branchenübergreifende Anwendung. So können durch die Abstraktionstechnik Probleme in eine branchenunabhängige Formulierung überführt und anschließend Branchen aus dem gesamten NACE-Spektrum zur Analogiesuche herangezogen werden. Handlungsschritte für eine risikominimale Adaption können unabhängig von der jeweiligen Branche betrachtet werden.

A3: Unterstützung bei der Abstraktion

Die Abstraktion des Problems erfolgt in Phase zwei der Systematik. Die entwickelte Abstraktionstechnik greift auf etablierte Kreativitätstechniken zurück, unterstützt divergentes Denken und nutzt intuitive sowie diskursive Elemente. Sie geht über die Entwicklung von Funktionshierarchien hinaus und konnte bisher ohne Restriktionen eingesetzt werden.

A4: Überführung des abstrakten Problems in eine Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche

In der Abstraktionstechnik werden Probleme schrittweise in Form von Zielelementen beschrieben. Somit werden nicht die Hindernisse bei der Problemlösung, sondern vielmehr der gewünschte Zielzustand in den Vordergrund gestellt. Durch die Überführung der abstrakten Beschreibung in Suchbegriffe wird eine Eingangsgröße für die medienbasierte Suche geschaffen.

A5: Auswahl von Suchbranchen

Die Auswahl von Suchbranchen erfolgt im Rahmen Suchstrategieentwicklung in Phase zwei. Über das Kriterium der Problemrelevanz sowie einer Streuung der Suchbranchen anhand von Innovationsaktivität und Branchendistanz wird ein ausgewogenes Portfolio an Suchbranchen definiert. Innerhalb der Suche können zusätzliche Suchbranchen identifiziert und weiterverfolgt werden.

A6: Unterstützung einer medienbasierten Suche

Die medienbasierte Suche nach branchenfremden Lösungsideen wird in Phase drei durch ein iteratives Vorgehen realisiert: Identifizierte Schlagwörter erlauben die Beschreibung von Dokumenten mittels Vektoren. Hierdurch ist eine Konsolidierung zu Themenclustern möglich. Auf Basis der Themencluster wird die Suchanfrage themenfeldspezifisch konkretisiert. Dem Vorgehen wird gefolgt bis eine zufriedenstellende Anzahl an Lösungsideen identifiziert wurde. Das Vorgehen wurde prototypisch mit den gegebenen Funktionalitäten des IT-Werkzeugs KNIME umgesetzt.

A7: Berücksichtigung des branchen- und anwendungsspezifischen Vokabulars

Das zyklische Vorgehen der medienbasierten Suche adressiert eine schrittweise Annäherung an das branchen- und anwendungsspezifische Vokabular. Durch Verwendung eines lokalen Verfahrens zur Query Expansion wird die abstrakte Suchanfrage zyklisch in konkretere Suchanfragen übersetzt. Die Bildung von Themenclustern erlaubt dabei bei jedem Durchlauf des Zyklus‘ die pragmatische Identifikation konkreterer Suchbegriffe vor dem Hintergrund der jeweiligen Themen und Anwendungen. Themencluster entstehen auf Basis von mehreren Schlagwörtern und erlauben somit eine grobe Einschätzung des Kontexts. Hierdurch können Mehrdeutigkeiten berücksichtigt werden.

A8: Bewertung der Suchergebnisse

Die Bewertung der Suchergebnisse erfolgt in Phase vier der Systematik. Die Dimensionen Markt- und Technologierelevanz werden mittels Kriterien bewertet und in eine Portfoliodarstellung überführt.

A9: Reduzierung des Adaptionrisikos

Durch den Anforderungs-Lösungsabgleich in Phase vier werden Herausforderungen identifiziert. Die anschließende Bewertung des Gefährdungspotentials der Herausforderungen sowie die bewertungsabhängige Definition von Kontroll- und Lösungsmaßnahmen adressiert die systematische und effiziente Reduzierung des Adaptionrisikos. Durch Einordnung in den unternehmensspezifischen Innovations- und Entwicklungsprozess sind die Handlungsschritte für eine Erfolg versprechende Adaption geplant.

Die entwickelte Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen erfüllt somit die gestellten Anforderungen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Der Hochkostenstandort Deutschland braucht Innovationen. Der Innovationswettbewerb nimmt weiter zu. **Kapitel 1** zeigt: Unternehmen müssen somit einerseits mit kundeninduzierten inkrementalen Innovationen im Wettbewerb bestehen und andererseits versuchen, mit radikalen Innovationen dem direkten Effizienzwettbewerb auszuweichen. Cross-Industry-Innovationen als Teil von Open Innovation adressieren beide Herausforderungen durch den branchenübergreifenden Transfer von existierenden Lösungen auf eigene Probleme. Die resultierenden Produkte verfügen nicht selten über einen radikalen Innovationsgrad und können häufig mit deutlich geringeren Aufwänden realisiert werden, als dies bei einer konventionellen Entwicklung der Fall ist – es bedarf hierzu jedoch eines strukturierten Vorgehens.

In **Kapitel 2** wurden vielfältige **Herausforderungen** bei der Planung von Cross-Industry-Innovationen herausgearbeitet. So existieren häufig branchen- und anwendungsspezifische *Fachsprachen*, die für eine branchenübergreifende Lösungssuche verlassen werden müssen. Haben sich Menschen intensiv mit einem Problem beschäftigt, fällt ihnen eine abstrakte Beschreibung schwer. Die Suche nach Analogien ist ein aufwändiger Prozess. Ein erhebliches Informationspotential für die Analogiesuche bietet das Internet. Hierzu ist ein abstrahiertes Problem in eine Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche zu transformieren. In diesem Zusammenhang ist der gewünschte Zielzustand des Problems in den Vordergrund zu stellen. Bei einer medienbasierten Suche im Internet resultiert eine unüberschaubare Anzahl an Informationen. Durch diese Informationsflut können Lösungen übersehen werden – es resultiert ein Suchrisiko. Dieses ist zu reduzieren. Zur Fokussierung der Suche sind Suchbranchen festzulegen. Ferner ist eine methodische Unterstützung der medienbasierten Suche anzustreben. Es gilt, Lösungsideen zu identifizieren, obwohl diese häufig mit spezifischem Vokabular beschrieben sind. Nicht jede gefundene Lösungsidee ist in gleichem Maße für eine Adaption geeignet. Ferner ist denkbar, dass eine Adaption aufgrund zuvor ungeahnter Herausforderungen fehlschlägt. Dieses Adaptionsrisiko ist daher zu reduzieren. Die Analyse des Stands der Technik in **Kapitel 3** verdeutlicht, dass keiner der untersuchten Ansätze alle Anforderungen erfüllt. Ausgewählte Ansätze und Methoden können einzelne Phasen jedoch unterstützen.

Vor diesem Hintergrund wurde in **Kapitel 4** eine Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen vorgestellt. Das Vorgehen gliedert sich in die Phasen Problemfindung, Suchstrategieentwicklung, Suche und Adaptionsplanung. Es setzt bei technischen Problemen an. Im Rahmen der Problemfindung werden identifizierte Probleme hinsichtlich ihrer Eignung für CII priorisiert. Das am höchsten priorisierte Problem wird ausgewählt. In Phase zwei wird eine Suchstrategie entwickelt. Sie adressiert die Vorbereitung der Suche durch Beantwortung der Fragen *Wer?*, *Was?* und *Wo?*. Bei der *Wer?*-Frage wird sichergestellt, dass die notwendigen Kompetenzen für die Suche zur Verfügung stehen. Gegenstand der *Was?*-Frage ist die Abstraktion des gewählten Problems

und die Überführung in eine Eingangsgröße für eine medienbasierte Suche. Eine neu entwickelte Abstraktionstechnik erlaubt dabei eine branchenunabhängige Anwendung und unterstützt eine lösungsneutrale Beschreibung des Problems vor dem Hintergrund des gewünschten Zielzustands. Die systematische Identifikation von Suchbranchen adressiert die Beantwortung der *Wo?*-Frage.

In der dritten Phase werden Lösungsideen anderer Branchen für das gewählte Problem gesucht. Hierzu dienen eine optionale Netzwerksuche sowie eine medienbasierte Suche im Internet, die einem zyklischen Vorgehen folgt: Aufbauend auf den Suchbegriffen und Suchbranchen der Suchstrategie werden relevante Dokumente identifiziert und analysiert. Resultierende Schlagwörter geben Hinweise auf Lösungsideen und bilden den Ausgangspunkt für eine Annäherung an das spezifische Vokabular. Nachfolgend werden die Dokumente anhand der bereinigten Schlagwörter zu Themenclustern zusammengefasst. Für relevante Cluster werden neue (konkretere) Suchbegriffe abgeleitet und eine neue Suchanfrage formuliert, die eine Annäherung an das spezifische Vokabular des jeweiligen Themenfelds erlaubt. Hierdurch schließt sich der Zyklus. Dem Vorgehen wird gefolgt bis eine zufriedenstellende Anzahl an Lösungsideen identifiziert wurde. In Phase vier wird die Adaption einer auszuwählenden Lösungsidee geplant. Hierzu erfolgt eingangs eine Bewertung aus Markt- und Technologiesicht. Für die ausgewählte Lösungsidee wird ein Abgleich mit den zu erfüllenden Anforderungen durchgeführt. Dabei identifizierte Herausforderungen werden hinsichtlich ihres Gefährdungspotentials bewertet und abhängig davon Maßnahmen zur effizienten Risikominimierung abgeleitet und festgelegt. Durch Einordnung der gewählten Maßnahmen in den unternehmensspezifischen Innovations- und Entwicklungsprozess resultiert das Ergebnis der Systematik: Handlungsschritte für eine Erfolg versprechende Adaption.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die Systematik alle gestellten Anforderungen erfüllt. Die **Praxistauglichkeit** des Verfahrens wurde anhand eines Industrieprojekts mit einem Hersteller von Haushaltsgeräten für den privaten und gewerblichen Einsatz gezeigt. Die medienbasierte Suche wird durch das IT-Werkzeugs KNIME pragmatisch umgesetzt. Somit können Berechnungsschritte vollständig automatisiert erfolgen. Der Aufwand für den Anwender ist als gering zu bewerten.

Die Erfüllung der Anforderungen darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass auch **zukünftiger Forschungsbedarf** im Rahmen von Cross-Industry-Innovationen besteht. Hierbei lassen sich kurz-, mittel- und langfristige Forschungs Herausforderungen unterscheiden. Kurzfristig können weitere Anwendungen der Systematik zusätzliche Kriterien zur Bewertung von Problemrelevanz, Innovationsaktivität und Branchendistanz liefern. Im Zuge dessen ist auf eine einfache Datenbeschaffung und Überführung in die Brancheneinteilung zu achten. Ferner erfolgt die Auswahl von Datenquellen im Wesentlichen intuitiv – eine Systematisierung dieses Schritts erlaubt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Verbesserung der Qualität der Suchergebnisse. Konventionelle Innovationsprozesse erlauben in der Regel keine breite Suche [EH10, S. 300]. Daher gilt es, die Systematik in existierende Innovationsprozesse von Unternehmen zu integrieren. Dar-

über hinaus erscheint es sinnvoll, eine an die Adaptionenplanung anknüpfende Methode zu entwickeln, welche die eigentliche Adaptionenentwicklung fokussiert. Unter Berücksichtigung von Make-or-Buy-Entscheidungen kann auf bestehende Entwicklungsmethodiken aufgebaut werden [GEK01, S. 218f.].

Mittelfristig ist eine Erweiterung des Anwendungsbereichs der vorliegenden Systematik Erfolg versprechend: Neben der ausschließlichen Betrachtung technischer Probleme kann CII auch im Rahmen von Dienstleistungen und Geschäftsmodellen einen Beitrag leisten [ED13, S. 196]. Erste Versuche mit der entwickelten Systematik haben gezeigt, dass sowohl die Suchstrategieentwicklung als auch die Suche eine Anwendung mit Dienstleistungen nicht ausschließen. In der vorliegenden Arbeit erfolgte eine prototypische Umsetzung der medienbasierten Suche auf Basis von KNIME. Einzelne Elemente der medienbasierten Suche, wie die Identifikation von zusätzlichen Suchbegriffen sowie die Berücksichtigung von Wortmehrdeutigkeiten sind separate Forschungsfelder des Information Retrievals [LA98, S. 749ff.], [Sto07, S. 288ff.], [XC96, S. 4ff.]. Eine werkzeugtechnische Umsetzung fortschrittlicher Ansätze verspricht eine weitere Verbesserung der Suchergebnisse.

Längerfristig erscheint einer Erweiterung der IT-Unterstützung auf alle Phasen der Systematik sinnvoll. Insbesondere eine Automatisierung der Ermittlung von Suchbranchen sowie eine automatische Befüllung der Datenbasis können den Anwendungsaufwand weiter reduzieren. Derzeit schränkt die Notwendigkeit eines vordefinierten Vokabulars den Einsatz von Ontologien im Rahmen von CII ein. Vor diesem Hintergrund sollte geprüft werden, inwieweit neue Forschungsarbeiten den Einsatz von Ontologien im Kontext von CII unterstützen – so könnten *lernende Ontologien* eine automatisierte Berücksichtigung des branchen- und anwendungsspezifischen Vokabulars unterstützen [WLB12, S. 20ff.]. Ferner ist zu prüfen, inwieweit eine Integration in bestehende Wissensmanagementsysteme möglich ist. Im Idealfall könnte so ohne zusätzlichen manuellen Aufwand auf weitere Quellen für Lösungsideen zurückgegriffen werden. Beispielfähig seien an dieser Stelle die Innovations-Datenbank des HEINZ NIXDORF INSTITUTS, die Lösungsmusterdatenbank nach DUMITRESCU oder umgesetzte Lösungsprinzipien im Rahmen von TRIZ-Werkzeugen genannt [Dum11, S. 156ff.], [GBI09, S. 40ff.], [GBB10, S. 471ff.], [Kal10, S. 60].

6 Abkürzungsverzeichnis

A ⁴	Abstraction, Analogy, Assessment und Adaptation
ARIZ	Algorithmus zur Lösung von Erfindungsaufgaben (aus dem Russischen)
bzw.	beziehungsweise
CII	Cross-Industry-Innovationen
Ed.	Editor
et al.	et alii
etc.	et cetera
F&E	Forschung und Entwicklung
f.	folgende
ff.	fortfolgende
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
GB	Gigabyte
ggf.	Gegebenenfalls
GHz	Gigahertz
html	Hypertext Markup Language
Hrsg.	Herausgeber
ICB	Industry Classification Benchmark
IP	Intellectual Property
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik
ITEM-HSG	Institute of Technology Management der Universität St. Gallen
KNIME	Konstanz Information Miner
kV	Kilovolt
MDS	Multidimensionale Skalierung
NACE	Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne
No.	Number

Nr.	Nummer
p.	Page
PDF	Portable Document Format
pp.	Pages
R&D	Research and Development
RoI	Return on Investment
RPZ	Risiko-Prioritätszahl
S.	Seite
sog.	sogenannt
TRIZ	Theorie des erfinderischen Problemlösens (aus dem Russischen)
u.a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
Vol.	Volume
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

7 Literaturverzeichnis

- [Abb08] ABBAS, O. A.: Comparisons Between Data Clustering Algorithms. In: The International Arab Journal of Information Technology, Vol. 5, No. 3, Zarqa Private University, Zarqa, 2008, pp. 320-325
- [AEG+12] AMSHOFF, B.; ECHTERHOFF, N.; GAUSEMEIER, J.; GROTE, A.-C.: Planung von Cross-Industry-Innovationen – Methodik für einen branchenübergreifenden Lösungstransfer. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): 8. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung. Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 306, Paderborn, 2012, S. 149-171
- [Ale14-ol] ALEXA INTERNET, INC. (Ed.): Top Sites. Unter: http://www.alexa.com/topsites/category/Computers/Internet/Searching/Search_Engines, February 12 2014
- [Alt11] ALTER, R.: Strategisches Controlling – Unterstützung des strategischen Managements. Oldenbourg Verlag, München, 2011
- [Alt14-ol] ALTSCHULLER, G. S. (Hrsg.): Die innovativen Prinzipien für Beseitigung der Technischen Widersprüche. Unter: http://www.triz-seminar.de/Prinzipien_41-50_Altshuller.pdf, 7. Februar 2014
- [Alt84] ALTSCHULLER, G. S.: Erfinden – Wege zum Lösen technischer Probleme. VEB Verlag Technik, Berlin, 1984
- [AN95] AAMODT, 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, pp. 191-222
- [BA03] BLUMBERG, R.; ATRE, S.: The Problem with Unstructured Data. In: DM Review, Vol. 13, No. 4, 2003, pp. 42-46
- [Bak13] BAKOS, G.: KNIME Essentials – Perform Accurate Data Analysis 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., Burkhardt, H., Schmidt-Thieme, L., Decker, R. (Eds.): Data Analysis, Machine Learning and Applications. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007, pp. 319-326
- [BD13] BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN INDUSTRIE E.V.; DEUTSCHE TELEKOM STIFTUNG (Hrsg.): Innovationsindikator Deutschland 2013. BDI, Berlin, Bonn, 2013
- [BE05] BULLINGER, H.-J.; ENGEL, K.: Best Innovator – Erfolgsstrategien von Innovationsführern. FinanzBuch Verlag, München, 2005
- [BEB+13] BADER, K.; ENKEL, E.; BUCHHOLZ, C.; BOHN, L.: A View Beyond the Horizon – Cross-industry Innovation in the Health Care Sector. In: Performance, Vol. 5, No. 2, Ernst & Young Electronic Publishing, London, 2013, pp. 10-17
- [BGK09] BARCZAK, G.; GRIFFIN, A.; KAHN, K. B.: Perspective – Trends and Drivers of Success in NPD Practices / Results of the 2003 PDMA Best Practices Study. In: The Journal of Product Innovation Management, Vol. 26, No. 1, John Wiley & Sons, Hoboken, 2009, pp. 3-23
- [BH10] BRUNSWICKER, S.; HUTSCHEK, U.: Crossing Horizons – Leveraging Cross-Industry Innovation Search in the Front-End of the Innovation Process. In: International Journal of Innovation Management, Vol. 14, No. 4, Imperial College Press, London, 2010, pp. 683-702

- [BH14-ol] BRUNSWICKLER, S.; HUTSCHEK, U.: Kreative Seitensprünge in den frühen Innovationsphasen. Unter: <http://www.iao.fraunhofer.de/images/iao-news/innowave.pdf>, 7. Februar 2014
- [BI09] BLANCHARD, O.; ILLING, G.: Makroökonomie. Pearson Studium, München, 5. Auflage, 2009
- [Bon72] DE BONO, E.: Laterales Denken für Führungskräfte. Rohwolt Verlag, Reinbek bei Hamburg, 1972
- [Bon96] DE BONO, E.: Serious Creativity – Die Entwicklung neuer Ideen durch die Kraft Lateralen Denkens. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1996
- [Bra94] VON BRAUN, C.-F.: Der Innovationskrieg – Ziele und Grenzen der industriellen Forschung und Entwicklung. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1994
- [Bro86] BROCKHAUS ENZYKLOPÄDIE IN VIERUNDZWANZIG BÄNDEN: Siebzehnter Band Pes – Rac. F. A. Brockhaus, Mannheim, 19. Auflage, 1986
- [Bru14-ol] BRUNSWICKER, S.: Open Innovation – Vernetzt zum Erfolg. Unter: https://www.mannheim.de/sites/default/files/page/729/vortrag_dr_brunswicker_2012_05_15_open_innovation_-_vernetzt_zum_erfolg.pdf, 5. Februar 2014
- [Bul94] BULLINGER, H.-J.: Einführung in das Technologiemanagement – Modelle, Methoden, Praxisbeispiele. B. G. Teubner Verlag, Stuttgart, 1994
- [BWH10] BRUNSWICKER, S.; WARSCHAT, J.; HUTSCHEK, U.: Crossing Horizons – Applying Analogies to Source Technologies in the Front-End of the Innovation Processes. In: Kocaoglu, D. F. (Ed.): Technology Management for Global Economic Growth – Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET 2010). July 18-22 2010, Phuket, Portland State University, Portland, 2010, pp.736-743
- [CGS06] CORSTEN, H.; GÖSSINGER, R.; SCHNEIDER, H.: Grundlagen des Innovationsmanagements. Verlag Franz Vahlen, München, 2006
- [Che03] CHESBROUGH, H. W.: The Era of Open Innovation. In: MIT Sloan Management Review, MIT Press, Cambridge, 2003
- [Che06a] CHESBROUGH, H. W.: Open Business Models – How to Thrive in the New Innovation Landscape. Harvard Business School Press, Boston, 2006
- [Che06b] CHESBROUGH, H. W.: Open Innovation – The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Harvard Business School Press, Boston, 2006
- [Che06c] CHESBROUGH, H. W.: Open Innovation – A new Paradigm for Understanding Industrial Innovation. In: Chesbrough, H. W.; Vanhaverbeke, W.; West, J. (Eds.): Open Innovation – Researching a New Paradigm. Oxford University Press, Oxford, New York, 2006, pp. 1-12
- [CI13] CORVELLO, V.; IAZZOLINO, G.: Factors Affecting the Practices of External Problem Solvers in Broadcast Search. In: Journal of Technology Management & Innovation, Vol. 8, No. 2, University Alberto Hurtado, Santiago, 2013, pp. 166-177
- [Cim06] CIMIANO, P.: Ontology Learning and Population from Text – Algorithms, Evaluation and Applications. Springer-Verlag, New York, 2006
- [CKP+92] CUTTING, D. R.; KARGER, D. R.; PEDERSEN, J. O.; TUKEY, J. W.: Scatter/Gather – A Cluster-based Approach to Browsing Large Document Collections. In: Belkin, N.; Ingwersen, P.; Pejtersen, A. M. (Eds.): Proceedings of the 15th International ACM/SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval. June 21-24 1992, Copenhagen, ACM Digital Library, New York, 1992, pp. 318-329
- [CL90] COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A.: Absorptive Capacity – A new Perspective on Learning and Innovation. In: Review of Economics and Statistics, Vol. 78, No. 2, MIT Press, Cambridge, 1990, pp. 232-243

- [Coo01] COOPER, R. G.: *Winning at New Products – Accelerating the Process from Idea to Launch*. Perseus Publishing, Cambridge, 2001
- [CT03] CUMMINGS, J. L.; TENG, B.-S.: *Transferring R&D Knowledge – The Key Factors Affecting Knowledge Transfer Success*. In: *Journal of Engineering & Technology Management*, Vol. 20, No. 1-2, Elsevier, Amsterdam, 2003, pp. 39-68
- [DBW93] DROEGE, W.; BACKHAUS, K.; WEIBER, R.: *Strategien für Investitionsgütermärkte*. verlag moderne industrie, Landsberg/Lech, 1993
- [DIN60050] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN) (Hrsg.): *DIN IEC 60050-351 – Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 351:Leittechnik*. Beuth Verlag, Berlin, 2009
- [DKR+83] DÖRNER, D.; KREUZIG, H. W.; REITHER, F.; STÄUDEL T.: *Lohhausen – Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität*. Hans Huber Verlag, Bern, 198
- [DM02] DAHL, D. W.; MOREAU, P.: *The Influence and Value of Analogical Thinking During New Product Ideation*. In: *Journal of Marketing Research*, Vol. 39, No. 1, American Marketing Association, Chicago, 2002, pp. 47-60
- [Dör79] DÖRNER, D.: *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. W. Kohlhammer, Stuttgart, 2. Auflage, 1979
- [DP10] DIENER, K.; PILLER, F. T.: *Methoden und Dienstleister für die OI-Implementation*. In: Ili, S. (Hrsg.): *Open Innovation umsetzen – Prozesse, Methoden, Systeme*. Symposium Publishing, Düsseldorf, 2010, S. 85-114
- [Dud14a-ol] DUDEN VERLAG (Hrsg.): *Innovation*. Unter: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Innovation>, 4. Februar 2014
- [Dud14b-ol] DUDEN VERLAG (Hrsg.): *Vielschichtigkeit*. Unter: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Vielschichtigkeit>, 4. Februar 2014
- [Dum11] DUMITRESCU, R.: *Entwicklungssystematik zur Integration kognitiver Funktionen in fortgeschrittene mechatronische Systeme*. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 286, 2011
- [Dun74] DUNCKER, K.: *Zur Psychologie des produktiven Denkens*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3. Auflage, 1974
- [Dür07] DÜR MÜLLER, C.: *Der lohnende Blick über den eigenen Gartenzaun – Cross-Industry-Innovation*. In: *Innovation Management*, Ausgabe März/Juni, Nr.1, 2007,
- [Dür08] DÜR MÜLLER, C.: *Technologieführerschaft durch kreative Seitenblicke*. In: *io new management*, Ausgabe 10, Springer-Verlag, Zürich, 2008, S. 8-13
- [Dür12] DÜR MÜLLER, C.: *Der Blick über den Tellerrand*. In: *io management*, Ausgabe Mai/Juni, Nr. 3, 2012, S. 24-27
- [EAE+13] ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; ECHTERFELD, J.; GAUSEMEIER, J.; KAGE, M.: *Cross-Industry-Innovations – How Linguistic Analyses aid Radical Problem Solving*. In: Huizingh, K. R. E.; Conn, S.; Torkkeli, M.; Bitran, I. (Eds.): *Proceedings of the 6th ISPIM Innovation Symposium – Innovation in the Asian Century*. December 8-11 2013, Melbourne, 2013
- [EAG13a] ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.: *Cross-Industry Innovations – Systematic Identification of Ideas for Radical Problem Solving*. In: *Proceedings of the International Conference on Innovation and Management (ICIM)*. February 27/28 2013, Barcelona, Vol. 74, 2013, pp. 935-944
- [EAG13b] ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.: *Systematic Identification of Cross-Industry Innovations using Bibliometrics*. In: *Proceedings of the 2013 International Association for Management of Technology Conference (IAMOT)*. April 14-18 2013, Porto Alegre, 2013

- [EAG13c] ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.: Cross-Industry-Innovations – Systematic Identification and Adaption. In: Proceedings of the International Conference on Innovation and Management and Technology (ICIMT). April 29/30 2013, Paris, Vol. 76, 2013, pp. 661-671
- [EAG13d] ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.: Such- und Adaptionstrategien zur systematischen Planung von Cross-Industry-Innovationen. In: Spath, D.; Binz, H.; Maier, T.; Bertsche, B. (Hrsg.): Tagungsband zum Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung (SSP). 19./20. Juni 2013, Stuttgart, 2013
- [ED13] ENKEL, E.; DÜRMELLER, C.: Cross-Industry-Innovation – Der Blick über den Gartenzaun. In: Gassmann, O.; Sutter, P. (Hrsg.): Praxiswissen Innovationsmanagement. Carl Hanser Verlag, München, 3. Auflage, 2013
- [EG10] ENKEL, E.; GASSMANN, O.: Creative Imitation – Exploring the Case of Cross-Industry Innovation. In: R&D Management, Vol. 40, No. 3, Blackwell Publishing, Oxford, Malden, 2010, pp. 256-270
- [EGR07] EBERSBACH, L.; GASSMANN, O.; REINECKE, S.: Neue Grenzen für Innovation. In: Belz, C.; Schögel, M.; Tomczak, T. (Hrsg.): Innovation Driven Marketing – Vom Trend zur innovativen Marketinglösung. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2007, S.49-60
- [EH10] ENKEL, E.; HORVÁTH, A.: Mit Cross-Industry-Innovation zu radikalen Neuerungen. In: Ili, S. (Hrsg.): Open Innovation umsetzen – Prozesse, Methoden, Systeme, Kultur. Symposium Publishing, Düsseldorf, 2010, S. 293-314
- [Ehr07] EHRENSPIEL, K.: Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 3. Auflage, 2007
- [ELP09] ENKEL, E.; LENZ, A.; PRÜGL, R.: Kreativitätspotentiale aus analogen Industrien nutzen. In: Jansen, S. A.; Schröter, E.; Stehr, N. (Hrsg.): Rationalität der Kreativität? Multidisziplinäre Beiträge zur Analyse der Produktion, Organisation und Bildung von Kreativität. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2009, S. 137-162
- [Els14a-ol] ELSEVIER B. V. (Ed.): Scopus. Unter: <http://www.elsevier.com/online-tools/scopus/content-overview>, February 13 2014
- [Els14b-ol] ELSEVIER B. V. (Ed.): SciVerse Scopus Benutzerhandbuch. Unter: http://info.sciencedirect.com/UserFiles/u4/SciVerse_Scopus_User_Guide_Deu.pdf, February 13 2014
- [EM13] EHRENSPIEL, K.; MEERKAMM, H.: Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 5. Auflage, 2013
- [Enk09] ENKEL, E.: Chancen und Risiken von Open Innovation. In: Zerfaß, A.; Möslin, K. M. (Hrsg.): Kommunikation als Erfolgsfaktor im Innovationsmanagement – Strategien im Zeitalter der Open Innovation. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2009, S. 177-192
- [Enk11] ENKEL, E.: Open Innovation – Wie machen es die besten? In: Zeitschrift für Führung + Organisation, Ausgabe 6/2011, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2011, S. 415-421
- [Eur08] EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFTEN (Hrsg.): NACE Rev. 2 – Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft. eurostat, Methodologies and Working papers, Luxemburg, 2008
- [Eur12] EUROSTAT (Ed.): Science, Technology and Innovation in Europe – 2012 Edition, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2012
- [Eur14-ol] EUROPEAN COMMISSION (Ed.): The 2013 EU Industrial R&D Scoreboard. Unter: <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard13.html>, February 13 2014
- [Fel87] FELDMANN, P.: Denktraining. Wilhelm Heyne Verlag, München, 2. Auflage, 1987
- [Fer03] FERBER, R.: Information Retrieval – Suchmodelle und Data-Mining-Verfahren für Textsammlungen und das Web. Dpunkt Verlag, Heidelberg, 2003

- [FGN+13] FELDHUSEN, J.; GROTE, K.-H.; NAGARAJAH, A.; PAHL, G.; BEITZ, W.; WARTZACK, S.: Vorgehen bei einzelnen Schritten des Produktentstehungsprozesses. In: Feldhusen, J.; Grote, K.-H. (Hrsg.): Pahl/Beitz Konstruktionslehre – Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 8. Auflage, 2013, S. 291-410
- [Fli07] FLIASTER, A.: Innovationen in Netzwerken – Wie Humankapital und Sozialkapital zu kreativen Ideen führen. Rainer Hampp Verlag, München, Mering, 2007
- [Fre10] FREUND, R.: How to Overcome the Barriers between Economy and Sociology – With Open Innovation, Open Evaluation and Crowdfunding? In: International Journal of Industrial Engineering and Management, Vol. 1, No. 3, International Research Publication House, Delhi, 2010, pp. 105-109
- [Fri97] FRIEDL, J. E.: Reguläre Ausdrücke. O'Reilly Verlag, Sebastopol, 1997
- [FTS14a-ol] FTSE INTERNATIONAL LIMITED (Ed.): Industry Classification Benchmark (ICB). Unter: http://www.icbenchmark.com/ICBDocs/FTSE_ICB_Corporate_Brochure.pdf, February 13 2014
- [FTS14b-ol] FTSE INTERNATIONAL LIMITED (Ed.): Industry Classification Benchmark (ICB). Unter: http://www.icbenchmark.com/ICBDocs/Structure_Defs_German.pdf, February 13 2014
- [Gaa10] GAAG, A.: Entwicklung einer Ontologie zur funktionsorientierten Lösungssuche in der Produktentwicklung. Dissertation, Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität München, Konstruktionstechnik München, 2010
- [Gäl05] GÄLWEILER, A.: Strategische Unternehmensführung. Campus Verlag, Frankfurt am Main, 2005
- [Gas13] GASSMANN, O.: Innovation: Zufall oder Management? In: Gassmann, O.; Sutter, P. (Hrsg.): Praxiswissen Innovationsmanagement. Carl Hanser Verlag, München, 2013, S. 1-23
- [GBB10] GAUSEMEIER, J.; BRINK, V.; BUSCHJOST, O.: Die Innovations-Datenbank. In: Gundlach, C.; Glanz, A.; Gutsche, J. (Hrsg.): Die frühe Innovationsphase – Methoden und Strategien für die Vorentwicklung. Symposium Publishing, Düsseldorf, 2010, S. 471-488
- [GBD+12] GAUSEMEIER, J.; BRANDIS, R.; DOROCIAC, R.; MÜLDER, A.; NYBEN, A. TERFLOTH, A.: Integrative Konzipierung von Produkt und Produktionssystem. In: Gausemeier, J.; Lanza, G.; Lindemann, U. (Hrsg.): Produkte und Produktionssysteme integrativ konzipieren – Modellbildung und Analyse in der frühen Phase der Produktentstehung. Carl Hanser Verlag, München, 2012, S. 88-125
- [GBI09] GAUSEMEIER, J.; BRINK, V.; IHMELS, S.: Technologieorientiertes Innovationsmanagement mit der Innovations-Datenbank. In: Industrie Management, Ausgabe 1/2009, Gito Verlag, Berlin, 2009, S. 40-44
- [GCF12] GASSMANN, O.; CSIK, M.; FRANKENBERGER, K.: Aus alt mach neu. In: Harvard Business Manager Ausgabe 6/2012, manager magazin Verlagsgesellschaft, Hamburg, 2012
- [GDS+13] GAUSEMEIER, J.; DUMITRESCU, R.; STEFFEN, D.; CZAJA, A.; WIEDERKEHR, O.; TSCHIRNER, C.: Systems Engineering in der industriellen Praxis. Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, Lehrstuhl für Produktentstehung, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT – Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik, UNITY AG, Paderborn, 2013
- [GEK01] GAUSEMEIER, J.; EBBESMEYER, P.; KALLMEYER, F.: Produktinnovation – Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2001
- [Ger04] GERYBADZE, A.: Technologie- und Innovationsmanagement. Verlag Franz Vahlen, München, 2004
- [Ger05] GERPOTT, T. J.: Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement, Schäffer/Poeschel Verlag, Stuttgart, 2. Auflage, 2005

- [GF04] GROSSMAN, D. A.; FRIEDER, O.: Information Retrieval – Algorithms and Heuristics. Springer-Verlag, Dordrecht, 2004
- [GH83] GICK, M. L.; HOLYOAK, K. J.: Schema Induction and Analogical Transfer. In: Cognitive Psychology, Vol. 15, No. 1, Academic Press, Waltham, 1983, S. 1-38
- [GHK+06] GAUSEMEIER, J.; HAHN, A.; KESPOHL, H.; SEIFERT, L.: Vernetzte Produktentwicklung – Der erfolgreiche Weg zum Global Engineering Network. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2006
- [Gia98] GIAPOULIS, A.: Modelle für effektive Konstruktionsprozesse. Dissertation, Lehrstuhl für Konstruktion im Maschinenbau, Technische Universität München, Konstruktionstechnik München, Band 27, 1998
- [GKL09] GAAG, A.; KOHN, A.; LINDEMANN, U.: Function-Based Solution Retrieval and Semantic Search in Mechanical Engineering. In: Norell Bergendahl, M.; Grimheden, M.; Leifer, L. (Eds.): Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design (ICED 2009). August 24-27 2009, Stanford, 2009
- [Gle05] VON GLEICH, A.: Risiko und Innovation. In: Ökologisches Wirtschaften, Ausgabe 4/2005, oekom verlag, München, 2005, S. 15-16
- [Gor61] GORDON, W. J. J.: Synectics – The Development of Creative Capacity. Harper & Row, New York, Evanston, London, 1961
- [Gou06] GOURVILLE, J. T.: Wann Kunden neue Produkte kaufen. Harvard Business manager, Ausgabe 8/2006, manager magazin Verlagsgesellschaft, Hamburg, 2006, S. 45-57
- [GP14] GAUSEMEIER, J.; PLASS, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2014
- [GPW09] GAUSEMEIER, J.; PLASS, C.; WENZELMANN, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2009
- [GR83] GESCHKA, H.; VON REIBNITZ, U.: Vademecum der Ideenfindung – Eine Anleitung zum Arbeiten mit Methoden der Ideenfindung. Bastelle-Institut, Frankfurt am Main, 4. Auflage, 1983
- [Gri14-ol] GRIMES, S.: Unstructured Data and the 80 Percent Rule. Unter: <http://breakthroughanalysis.com/2008/08/01/unstructured-data-and-the-80-percent-rule>, Januar 14 2014
- [Gru93] GRUBER, T. R.: A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. Knowledge Acquisition, Vol. 5, No. 2, Academic Press Ltd., London, 1993, pp. 199-220
- [GS13] GASSMANN, O.; SUTTER, P. (Hrsg.): Praxiswissen Innovationsmanagement. Carl Hanser Verlag, München, 3. Auflage, 2013
- [GZ07a] GASSMANN, O.; ZESCHKY, M.: Dem Zufall auf die Sprünge helfen. In: Technische Rundschau, Ausgabe 3/2007, Binkert Medien AG, Laufenburg, 2007, S. 8-9
- [GZ07b] GASSMANN, O.; ZESCHKY, M.: Radikale Innovation ist nicht planbar wie ein Produktionsprozess – Wege zu radikalen Innovationen. In: Innovation Management, Ausgabe Oktober/November, Nr. 3, 2007, S. 8-10
- [GZ08] GASSMANN, O.; ZESCHKY, M.: Opening up the Solution Space – The Role of Analogical Thinking for Breakthrough Product Innovation. In: Journal compilation, Vol. 17, No. 2, Wiley-Blackwell, Hoboken, 2008, pp. 97-106
- [Her95] HERMES, M.: Eigenerstellung oder Fremdbezug neuer Technologie. Dissertation, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 1995
- [HFP09] VON HIPPEL, E.; FRANKE, N.; PRÜGL, R. W.: Pyramiding – Efficient Search for Rare Subjects. In: Research Policy, Vol. 38, No. 9, Elsevier, Amsterdam, 2009, pp. 1397-1406

- [Hin82] HINTERHUBER, H. H.: Wettbewerbsstrategie. de Gruyter, Berlin, New York, 1982
- [Hip05] VON HIPPEL, E.: Democratizing Innovation. MIT Press, Cambridge, 2005
- [HL04] HERSTATT, C.; LETTL, C.: Management of 'Technology Push' Development Projects. In: International Journal of Technology Management, Vol. 23, No. 2-3, Inderscience Publishers, Genf, 2004, pp. 155-175
- [HL98] HWANG, M. I.; LIN, J. W.: Information Dimension, Information Overload and Decision Quality. In: Journal of Information Science, Vol. 25, No. 3, Sage Publications, Thousand Oaks, 1998, pp. 213-218
- [HLT+80] HENRY, W. M.; LEIGH, J. A.; TEDD, L. A.; WILLIAMS, P. W.: Online Searching – An Introduction. Butterworths, London, 1980
- [HNP05] HOTH, A.; NÜRNBERGER, A.; PAAB, G.: A Brief Survey of Text Mining. In: LDV Forum - Journal for Computational Linguistics and Language Technology, Ausgabe 20, Nr. 1, Gesellschaft für Sprachtechnologie und Computerlinguistik, Berlin, 2005, S. 19-63
- [Hol87] HOLT, K.: Innovation – A Challenge to the Engineer. In: Advances in Industrial Engineering, Elsevier, Vol. 6, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, 1987
- [HS11] HAUSCHILD, J.; SALOMO, S.: Innovationsmanagement. Verlag Franz Vahlen, Wiesbaden, 5. Auflage, 2011
- [HTS99] VON HIPPEL, E.; THOMKE, S.; SONNACK, M.: Creating Breakthroughs at 3M. In: Harvard business review, Vol. 77, No. 5, Harvard Business Publishing, Watertown, 1999, pp. 47-57
- [HTZ+98] HERB, R. (Hrsg.); TERNINKO, J.; ZUSMAN, A.; ZLOTIN, B.: TRIZ – Der Weg zum konkurrenzlosen Erfolgsprodukt: Ideen produzieren, Nischen besetzen, Märkte gewinnen. verlag moderne industrie, Landsberg/Lech, 1998
- [Hun97] HUNTER, A.: Using Default Logic for Lexical Knowledge. In: Gabbay, D. M; Kruse, R.; Nonnengart, A.; Ohlbach, H. J. (Hrsg.): Qualitative and Quantitative Practical Reasoning – First International Joint Conference on Qualitative and Quantitative Practical Reasoning. June 9-12 1997, Bad Honnef, Springer-Verlag, Vol. 1244, Berlin, 1997
- [Int14-ol] INTERNATIONAL DATA CORPORATION (Ed.): The Digital Universe in 2010 – Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East. Unter: <http://idcdocserv.com/1414>, February 19 2014
- [IS11] INAUEN, M.; SCHENKER-WICKI, A.: The Impact of Outside-In open Innovation on Innovation Performance. In: European Journal of Innovation Management, Vol. 14, No. 4, Emerald Group Publishing, Bingley, 2011, pp. 496-520
- [Isa11] ISAACSON, W.: Steve Jobs – Die autorisierte Biografie des Apple-Gründers. C. Bertelsmann, München, 2011
- [JL10] JEPPESEN, L. B.; LAKHANI, K.: Marginality and Problem-Solving Effectiveness in Broadcast Search. In: Organization Science, Vol. 21, No. 5, INFORMS, Baltimore, 2010, pp. 1016-1033
- [Joh06] JOHANNSON, F.: The Medici Effect – What Elephants and Epidemics can teach us about Innovation / What you can Learn from Elephants and Epidemics. Harvard Business School Press, Boston, 2006
- [JZ07] JAWORSKI, J.; ZURLINO, F.: Innovationskultur – Vom Leidensdruck zur Leidenschaft. Campus Verlag, Frankfurt am Main, 2007
- [KA13] KOETZIER, W.; ALON, A.: Why Low Risk Innovation is Costly – Overcoming the Perils of Renovation and Invention. Accenture, Dublin, 2013
- [Kal10] KALOGERAKIS, K.: Innovative Analogien in der Praxis der Produktentwicklung. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2010

- [Kam12] KAMISKE, G. F.: Handbuch der QM-Methoden – Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen. Carl Hanser Verlag, München, 2012
- [KC92] KROVETZ, R.; CROFT, W. B.: Lexical ambiguity and information retrieval. In: ACM Transactions on Information Systems (TOIS), Vol. 10, No. 2, ACM, New York, 1992, pp. 1-32
- [KEA+13] KÖCKERLING, M.; ECHTERHOFF, N.; AMSHOFF, B.; ECHTERFELD, J.; KAGE, M.: Effizient zu neuen Produkten – Cross-Industry-Innovationen bei Miele. 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. 415-437
- [KGC96] KLEINSCHMIDT, E. J.; GESCHKA, H.; COOPER, R. G.: Erfolgsfaktor Markt – Kundenorientierte Produktinnovation. Springer-Verlag, Berlin, 1996
- [Kie70] KIESER, A.: Unternehmenswachstum und Produktinnovation. Duncker & Humblot, Berlin, 1970
- [Kir14-ol] KIRST, V.: 30 Billionen Seiten – Google erklärt Suchmaschine. Unter: <http://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article114148193/30-Billionen-Seiten-Google-erklart-Suchmaschine.html>, February 13 2014
- [KL11] KOHN, A.; LINDEMANN, U.: Search for Similar Technical Solutions by Object Abstraction Using an Analogy. In: Culley, S.; Hicks, B.; McAloone, T.; Howard, T.; Clarkson, J. (Eds.): Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11). August 15-19 2011, Kopenhagen, University of Bath, Bath, 2011
- [Kla09] KLAHOLD, A.: Empfehlungssysteme. Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2009
- [KLH10] KALOGERAKIS, K.; LÜTHJE, C.; HERSTATT, C.: Developing Innovations Based on Analogies – Experience from Design and Engineering Consultants. In: Journal of Product Innovation Management, Vol. 27, No. 3, John Wiley & Sons, Hoboken, 2010, pp. 418-436
- [KLP10] KOHN, A.; LINDEMANN, U.; PETER, G.: The Challenge of Automatically Annotating Solution Documents. In: Filipe, J.; Dietz, J. L. G. (Eds.): Proceedings of the International Conference on Knowledge Engineering and Ontology Development (KEOD). October 25-28 2010, Valencia, SCITEPRESS Digital Library, 2010
- [KLW95] KIFER, M.; LAUSEN, G.; WU, J.: Logical Foundations of Object-Oriented and Frame-Based Languages. In: Journal of the Association for Computing Machinery (JACM), Vol. 42, No. 4, Association for Computing Machinery, Pittsburgh, 1995, pp. 741-843
- [KM12] KHAN, A.; MÖHRLE, M. G.: Multi Cross Industry Innovation – Eine Herausforderung an das Innovationsmanagement. In: Mieke, C.; Baunisch, D. (Hrsg.): Innovative Produktionswirtschaft – Jubiläumsschrift zu 20 Jahren produktionswirtschaftlicher Forschung an der BTU Cottbus, Logos Verlag, Berlin, 2012
- [KNI14a-ol] KNIME.COM AG (Ed.): Frequently Asked Questions (FAQ), KNIME Homepage, Unter: <http://tech.knime.org/faq#q1>, February 12 2014
- [KNI14b-ol] KNIME.COM AG (Ed.): MDS Node Description. Unter: http://www.knime.org/files/nodedetails/_mining_mds_MDS.html, February 12 2014
- [KNI14c-ol] KNIME.COM AG (Ed.): KNIME License Terms and Conditions. Unter: <http://www.knime.org/node/20>, February 12 2014
- [KNI14d-ol] KNIME.COM AG (Ed.): Analyzing the Web from Start to Finish – Knowledge Extraction from a Werb Forum using KNIME. Unter: https://www.knime.org/files/knime_web_knowledge_extraction.pdf, February 12 2014
- [KNI14e-ol] KNIME.COM AG (Ed.): PDF Parser. Unter: http://www.knime.org/files/nodedetails/_labs_textprocessing_io_PDF_Parser.html, February 12 2014

- [Köc04] KÖCKERLING, M.: Methodische Entwicklung und Optimierung der Wirkstruktur mechatronischer Produkte. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 142, 2004
- [Koe66] KOESTLER, A.: Der göttliche Funke – Der schöpferische Akt in Kunst und Wissenschaft. Scherz Verlag, Bern/München, 1966
- [Kow97] KOWALSKI, G.: Information Retrieval Systems – Theory and Implementation. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1997
- [KS11] KLEIN, R.; SCHOLL, A.: Planung und Entscheidung. Verlag Franz Vahlen, München, 2. Auflage, 2011
- [KS98] KOPCSA, A.; SCHIEBEL, E.: Science and Technology Mapping – A new Iteration Model for Representing Multidimensional Relationships. In: Journal of the American Society for Information Science, Vol. 49, No. 1, John Wiley & Sons, Hoboken, 1998, pp. 7-17
- [Kuh08] KUHN, H.: Proaktives Risikomanagement – ISO31000 / mit Frühwarn-Funktion. In: QM – Management und Qualität, Vol. 12, Synprovis, Eich, 2008, S. 25-27
- [LA10] LOMBRISER, R.; ABPLANALP, P. A.: Strategisches Management – Visionen entwickeln, Erfolgspotenziale aufbauen, Strategien umsetzen. Versus Verlag, Zürich, 5. Auflage, 2010
- [LA98] LI, H.; ABE, N.: Word clustering and disambiguation based on co-occurrence data. In: Proceedings of the 17th international conference on Computational linguistics. Volume 2. Association for Computational Linguistics, 1998 pp. 749-755.
- [Lei02] LEIDINGER, B. J. G.: Risikoidentifikation und Maßnahmensteuerung im Rahmen des operativen Risikomanagements. In: Hölscher, R.; Elfgen, R. (Hrsg.): Herausforderung Risikomanagement – Identifikation, Bewertung und Steuerung industrieller Risiken, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2002, S.239-254
- [Lin09] LINDEMANN, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. Springer Verlag, Berlin, 3. Auflage, 2009
- [Lit00] LITZ, H. P.: Multivariate statistische Methoden und ihre Anwendung in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Oldenbourg Verlag, München, 2000
- [Lit86] LITTLE INTERNATIONAL, A. D. (Hrsg.): Management im Zeitalter der strategischen Führung, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1986
- [LJL+07] LAKAHNI, K.; JEPPESEN, L. B.; LOHSE, P. A.; PANETTA, J. A.: The Value of Openness in Scientific Problem Solving. Harvard Business Working Paper, 2007
- [LJZ08] LIU, Y.; JIANG, Y.; ZHAN, J.: Utility Analysis of Belief in Evidence Theory. In: Systems Engineering – Theory & Practice, Vol. 28, No. 3, Elsevier, Amsterdam, 2008, pp. 103-110
- [LW08] LERNER, J.; WALSON, B.: The Public Venture Capital Challenge – The Australian Case. In: Venture Capital, Vol. 10, No. 1, Thomson Reuters, New York, 2008, pp. 1-20
- [Mai07] MAIER, R.: Knowledge Management Systems – Information and Communication Technologies for Knowledge Management. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 3. Auflage, 2007
- [Mar02] MARKIDES, C. C.: So wird Ihr Unternehmen einzigartig – Ein Praxisleitfaden für professionelle Strategieentwicklung. Campus Verlag, Frankfurt/New York, 2002
- [Mas43] MASLOW, A. H.: A Theory of Human Motivation. In: Psychological Review, Vol. 50, No. 2, American Psychological Association, Washington, 1943, pp. 370-396
- [Mas71] MASLOW, A. H.: The Farther Reaches of Human Nature. The Viking Press, New York, 1971
- [May92] MAYER, R. E.: Thinking, Problem Solving, Cognition. W. H. Freeman and Company, New York, 2. Edition, 1992

- [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, Boston, 2012
- [Men06] MENCKE, M.: 99 Tipps für Kreativitätstechniken – Ideenschöpfung und Problemlösung bei Innovationsprozessen und Produktentwicklung. Cornelsen Verlag, Berlin, 2006
- [Men75] MENSCH, G.: Das technologische Patt – Innovationen überwinden die Depression. Umschau Verlag, Frankfurt a. M., 1975
- [Mik01] MIKUS, B.: Risiken und Risikomanagement – ein Überblick. In: Götze, U.; Henselmann, K., Mikus, B. (Hrsg.): Risikomanagement. Physica-Verlag, Heidelberg, 2001
- [MNS+09] MORTARA, L.; NAPP, J. J.; SLACIK, I.; MINSHALL, T.: How to Implement Open Innovation – Lessons from Studying Large Multinational Companies. University of Cambridge, Institute for Manufacturing, Cambridge, 2009
- [MOS96] MOWERY, D. C.; OXLEY, J. E.; SILVERMAN, B. S.: Strategic Alliances and Interfirm Knowledge Transfer. In: Strategic Management Journal, Vol. 17, No. 2, Strategic Management Society, Chicago, 1996, pp. 77-91
- [MOS98] MOWERY, D. C.; OXLEY, J. E.; SILVERMAN, B. S.: Technological Overlap and Interfirm Cooperation – Implications for the Resource-Based View of the Firm. In: Research Policy, Vol. 27, No. 5, Elsevier, Amsterdam, 1998, pp. 507-523
- [MRS08] MANNING, C. D.; RAGHAVAN, P.; SCHÜTZE, H.: Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, Cambridge, 2008
- [Mül11] MÜLLER, M.: Ideenfindung, Problemlösen, Innovation. Publicis, Erlangen, 2011
- [Nai14-ol] NAIR, L.: How Is Your Search Engine Handling Synonyms? Unter: [http://www.searchenginejournal.com/how-is-your-search-engine-handling-synonyms /60129/](http://www.searchenginejournal.com/how-is-your-search-engine-handling-synonyms/60129/), February 19 2014
- [NHD+07] NOOTEBOOM, B.; VAN HAVERBEKE, W.; DUYTERS, G.; GILSING, V.; VAN DEN OORD, A.: Optimal Cognitive Distance and Absorptive Capacity. In: Research Policy, Vol. 36, No. 7, Elsevier, Amsterdam, 2007, pp. 1016-1034
- [Nöl10] NÖLLKE, M.: Kreativitätstechniken. Haufe-Lexware, Freiburg im Breisgau 6. Auflage, 2010
- [Orl06] OHRLOFF, M. A.: Grundlagen der klassischen TRIZ – Ein praktisches Lehrbuch des erfinderrischen Denkens für Ingenieure. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2. Auflage, 2006
- [OSY98] OHSAWA, Y.; BENSON, N. E.; YACHIDA, M.: KeyGraph – Automatic Indexing by Co-Occurrence Graph based on Building Construction Metaphor. In: Proceedings of the IEEE International Forum on Research and Technology Advances in Digital Libraries. April 22-24 1998, Santa Barbara, 1998, pp. 12-18
- [Oxf14-ol] OXFORD ENGLISH DICTIONARY (Ed.): How many words are there in the English language? Unter: <http://oxforddictionaries.com/words/how-many-words-are-there-in-the-english-language>, February 7 2014
- [OZ08] OETJEN, S.; ZIEFLE, M.: A Visual Ergonomic Evaluation of Different Screen Types and Screen Technologies with Respect to Discrimination Performance. In: Applied Ergonomics, Vol. 40, No. 1, Elsevier, Hoboken, 2008, pp. 69-81
- [PBF+07] PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K.-H.: Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, , 7. Auflage, 2007

- [PDL06] PONN, J.; DEUBZER, F.; LINDEMANN, U.: Intelligent Search for Product Development Information – An Ontology Based Approach. In: Marjanovic, D. (Ed.): Proceedings of the International Design Conference (DESIGN 2006). May 15-18 2006, Dubrovnik, 2006, S. 1203-1210
- [Pfe75] PFETSCH, F. R.: Innovationsforschung als multidisziplinäre Aufgabe, Beiträge zur Theorie und Wirklichkeit von Innovationen im 19. Jahrhundert. Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen, 1975
- [Pfo77] PFOHL, H.-C.: Problemorientierte Entscheidungsfindung in Organisationen. de Gruyter, Berlin, New York, 1977
- [PP10] POETZ, M. K.; PRÜGL, R.: Crossing Domain-Specific Boundaries in Search of Innovation – Exploring the Potential of Pyramiding. In: Journal of Product Innovation Management, Vol. 27, No. 6, John Wiley & Sons, Hoboken, 2010, pp. 897-914
- [Pre76] PREISER, S.: Kreativitätsforschung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, Darmstadt, 1976
- [Pri69] PRITCHARD, A.: Statistical Bibliography or Bibliometrics. In: Journal of documentation, Vol. 25, No. 4, Emerald Group Publishing, Bingley, 1969, pp. 348-349
- [PRR13] PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K.: Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Gabler Verlag, Wiesbaden, 7. Auflage, 2013
- [PS14-ol] PILLER, F.; SCHERB, B. J.: Offen für alles: Technische Probleme lassen sich mit offenen Innovationsmodellen lösen. Unter: <http://die-erfinder.3mdeutschland.de/open-innovation/offen-fuer-alles-technische-probleme-lassen-sich-mit-offenen-innovationsmodellen-los>, 7. Februar 2014
- [PWA12] PILLER, F.; WAGNER, P.; ANTONS, K.: Innovationsmanagement in der Energiebranche – Anwendung des Open-Innovation-Ansatzes. In: Servatius, H. G.; Schneidewind, U.; Rohlfing, D. (Hrsg.): Smart Energy – Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem. Springer-Verlag, Heidelberg, Dordrecht, London, New York, 2012, S. 173-192
- [Rap10] RAPID-I GMBH (Hrsg.): RapidMiner 5.0 Manual, 2010
- [Ray98] RAYNER, K.: Eye Movements in Reading and Information Processing – 20 Years of Research. In: Psychological Bulletin, Vol. 124, No. 3, 1998, American Psychological Association, Washington, pp. 372-422
- [Reg06] REGER, G.: Technologie-Früherkennung – Organisation und Prozess. In: Gassmann, O.; Kobe, C. (Hrsg.): Management von Innovationen und Risiko – Quantensprünge in der Entwicklung erfolgreich managen, Springer-Verlag, Heidelberg, 2006
- [Rey13] REYMANN, F.: Verfahren zur Strategieentwicklung und -umsetzung auf Basis einer Retropolation von Szenarien. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 307, 2013
- [Rij79] VAN RIJSBERGEN, C. J.: Information Retrieval. Butterworths, London/Boston, 1979
- [Rob01] ROBERTS, E. B.: Benchmarking Global Strategic Management of Technology. In: Research Technology Management, Vol. 44, No. 2, Industrial Research Institute, pp. 25-36
- [Roc71] ROCCHIO, J. J.: Relevance Feedback in Information Retrieval. In: Salton, G. (Ed.): The SMART Retrieval System, Prentice Hall, New Jersey, 1971
- [Rot95] ROTHWELL, R.: Towards the Fifth-generation Innovation Process. In: International Marketing Review, Vol. 11, No. 1, Emerald Group Publishing, Bingley, 1995, pp. 7-31
- [RP09] REICHWALD, R.; PILLER, F.: Interaktive Wertschöpfung – Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage, 2009
- [Sab91] SABISCH, H.: Produktinnovation. Carl Ernst Poeschel Verlag, Stuttgart, 1991

- [Sal68] SALTON, G.: Automatic Information Organization and Retrieval. Mc-Graw Hill, New York, St. Louis, San Francisco, Toronto, London, Sydney, 1968
- [SB12] SCHUH, G.; BENDER, D.: Grundlagen des Innovationsmanagements. In: Schuh, G. (Hrsg.): Innovationsmanagement. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2. Auflage, 2012
- [SB88] SALTON, G.; BUCKLEY, C.: Term-Weighting Approaches in Automatic Text Rretrieval. In: Information Processing & Management, Vol. 24, No. 5, Elsevier, Hobokon, 1988, pp. 513-523
- [SBA02] SPECHT, G.; BECKMANN, C.; AMELINGMEYER, J.: F&E-Management – Kompetenz im Innovationsmanagement. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2. Auflage, 2002
- [Sch00] SCHRODA, F.: Über das Ende wird am Anfang entschieden – Zur Analyse der Anforderungen von Konstruktionsaufträgen. Dissertation, Fachbereich 11 – Maschinenbau und Produktionstechnik, Technische Universität Berlin, 2000
- [Sch04] SCHLICKSUPP, H.: Ideenfindung. Vogel Buchverlag, Würzburg, 6. Auflage, 2004
- [Sch12] SCHWARZ, T.: Erfolgreiches Online Marketing – Von E-Mailing bis Social Media. Haufe, Freiburg, 2. Auflage, 2012
- [Sch13] SCHMITZ, M.: Funktionsprofile für eine semantische Suche nach branchenfremden Technologien in den frühen Phasen der Produktentwicklung. In: Spath, D.; Binz, H.; Maier, T.; Bertsche, B. (Hrsg.): Tagungsband zum Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung (SSP). 19./20. Juni 2013, Stuttgart, 2013
- [Sch39] SCHUMPETER, J. A.: Business Cycles – A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process. Martino Pub, New York, London, 1939
- [Sch93] SCHUBERT, M.: FMEA – Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse. Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ), Beuth Verlag, Berlin, 1993
- [Sei98] SEIBERT, S.: Technisches Management – Innovationsmanagement, Projektmanagement, Qualitätsmanagement. Teubner Verlag, Stuttgart, 1998
- [SHL04] SCHILD, K.; HERSTATT, C.; LÜTHJE, C.: How to Use Analogies for Breakthrough Innovations. Arbeitspapier Nr. 24, Technische Universität Hamburg, Institut für Technologie- und Innovationsmanagement, 2010
- [SL13] SCHWISTER, L.; LEVEN, V.: Verfahrenstechnik für Ingenieure – Lehr- und Übungsbuch. Carl Hanser Verlag, München, 2013
- [SLS11] SPATH, D.; LINDNER C.; SEIDENSTRICKER, S.: Technologiemanagement – Grundlagen, Konzepte, Methoden. Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2011
- [SMM09] STEINLE, A.; MIJNALS, P.; MUCKENSCHNABL, S.: Praxisguide Cross-Innovations. Zukunftsinstitut, Kelkheim, 2009
- [Sol56] SOLOW, R.: A Contribution to the Theory of Economic Growth. In: The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, No. 1, MIT Press, Cambridge, 1956, pp. 65-94
- [Spa71] SPARK JONES, K.: Automatic Keyword Classification for Information Retrieval. Butterworths, London/Boston, 1971
- [SPH+10] SONG, F.; PAREKH, S.; HOOPER, L.; LOKE, Y. K.; RYDER, J.; SUTTON, A. J.; HING, C.; KWOK, C. S.; PANG, C.; HARVEY, I.: Dissemination and Publication of Research Findings – An Updated Review of Related Biases. Health Technology Assessment, Vol. 14, No. 8, 2010
- [Spu98] SPUR, G.: Technologie und Management – Zum Selbstverständnis der Technikwissenschaft. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1998
- [SR99] SANDERSON, M.; VAN RIJSBERGEN, C. J.: The Impact on Retrieval Effectiveness of Skewed Frequency Distributions. In: ACM Transactions on Information Systems, Vol. 17, No. 4, Association for Computing Machinery, Pittsburgh, 1999, pp. 440-465

- [Sta10] STAPELKAMP, T.: Web X.0 – Erfolgreiches Webdesign und professionelle Webkonzepte / Gestaltungsstrategien, Styleguides und Layouts für stationäre und mobile Medien. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2010
- [Ste10] STERN, A.: Technology Orchestration. In: Ili, S. (Hrsg.): Open Innovation umsetzen – Prozesse, Methoden, Systeme, Kultur. Symposium Publishing, Düsseldorf, 2010, S. 199-224
- [Ste14-ol] STEINLE, A.: Die Cross-Innovations-Methode. Unter: <http://www.horx.com/zukunftsforschung/Docs/02-M-16-Cross-Innovations.pdf>, 5. Februar 2014
- [Sto07] STOCK, W. G.: Information Retrieval – Informationen suchen und finden. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 2007
- [Str00] STRINGER, R.: How to Manage Radical Innovation. In: California Management Review, Vol. 42, No. 4, University of California Press, Oakland, 2000, p. 71
- [Str07] STREBEL, H.: Innovations- und Technologiemanagement. Facultas Verlag, Wien, 2. Auflage, 2007
- [Stu98] STUART, T.: Network Positions and Propensities to Collaborate – An Investigation of Strategic Alliance Formation in a High-Technology Industry. In: Administrative Science Quarterly, Vol. 43, 1998, SAGE Publications, Thousand Oaks, pp. 637-668
- [TB12] THIEL, K.; BERTHOLD, M.: Technical Report – The KNIME Text Processing Feature/An Introduction. KNIME.com AG, Zürich, 2012
- [TC98] TEUFELSDORFER, H.; CONRAD, A.: Kreatives Entwickeln und innovatives Problemlösen mit TRIZ/TIPS. Publicis MCD Verlag, Erlangen, München, 1998
- [TCB09] TAM, W.; COX, A. M.; BUSSEY, A.: Student User Preferences for Features of Next-generation OPACs – A Case Study of University of Sheffield International Students. Vol. 43, No. 4, 2009, pp. 349-374
- [TDM11] TIETJEN, T.; DECKER, A.; MÜLLER, D. H.: FMEA-Praxis – Das Komplettpaket für Training und Anwendung. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 3. Auflage, 2011
- [Thi09] THIEL, K.: The KNIME Text Processing Plugin. Whitepaper, KNIME.com AG, Zürich, 2009
- [TK12] TRAUT-MATTAUSCH, E.; KERSCHREITER, R.: Kreativitätstechniken. In: Wastian, M.; Braumandl, I., von Rosenstiel, L. (Hrsg.): Angewandte Psychologie für das Projektmanagement – Ein Praxisbuch für die erfolgreiche Projektleitung. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2. Auflage, 2012
- [TL10] TROPE, Y.; LIBERMANN, N.: Construal-level Theory of Psychological Distance. In: Psychological Review, Vol. 117, No. 2, American Psychological Association, Washington, 2010, pp. 440-463
- [Tof70] TOFFLER, A.: Der Zukunftsschock. Scherz Verlag, Bern, München, Wien, 1970
- [Tsc98] TSCHIRKY, H.: Konzept und Aufgaben des Integrierten Technology-Managements. In: Tschirky, H.; Koruna, S. (Hrsg.): Technologie-Management – Idee und Praxis. Verlag Industrielle Organisation, Zürich, 1998, S. 193-394
- [UMA03] ULLRICH, M.; MAIER, A.; ANGELE J.: Taxonomie, Thesaurus, Topic Map, Ontologie – ein Vergleich (V. 1.4). Whitepaper Series, ontoprise, Karlsruhe, 2003
- [VB05] VAHS, D.; BURMESTER, R.: Innovationsmanagement – Von der Produktidee bis zur erfolgreichen Vermarktung. Schaeffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 3. Auflage, 2005
- [VB13] VAHS, D.; BREM, A.: Innovationsmanagement – Von der Idee zur erfolgreichen Vermarktung. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 4. Auflage, 2013
- [VTS12] VÖLKER, R.; THOME, C.; SCHAFF, H.: Innovationsmanagement – Bestandteile - Theorien - Methoden. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 2012

- [War04] WARD, T. B.: Cognition, Creativity, and Entrepreneurship. In: Journal of Business Venturing, Vol. 19, No. 2, Elsevier, Hoboken, 2004, pp. 173-188
- [Was14-ol] WASEDA UNIVERSITY (Ed.): Construal level theory: Opening consumer behavior research with a new approach. Unter: <http://phys.org/news/2011-02-construal-theory-consumer-behavior-approach.html>, 16. Februar 2014
- [WB09] WERR, N.; BALL, R.: Die „neue“ Regensburger Verbundklassifikation (RVK) oder die Zukunft eines Erfolgsmodells. In: Bibliotheksdienst, Ausgabe 43, Heft 8/9, de Gruyter, Berlin, New York, 2009
- [Wei12] WEIS, U.: Risikomanagement nach ISO 31000 – Risiken erkennen und erfolgreich steuern, WEKA MEDIA, Kissing, 2012
- [Wel07] WELLING, H.: Four Mental Operations in Creative Cognition – The Importance of Abstraction. In: Creativity Research Journal, Vol. 19, No. 2-3, Taylor & Francis, Abingdon, 2007, pp. 163-177
- [Wen09] WENZELMANN, C.: Methode zur zukunftsorientierten Entwicklung und Umsetzung von Strategieoptionen unter Berücksichtigung des antizipierten Wettbewerbsverhaltens. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 243, 2009
- [Wer12] WERDICH, M. (Hrsg.): FMEA – Einführung und Moderation – Durch systematische Entwicklung zur übersichtlichen Risikominimierung (inkl. Methoden im Umfeld). Vieweg + Teubner 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] WARSCHAT, J.; KORELL, M.; SCHMITZ, M.: Semantik im Technologie-Monitoring – Konzepte, Prozesse und Werkzeuge. In: Gausemeier, J. (Hrsg): 9. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung. 5./6. Dezember 2013, Berlin, HNI Verlagsschriftenreihe, Paderborn, 2013, S. 37-54
- [WLB12] WONG, W.; LIU, W.; BENNAMOUN, M.: Ontology Learning from Text – A Look Back and into the Future. In: ACM Computing Surveys (CSUR), Vol. 44, No. 4, Association for Computing Machinery, Pittsburgh, 2012
- [WMF+01] WENZEL, R.; FISCHER, G.; METZE, G.; NIEß, P.: Industriebetriebslehre – Das Management des Produktionsbetriebs. Hanser Verlag, München, Wien, 2001
- [WP11] WAGNER, P.; PILLER, F. T.: Mit der Lead-User Methode zum Innovationserfolg – Ein Leitfaden zur praktischen Umsetzung. CLIC Executive Briefing Nr. 20, Handelshochschule Leipzig gGmbH, Leipzig, 2011
- [WSH+11] WELLENSIEK, M.; SCHUH, G.; HACKER, P. A. SAXLER, J.: Technologiefrüherkennung. In: Schuh, G.; Klappert, S. (Hrsg.): Technologiemanagement – Handbuch Produktion und Management 2, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011, S. 89-170
- [Wul02] WULF, J.E.: Elementarmethoden zur Lösungssuche. Dissertation, Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität München, Dr. Hut, 2002
- [Wyd10] WYDRA, S.: Produktions- und Beschäftigungseffekte neuer Technologien. Peter Lang, Frankfurt am Main, 2010
- [XC96] XU, J.; CROFT, W. B.: Query Expansion Using Local and Global Document Analysis. In: Frei, H.-P.; Harman, D.; Schauble, P.; Wilkinson, R. (Eds.): Proceedings of the 19th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval. August 18-22 1996, Zürich, ACM Press, New York, 1996, pp. 4-11
- [ZCC+95] ZECHMEISTER, E. B.; CHRONIS, A. M.; CULL, W. L.; D'ANNA, C. A.; HEALY, N. A.: Growth of a Functionally Important Lexicon. In: Journal of Reading Behavior, Vol. 27, No. 2, Taylor & Francis, Abingdon, 1994, pp. 201-212

-
- [ZG11] ZESCHKY, M.; GASSMANN, O.: Cross-Industry-Innovation: Process and Success Factors. In: Albers, S.; Gassmann, O.: (Hrsg.): Handbuch Technologiemanagement, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage, 2011
- [ZG14] ZESCHKY, M.; GASSMANN, O.: Out of Bounds – Cross-Industry Innovation Based on Analogies. In: Gassmann, O., Schweitzer, F. (Eds.): Management of the Fuzzy Front End of Innovation. Springer-Verlag, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2014, pp.49-58
- [Zob07] ZOBEL, D.: TRIZ für alle – Der systematische Weg zur Problemlösung. expert verlag, Renningen, 2. Auflage, 2007
- [ZW95] ZAHN, E.; WEIDLER, A.: Integriertes Innovationsmanagement. In: ZAHN, E. (Hrsg.): Handbuch Technologiemanagement. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1995, S. 351-376

Anhang

Inhaltsverzeichnis	Seite
A1 Taxonomien, Thesauri und Ontologien.....	A-1
A2 KNIME-Workflow zur Unterstützung der medienbasierten Suche	A-3

A1 Taxonomien, Thesauri und Ontologien

In dem folgenden Abschnitt erfolgt eine kurze und stark vereinfachte Erläuterung von Taxonomien, Thesauri und Ontologien am Beispiel von Doktoranden, Themen und Dokumenten. ULLRICH ET AL. liefern ein eingängiges Beispiel, welches in der nachfolgenden Darstellung aufgegriffen wird [UMA03, S.1ff.].

Eine **Taxonomie** ist eine hierarchische Klassifikation von Begriffen [Sta10, S. 420]. Eine bekannte Taxonomie ist die Ordnerstruktur des Windows-Dateisystems. Bild A-1 zeigt ein Beispiel: Hier ist *Semantik* ein Thema. *F-Logic*¹⁰³ und *Ontologie* sind Unterthemen von *Semantik* [UMA03, S. 3].

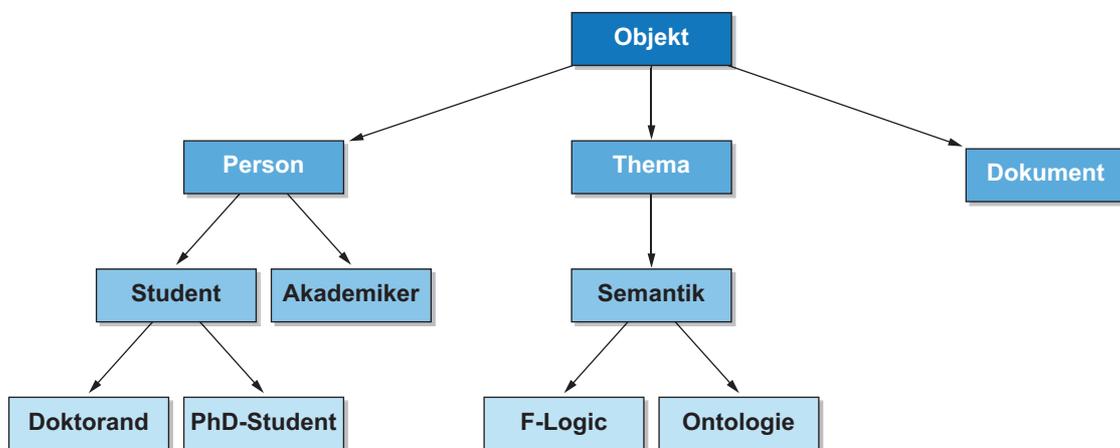


Bild A-1: Beispiel einer Taxonomie nach [UMA03, S. 3]

Thesauri entstammen dem Bibliothekswesen und enthalten die Terminologie einer bestimmten Domäne. In Ergänzung zur Taxonomie existieren zwei fest definierte Relationen: Ähnlichkeits- und Synonymrelation. Im vorliegenden Beispiel (vgl. Bild A-2) sind die Begriffe *Doktorand* und *PhD Student* als Synonyme gekennzeichnet, *F-Logic* und *Ontologie* sind als ähnlich markiert [UMA03, S. 4].

¹⁰³ *F-Logic* steht für *Frame Logic* und ist eine formale Sprache zur Wissensrepräsentation [KLW95, S. 741ff.].

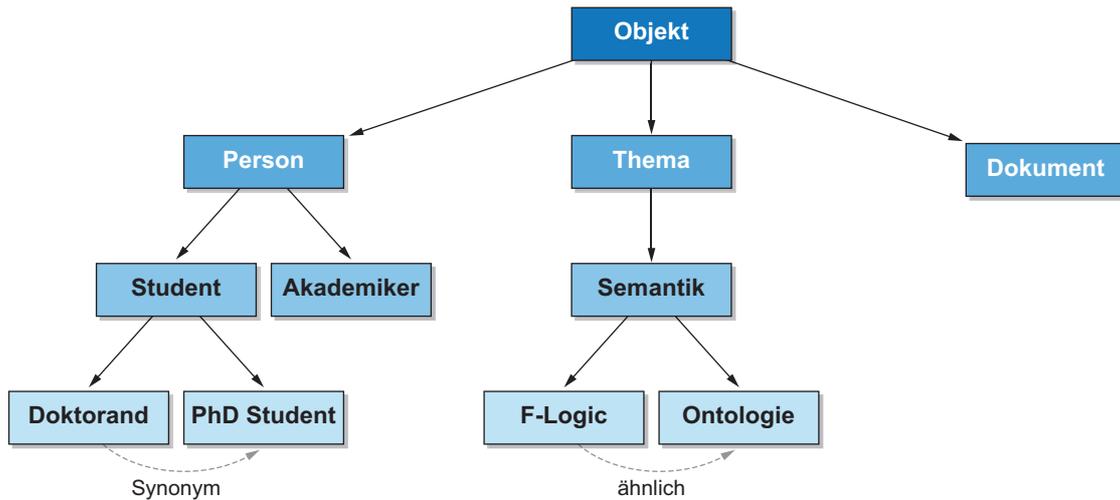


Bild A-2: Beispiel eines Thesaurus nach [UMA03, S. 4]

Eine **Ontologie** wird nach GRUBER verstanden als eine explizite Spezifikation eines Konzepts [Gru93, S. 199]. Im Gegensatz zum Thesaurus können Relationen definiert werden. Beispielhaft seien an dieser Stelle Wenn-Dann-Beziehungen, logische Verknüpfungen und mathematische Operationen genannt (vgl. Bild A-3). Über Abfragen können beliebige Relationen abgefragt und entsprechende Informationen bereitgestellt werden, z.B. *Welche Personen über 30 Jahre kennen das Thema Ontologie?* [UMA03, S. 6ff.].

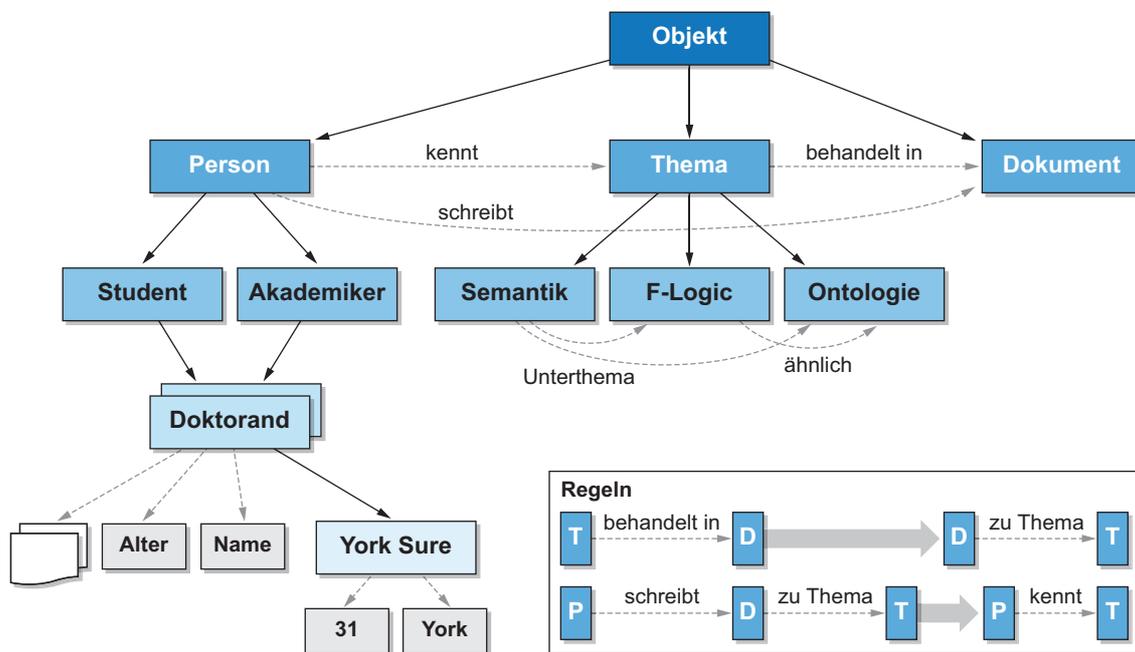


Bild A-3: Beispiel einer Ontologie nach [UMA03, S. 9]

A2 KNIME-Workflow zur Unterstützung der medienbasierten Suche

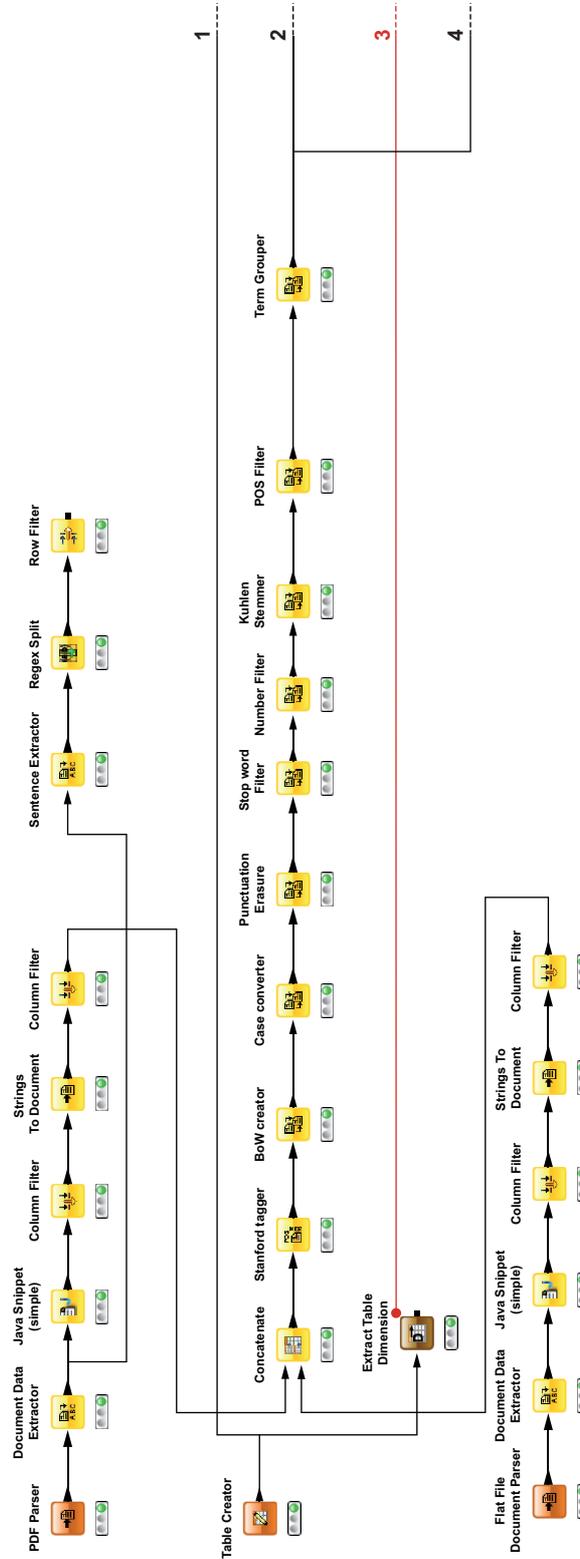


Bild A-4: Workflow zur Unterstützung der medienbasierten Suche in KNIME (1/2)

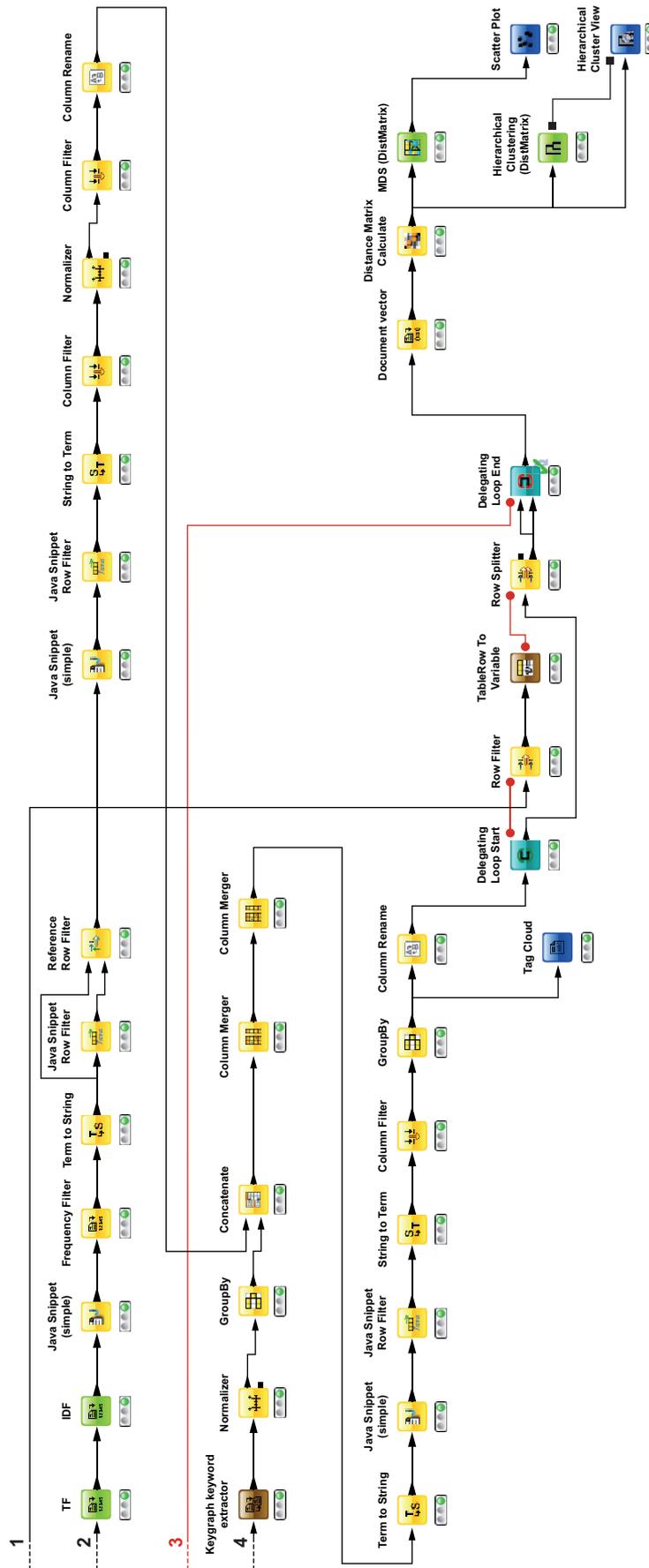


Bild A-5: Workflow zur Unterstützung der medienbasierten Suche in KNIME (2/2)

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 acht Professoren mit insgesamt 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Etwa ein Viertel der Forschungsprojekte der Universität Paderborn entfallen auf das Heinz Nixdorf Institut und pro Jahr promovieren hier etwa 30 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: En-route 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 tomorrow's economy.

Today eight Professors and 200 researchers work at the Heinz Nixdorf Institute. The Heinz Nixdorf Institute accounts for approximately a quarter of the research projects of the University of Paderborn and per year approximately 30 young researchers receive a doctorate.

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- | | |
|--|---|
| <p>Bd. 1 FAHRWINKEL, U.: Methoden zur Modellierung und Analyse von Geschäftsprozessen zur Unterstützung des Business Process Reengineering. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 1, Paderborn, 1995 – ISBN 3-931466-00-0</p> | <p>Bd. 9 HUMPERT, A.: Methodische Anforderungsverarbeitung auf Basis eines objektorientierten Anforderungsmodells. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 9, Paderborn, 1995 – ISBN 3-931466-08-6</p> |
| <p>Bd. 2 HORNBOSTEL, D.: Methode zur Modellierung der Informationsverarbeitung in Industrieunternehmen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 2, Paderborn, 1995 – ISBN 3-931466-01-9</p> | <p>Bd. 10 AMEUR, F.: Space-Bounded Learning Algorithms. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, Band 10, Paderborn, 1995 – ISBN 3-931466-09-4</p> |
| <p>Bd. 3 STEMANN, V.: Contention Resolution in Hashing Based Shared Memory Simulations. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 3, Paderborn, 1995 – ISBN 3-931466-02-7</p> | <p>Bd. 11 PAUL, M.: Szenariobasiertes Konzipieren neuer Produkte des Maschinenbaus auf Grundlage möglicher zukünftiger Technologieentwicklungen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 11, Paderborn, 1996 – ISBN 3-931466-10-8</p> |
| <p>Bd. 4 KETTERER, N.: Beschreibung von Datenaustausch eines verteilten Fertigungssteuerungssystems. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 4, Paderborn, 1995 – ISBN 3-931466-03-5</p> | <p>Bd. 12 HOLL, F.: Ordnungsmäßigkeit von Informations- und Kommunikationssystemen. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, Band 12, Paderborn, 1996 – ISBN 3-931466-11-6</p> |
| <p>Bd. 5 HARTMANN, T.: Spezifikation und Klassifikation von Methoden zur Definition hierarchischer Abläufe. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 5, Paderborn, 1995 – ISBN 3-931466-04-3</p> | <p>Bd. 13 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): First European Workshop on Global Engineering Networking - organized by GLENNet e.V., HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 13, Paderborn, 1996 – ISBN 3-931466-12-4</p> |
| <p>Bd. 6 WACHSMANN, A.: Eine Bibliothek von Basisdiensten für Parallelrechner: Routing, Synchronisation, gemeinsamer Speicher. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, Band 6, Paderborn, 1995 – ISBN 3-931466-05-1</p> | <p>Bd. 14 PETRI, K.: Vergleichende Untersuchung von Berechnungsmodellen zur Simulation der Dynamik von Fahrleitung-Stromabnehmer-Systemen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 14, Paderborn, 1996 – ISBN 3-931466-13-2</p> |
| <p>Bd. 7 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Die Szenariotechnik – Werkzeug für den Umgang mit einer multiplen Zukunft. 1. Paderborner Szenario-Workshop, 14. November 1995, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 7, Paderborn, 1995 – ISBN 3-931466-06-X</p> | <p>Bd. 15 LESCHKA, S.: Fallbasiertes Störungsmanagement in flexiblen Fertigungssystemen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 15, Paderborn, 1996 – ISBN 3-931466-14-0</p> |
| <p>Bd. 8 CZUMAJ, A.: Parallel Algorithmic Techniques: PRAM Algorithms and PRAM Simulations. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 8, Paderborn, 1995 – ISBN 3-931466-07-8</p> | <p>Bd. 16 SCHNEIDER, U.: Ein formales Modell und eine Klassifikation für die Fertigungssteuerung - Ein Beitrag zur Systematisierung der Fertigungssteuerung. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 16, Paderborn, 1996 – ISBN 3-931466-15-9</p> |

Bezugsadresse:
 Heinz Nixdorf Institut
 Universität Paderborn
 Fürstenallee 11
 33102 Paderborn

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 17 FELSER, W.: Eine Methode zur Erstellung von Fertigungssteuerungsverfahren aus Bausteinen. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 17, Paderborn, 1996 – ISBN 3-931466-16-7
- Bd. 18 GAUSEMEIER, J.; ALEXANDER FINK, A.: Neue Wege zur Produktentwicklung – Erfolgspotentiale der Zukunft. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 18, Paderborn, 1996 – ISBN 3-931466-17-5
- Bd. 19 DANGELMAIER, W.; GAUSEMEIER, J.: Fortgeschrittene Informationstechnologie in der Produktentwicklung und Fertigung. 2. Internationales Heinz Nixdorf Symposium, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 19, Paderborn, 1996 – ISBN 3-931466-18-3
- Bd. 20 HÜLLERMEIER, E.: Reasoning about Systems based on Incomplete and Uncertain Models. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 20, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-19-1
- Bd. 21 GAUSEMEIER, J.: International Symposium on Global Engineering Network - Antwerp, Belgium, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 21, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-20-5
- Bd. 22 BURGER, A.: Methode zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit von Investitionen in die Rechnerintegrierte Produktion. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 22, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-21-3
- Bd. 23 GAUSEMEIER, J.: Entwicklung und Transfer von Entwicklungssystemen der Mechatronik - Paderborner Workshop TransMechatronik. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 23, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-22-1
- Bd. 24 GERDES, K.-H.: Architekturkonzeption für Fertigungsleitsysteme der flexiblen automatischen Fertigung. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 24, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-23-X
- Bd. 25 EBBESMEYER, P.: Dynamische Texturwände - Ein Verfahren zur echtzeitorientierten Bildgenerierung für Virtuelle Umgebungen technischer Objekte. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 25, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-24-8
- Bd. 26 FRANK, G.: Ein digitales Hardwaresystem zur echtzeitfähigen Simulation biologienaher neuronaler Netze. Dissertation, Fachbereich für Elektrotechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 26, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-25-6
- Bd. 27 DITTRICH, W.: Communication and I/O Efficient Parallel Data Structures. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 27, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-26-4
- Bd. 28 BÄUMKER, A.: Communication Efficient Parallel Searching. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 28, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-27-2
- Bd. 29 PINTASKE, C.: System- und Schaltungstechnik neuronaler Assoziativspeicher. Dissertation, Fachbereich für Elektrotechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 29, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-28-0
- Bd. 30 HENKEL, S.: Ein System von Software-Entwurfsmustern für die Propagation von Ereignissen in Werkzeugen zur kooperativen Fabrikmodellierung. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 30, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-29-9
- Bd. 31 DANGELMAIER, W.: Vision Logistik – Logistik wandelbarer Produktionsnetze. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 31, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-30-2
- Bd. 32 BREXEL, D.: Methodische Strukturmodellierung komplexer und variantenreicher Produkte des integrativen Maschinenbaus. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 32, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-31-0

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 33 HAHN, A.: Integrationsumgebung für verteilte objektorientierte Ingenieursysteme. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 33, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-32-9
- Bd. 34 SABIN, A.: Semantisches Modell zum Aufbau von Hilfsorientierungsdiensten in einem globalen Engineering Netzwerk. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 34, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-33-7
- Bd. 35 STROTHMANN, W.-B.: Bounded Degree Spanning Trees. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 35, Paderborn, 1997 – ISBN 3-931466-34-5
- Bd. 36 MÜLLER, W.; RAMMIG, F.-J.: Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 36, Paderborn, 1998 – ISBN 3-931466-35-3
- Bd. 37 SCHNEIDER, W.: Anwenderorientierte Integration von CAE-Systemen. Ein Verfahren zur Realisierung eines durchgehenden Informationsflusses entlang des Produktentwicklungsprozesses. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 37, Paderborn, 1998 – ISBN 3-931466-36-1
- Bd. 38 DEMEL, W.; SCHMITZ, G. (Hrsg.): Entwicklung und Transfer von Entwicklungssystemen der Mechatronik. Aachener Workshop TransMechatronik, 26. Juni 1998, Technologiezentrum am Europaplatz Aachen, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 38, Paderborn, 1998 – ISBN 3-931466-37-X
- Bd. 39 GROBBEL, R.; LANGEMANN, T.: Leitfaden PPS-Systeme: Auswahl und Einführung in der Möbelindustrie. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 39, Paderborn, 1998 – ISBN 3-931466-38-8
- Bd. 40 REHBEIN, P.: Tribologische Untersuchung von hochfrequent schwingenden Gleitkontakten für den Einsatz in Reibkraftschlüssigen Antrieben. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 40, Paderborn, 1998 – ISBN 3-931466-39-6
- Bd. 41 DANGELMAIER, W.: KOMNET – Kommunikationsplattform für KMU-Netzwerke. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 41, Paderborn, 1998 – ISBN 3-931466-40-X
- Bd. 42 KALLMEYER, F.: Eine Methode zur Modellierung prinzipieller Lösungen mechatronischer Systeme. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 42, Paderborn, 1998 – ISBN 3-931466-41-8
- Bd. 43 TRAPP, R.: Stereoskopische Korrespondenzbestimmung mit impliziter Detektion von Okklusionen. Dissertation, Fachbereich für Elektrotechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 43, Paderborn, 1998 – ISBN 3-931466-42-6
- Bd. 44 GAUSEMEIER, J.; FINK, A.; SCHLAKE, O.: Grenzen überwinden - Zukünfte gestalten. 2. Paderborner Konferenz für Szenario-Management, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 44, Paderborn, 1998 – ISBN 3-931466-43-4
- Bd. 45 nicht erschienen!
- Bd. 46 VÖCKING, B.: Static and Dynamic Data Management in Networks. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 46, Paderborn, 1998 – ISBN 3-931466-45-0
- Bd. 47 SCHEKELMANN, A.: Materialflußsteuerung auf der Basis des Wissens mehrerer Experten. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 47, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-46-9
- Bd. 48 GECK-MÜGGE, K.: Herleitung und Spezifikation generischer Bausteine zur einheitlichen Modellierung von Fertigungsinformationen für die Fertigungssteuerung. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 48, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-47-7
- Bd. 49 WALLASCHEK, J.; LÜCKEL, J.; LITTMANN, W.: Heinz Nixdorf Symposium on Mechatronics and Advanced Motion Control. 3. Internationales Heinz Nixdorf Symposium, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 49, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-48-5

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 50 FINK, A.: Szenariogestützte Führung industrieller Produktionsunternehmen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 50, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-49-3
- Bd. 51 HOLTkamp, R.: Ein objektorientiertes Rahmenwerk zur Erstellung individueller, verteilter Fertigungslenkungssysteme. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 51, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-50-7
- Bd. 52 KUHN, A.: Referenzmodelle für Produktionsprozesse zur Untersuchung und Gestaltung von PPS-Aufgaben. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 52, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-51-5
- Bd. 53 SIEBE, A.: Systematik der Umsetzung von IT-orientierten Veränderungsprojekten in dynamischen Umfeldern. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 53, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-52-3
- Bd. 54 KLAHOLD, R. F.: Dimensionierung komplexer Produktionsnetzwerke. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 54, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-53-1
- Bd. 55 SCHÜRholz, A.: Synthese eines Modells zur simulationsgestützten Potentialanalyse der Distribution. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 55, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-54-X
- Bd. 56 GEHNEN, G.: Integriertes Netzwerk zur Fertigungssteuerung und –automatisierung. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 56, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-55-8
- Bd. 57 KRESS, S.: Architektur eines workflowbasierten Planungsinstruments für die technische Auftragsbearbeitung unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes der Telearbeit. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 57, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-56-6
- Bd. 58 THIELEMANN, F.: Integrierte Methodik zur Gestaltung von Leistungserstellungsprozessen mittels Workflowmanagement. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 58, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-57-4
- Bd. 59 KROME, J.: Modelle zur Untersuchung des Schwingungsverhaltens von Statoren für piezoelektrische Ultraschall-Wanderwellen-Motoren. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 59, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-58-2
- Bd. 60 DEMEL, W.; SCHMITZ, G. (Hrsg.): Entwicklung und Transfer von Entwicklungssystemen der Mechatronik. Krefelder Workshop TransMechatronik, 24. August 1999 Fachhochschule Niederrhein, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 60, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-59-0
- Bd. 61 LANGEMANN, T.: Modellierung als Kernfunktion einer systemorientierten Analyse und Bewertung der diskreten Produktion. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 61, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-60-4
- Bd. 62 KÜMMEL, M.: Integration von Methoden und Werkzeugen zur Entwicklung von mechatronischen Systemen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 62, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-61-2
- Bd. 63 LUKOVszKI, T.: New Results on Geometric Spanners and Their Applications. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 63, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-62-0
- Bd. 64 LÖFFLER, A.; MONDADA, F.; RÜCKERT, U. (Hrsg.): Experiments with the Mini-Robot Khepera, Proceedings of the 1st International Khepera Workshop. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 64, Paderborn, 1999 – ISBN 3-931466-63-9
- Bd. 65 SCHÄFERMEIER, U.; BISCHOFF, C.: KMUnet - Ein Konzept zur ablauforganisatorischen Gestaltung der Lieferanteneinbindung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 65, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-64-7

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 66 HOLTHÖFER, N.: Regeln in einer Mengenplanung unter Ausbringungsgrenzen. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 66, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-69-8
- Bd. 67 SCHLAKE, O.: Verfahren zur kooperativen Szenario-Erstellung in Industrieunternehmen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, 67, Paderborn, Band 2000 – ISBN 3-931466-66-3
- Bd. 68 LEWANDOWSKI, A.: Methode zur Gestaltung von Leistungserstellungsprozessen in Industrieunternehmen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 68, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-67-1
- Bd. 69 SCHMIDTMANN, A.: Eine Spezifikationsprache für die Fertigungslenkung. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 69, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-68-X
- Bd. 70 GROBBEL, R.: Eine Referenzarchitektur für Kooperationsbörsen. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 70, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-69-8
- Bd. 71 WESSEL, R.: Modelocked Waveguide Lasers in Lithium Niobate. Dissertation, Fachbereich für Physik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 71, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-70-1
- Bd. 72 LÖFFLER, A.: Energetische Modellierung neuronaler Signalverarbeitung. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 72, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931433-71-X
- Bd. 73 LUDWIG, L. A.: Computational Intelligence in der Produktionswirtschaft. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 73, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-72-8
- Bd. 74 WENSKI, R.: Eine objektorientierte Systemkomponente zur Workflow-Modellierung und -Ausführung unter besonderer Berücksichtigung der Telekooperation. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 74, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-73-6
- Bd. 75 GRASMANN, M.: Produktkonfiguration auf Basis von Engineering Data Management-Systemen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 75, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-74-4
- Bd. 76 DITZE, C.: Towards Operating System Synthesis. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 76, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-75-2
- Bd. 77 KÖRNER, T.: Analog VLSI Implementation of a Local Cluster Neural Network. Dissertation, Fachbereich für Elektrotechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 77, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-76-0
- Bd. 78 SCHEIDELER, C.: Probabilistic Methods for Coordination Problems. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 78, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-77-9
- Bd. 79 GAUSEMEIER, J.; LINDEMANN, U.; REINHART, G.; WIENDAHL, H.-P.: Kooperatives Produktengineering - Ein neues Selbstverständnis des ingenieurmäßigen Wirkens. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 79, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-78-7
- Bd. 80 GAUSEMEIER, J.; LÜCKEL, J.: Entwicklungsumgebungen Mechatronik - Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung mechatronischer Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 80, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-79-5
- Bd. 81 RIEPING, I.: Communication in Parallel Systems-Models, Algorithms and Implementations. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 81, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-80-9

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 82 GAUSEMEIER, J; LÜCKEL, J.: Auf dem Weg zu den Produkten für die Märkte von morgen. 4. Internationales Heinz Nixdorf Symposium, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 82, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-81-7
- Bd. 83 DEL CASTILLO, G.: The ASM Workbench - A Tool Environment for Computer-Aided Analysis and Validation of Abstract State Machine Models. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 83, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-82-5
- Bd. 84 SCHÄFERMEIER, U.: Eine Methode zur systemorientierten organisatorischen Gestaltung der Zweckaufgabenverrichtung in kooperativen Verbänden; Klassifikation, Aufgabenzuordnung. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 84, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-83-3
- Bd. 85 KRÜGER, J.: Ganzheitliche Beherrschung von Abläufen in und zwischen soziotechnischen Systemen: Ein Beitrag zur Modellbildung und zum paradigmatischen Verständnis von Industrieunternehmen zur Integration von Mensch und Maschine; Prozess und Struktur. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 85, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-84-1
- Bd. 86 BARTSCHER, T.: Methoden des Integrierten Workflowmanagements (IWFM). Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 86, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-85-X
- Bd. 87 QUINTANILLA, J.: Ein Verifikationsansatz für eine netzbasierte Modellierungsmethode für Fertigungssteuerungssysteme. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 87, Paderborn, 2000 – ISBN 3-931466-86-8
- Bd. 88 PREIS, R.: Analyses and Design of Efficient Graph Partitioning Methods. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 88, Paderborn, 2001 – ISBN 3-931466-87-6
- Bd. 89 nicht erschienen!
- Bd. 90 WESTERMANN, M.: Caching in Networks: Non-Uniform Algorithms and Memory Capacity Constraints. Dissertation, Fachbereich für Informatik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 90, Paderborn, 2001 – ISBN 3-931466-89-2
- Bd. 91 LEMKE, J.: Nutzenorientierte Planung des Einsatzes von CAD- / CAE-Systemen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 91, Paderborn, 2001 – ISBN 3-935433-00-X
- Bd. 92 VON BOHUSZEWICZ, O.: Eine Methode zur Visualisierung von Geschäftsprozessen in einer virtuellen Umgebung. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 92, Paderborn, 2001 – ISBN 3-935433-01-8
- Bd. 93 BÖRNCHEN, T.: Zur Entwicklung dynamischer Komponenten für variables Kraftfahrzeug-Scheinwerferlicht. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 93, Paderborn, 2001 – ISBN 3-935433-02-6
- Bd. 94 WINDELER, I.: Auswahl von Restrukturierungsprojekten in Forschungs- und Entwicklungsorganisationen der Automobilindustrie. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 94, Paderborn, 2001 – ISBN 3-935433-03-4
- Bd. 95 WOLFF, C.: Parallele Simulation großer pulscodierter neuronaler Netze. Dissertation, Fachbereich für Elektrotechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 95, Paderborn, 2001 – ISBN 3-935433-04-2
- Bd. 96 HENKE, A.: Modellierung, Simulation und Optimierung piezoelektrischer Stellsysteme. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 96, Paderborn, 2001 – ISBN 3-935433-05-0
- Bd. 97 RÜCKERT, U.; SITTE, J.; WITKOWSKI, U. (Hrsg.): Autonomous Minirobots for Research and Edutainment AMiRE2001. 5. Internationales Heinz Nixdorf Symposium, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 97, Paderborn, 2001 – ISBN 3-935433-06-9

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 98 LI, P.: Datenkonversion für den Datenaustausch in verteilten Fertigungslenkungssystemen. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 98, Paderborn, 2001 – ISBN 9-935433-07-7
- Bd. 99 BRANDT, C.: Eine modellbasierte Methode zum strukturierten Entwurf virtueller Umgebungen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 99, Paderborn, 2001 – ISBN 9-935433-08-5
- Bd. 100 WLEKLINSKI, C.: Methode zur Effektivitäts- und Effizienzbewertung der Entwicklung maschinenbaulicher Anlagen. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 100, Paderborn, 2001 – ISBN-3-935433-09-3
- Bd. 101 HEMSEL, T.: Untersuchung und Weiterentwicklung linearer piezoelektrischer Schwingungsantriebe. Dissertation, Fachbereich für Maschinentechnik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 101, Paderborn, 2001 – ISBN 3-935433-10-7
- Bd. 102 MAUERMANN, H.: Leitfaden zur Erhöhung der Logistikqualität durch Analyse und Neugestaltung der Versorgungsketten. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 102, Paderborn, 2001 – ISBN 3-935433-11-5
- Bd. 103 WAGENBLAßT, D.: Eine Analyseverfahren zur Beurteilung der Funktionssicherheit von gemischt analog-digitalen Schaltungen. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 103, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-12-3
- Bd. 104 PORRMANN, M.: Leistungsbewertung eingebetteter Neurocomputersysteme. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 104, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-13-1
- Bd. 105 SEIFERT, L.: Methodik zum Aufbau von Informationsmodellen für Electronic Business in der Produktentwicklung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 105, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-14-X
- Bd. 106 SOETEBEER, M.: Methode zur Modellierung, Kontrolle und Steuerung von Produktstrategien. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 106, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-15-8
- Bd. 107 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M. (Hrsg.): 1. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 107, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-16-6
- Bd. 108 FLATH, M.: Methode zur Konzipierung mechatronischer Produkte. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 108, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-17-4
- Bd. 109 AVENARIUS, J.: Methoden zur Suche und Informationsbereitstellung von Lösungselementen für die Entwicklung mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 109, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-18-2
- Bd. 110 HELMKE, S.: Eine simulationsgestützte Methode für Budgetentscheidungen im Kundenbindungsmanagement. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 110, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-19-0
- Bd. 111 CZUBAYKO, R.: Rechnerinterne Repräsentation von informationsverarbeitenden Lösungselementen für die verteilte kooperative Produktentwicklung in der Mechatronik. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 111, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-20-4
- Bd. 112 GOLDSCHMIDT, S.: Anwendung mengenorientierter numerischer Methoden zur Analyse nichtlinearer dynamischer Systeme am Beispiel der Spurführungsdynamik von Schienenfahrzeugen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 112, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-21-2

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 113 LEHMANN, T.: Towards Device Driver Synthesis. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 113, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-22-0
- Bd. 114 HÄRTEL, W.: Issueorientierte Frühaufklärung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 114, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-23-9
- Bd. 115 ZIEGLER, M.: Zur Berechenbarkeit reeller geometrischer Probleme. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 115, Paderborn, 2002 – ISBN 3-935433-24-7
- Bd. 116 SCHMIDT, M.: Neuronale Assoziativspeicher im Information Retrieval. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 116, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-25-5
- Bd. 117 EL-KEBBE, D. A.: Towards the MaSHReC Manufacturing System under Real-Time Constraints. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 117, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-26-3
- Bd. 118 PUSCH, R.: Personalplanung und -entwicklung in einem integrierten Vorgehensmodell zur Einführung von PDM-Systemen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 118, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-27-1
- Bd. 119 SOHLER, C.: Property Testing and Geometry. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 119, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-28-X
- Bd. 120 KESPOHL, H.: Dynamisches Matching – Ein agentenbasiertes Verfahren zur Unterstützung des Kooperativen Produktengineering durch Wissens- und Technologietransfer. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 120, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-29-8
- Bd. 121 MOLT, T.: Eine domänenübergreifende Softwarespezifikationstechnik für automatisierte Fertigungsanlagen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 121, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-30-1
- Bd. 122 GAUSEMEIER, J.; LÜCKEL, J.; WALLASCHEK, J. (Hrsg.): 1. Paderborner Workshop Intelligente mechatronische Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 122, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-31-X
- Bd. 123 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M. (Hrsg.): 2. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 123, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-32-8
- Bd. 124 LITTMANN, W.: Piezoelektrische resonant betriebene Ultraschall-Leistungswandler mit nichtlinearen mechanischen Randbedingungen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 124, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-33-6
- Bd. 125 WICKORD, W.: Zur Anwendung probabilistischer Methoden in den frühen Phasen des Systementwurfs. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 125, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-34-4
- Bd. 126 HEITTMANN, A.: Ressourceneffiziente Architekturen neuronaler Assoziativspeicher. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 126, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-35-2
- Bd. 127 WITKOWSKI, U.: Einbettung selbstorganisierender Karten in autonome Miniroboter. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 127, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-36-0
- Bd. 128 BOBDA, C.: Synthesis of Dataflow Graphs for Reconfigurable Systems using Temporal Partitioning and Temporal Placement. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 128, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-37-9

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 129 HELLER, F.: Wissensbasiertes Online-Störungsmanagement flexibler, hoch automatisierter Montagesysteme. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 129, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-38-7
- Bd. 130 KÜHN, A.: Systematik des Ideenmanagements im Produktentstehungsprozess. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 130, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-39-5
- Bd. 131 KEIL-SLAWIK, R.; BRENECKE, A.; HOHENHAUS, M.: ISIS -Installationshandbuch für lernförderliche Infrastrukturen. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 131, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-40-9
- Bd. 132 OULD HAMADY, M.: Ein Ansatz zur Gestaltung des operativen Fertigungsmanagements innerhalb der Lieferkette. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 132, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-41-7
- Bd. 133 HOLTZ, C.: Theoretical Analysis of Unsupervised On-line Learning through Soft Competition. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 133, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-42-5
- Bd. 134 UEBEL, M.: Ein Modell zur Steuerung der Kundenbearbeitung im Rahmen des Vertriebsmanagements. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 134, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-43-3
- Bd. 135 BRINKMANN, A.: Verteilte Algorithmen zur Datenplatzierung und zum Routing in gegnerischen Netzwerken. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 135, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-44-1
- Bd. 136 FRÜND, E.: Aktive Kompensation von periodischen Schwingungen an rotierenden Walzen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 136, Paderborn, 2003 – ISBN 3-935433-45-X
- Bd. 137 KEIL-SLAWIK, R. (Hrsg.): Digitale Medien in der Hochschule: Infrastrukturen im Wandel. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 137, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-46-8
- Bd. 138 STORCK, H.: Optimierung der Kontaktvorgänge bei Wanderwellenmotoren. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 138, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-47-6
- Bd. 139 KALTE, H.: Einbettung dynamisch rekonfigurierbarer Hardwarearchitekturen in eine Universalprozessorumgebung. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 139, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-48-4
- Bd. 140 ISKE, B.: Modellierung und effiziente Nutzung aktiver Infrarotsensorik in autonomen Systemen. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 140, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-49-2
- Bd. 141 BÄTZEL, D.: Methode zur Ermittlung und Bewertung von Strategiealternativen im Kontext Fertigungstechnik. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 141, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-50-6
- Bd. 142 BÖKE, C.: Automatic Configuration of Real-Time Operating Systems and Real-Time Communication Systems for Distributed Embedded Applications. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 142, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-51-4
- Bd. 143 KÖCKERLING, M.: Methodische Entwicklung und Optimierung der Wirkstruktur mechatronischer Produkte. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 143, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-52-2
- Bd. 144 HENZLER, S.: Methodik zur Konzeption der Struktur und der Regelung leistungsverzweigter Getriebe mit Toroidvariator. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 144, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-53-0

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 145 GAUSEMEIER, J.; LÜCKEL, J.; WALLASCHEK, J. (Hrsg.): 2. Paderborner Workshop Intelligente mechatronische Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 145, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-54-9
- Bd. 146 LESSING, H.: Prozess zur multivariaten Prognose von Produktionsprogrammen für eine effiziente Kapazitätsplanung bei typisierten Dienstleistungen. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 146, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-55-7
- Bd. 147 HAMOUDIA, H.: Planerische Ablaufgestaltung bei prozessorientierten Dienstleistungen. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 147, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-56-5
- Bd. 148 BUSCH, A.: Kollaborative Änderungsplanung in Unternehmensnetzwerken der Serienfertigung – ein verhandlungsbasierter Ansatz zur interorganisationalen Koordination bei Störungen. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 148, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-57-3
- Bd. 149 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M. (Hrsg.): 3. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 149, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-58-1
- Bd. 150 MEYER, B.: Value-Adding Logistics for a World Assembly Line. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 150, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-59-X
- Bd. 151 GRIENITZ, V.: Methodik zur Erstellung von Technologieszenarien für die strategische Technologieplanung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 151, Paderborn, 2004 – ISBN 3-9354 33-60-3
- Bd. 152 FRANKE, H.: Eine Methode zur unternehmensübergreifenden Transportdisposition durch synchron und asynchron kommunizierende Agenten. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 152, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-61-1
- Bd. 153 SALZWEDEL, K. A.: Data Distribution Algorithms for Storage Networks. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 153, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-62-X
- Bd. 154 RÄCKE, H.: Data Management and Routing in General Networks. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 154, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-63-8
- Bd. 155 FRANK, U.; GIESE, H.; KLEIN, F.; OBERSCHELP, O.; SCHMIDT, A.; SCHULZ, B.; VÖCKING, H.; WITTING, K.; GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus – Definitionen und Konzepte. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 155, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-64-6
- Bd. 156 MÖHRINGER, S.: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme. Habilitation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 156, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-65-4
- Bd. 157 FAHRENTHOLZ, M.: Konzeption eines Betriebskonzepts für ein bedarfsgesteuertes schienengebundenes Shuttle-System. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 157, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-66-2
- Bd. 158 GAJEWSKI, T.: Referenzmodell zur Beschreibung der Geschäftsprozesse von After-Sales-Dienstleistungen unter besonderer Berücksichtigung des Mobile Business. Dissertation Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 158, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-67-0
- Bd. 159 RÜTHER, M.: Ein Beitrag zur klassifizierenden Modularisierung von Verfahren für die Produktionsplanung. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 159, Paderborn, 2004 – ISBN 3-935433-68-9

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 160 MUECK, B.: Eine Methode zur benutzerstimulierten detaillierungsvarianten Berechnung von diskreten Simulationen von Materialflüssen. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, , Band 160, Paderborn 2004 – ISBN 3-935433-69-7
- Bd. 161 LANGEN, D.: Abschätzung des Ressourcenbedarfs von hochintegrierten mikroelektronischen Systemen. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 161, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-70-0
- Bd. 162 ORLIK, L.: Wissensbasierte Entscheidungshilfe für die strategische Produktplanung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 162, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-71-9
- Bd. 163 GAUSEMEIER, J.; RAMMIG, F.; SCHÄFER, W.; WALLASCHEK, J. (Hrsg.): 3. Paderborner Workshop Intelligente mechatronische Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 163, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-72-7
- Bd. 164 FISCHER, M.: Design, Analysis, and Evaluation of a Data Structure for Distributed Virtual Environments. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 164, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-73-5
- Bd. 165 MATYSCZOK, C.: Dynamische Kantenextraktion - Ein Verfahren zur Generierung von Tracking-Informationen für Augmented Reality-Anwendungen auf Basis von 3D-Referenzmodellen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 165, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-74-3
- Bd. 166 JANIA, T.: Änderungsmanagement auf Basis eines integrierten Prozess- und Produktdatenmodells mit dem Ziel einer durchgängigen Komplexitätsbewertung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 166, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-75-1
- Bd. 167 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M. (Hrsg.): 4. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 167, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-76-X
- Bd. 168 VOLBERT, K.: Geometric Spanners for Topology Control in Wireless Networks. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 168, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-77-8
- Bd. 169 ROSLAK, J.: Entwicklung eines aktiven Scheinwerfersystems zur blendungsfreien Ausleuchtung des Verkehrsraumes. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 167, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-78-6
- Bd. 170 EMMRICH, A.: Ein Beitrag zur systematischen Entwicklung produktorientierter Dienstleistungen für. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 170, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-79-4
- Bd. 171 NOWACZYK, O.: Explorationen: Ein Ansatz zur Entwicklung hochgradig interaktiver Lernbausteine. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 171, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-80-8
- Bd. 172 MAHMOUD, K.: Theoretical and experimental investigations on a new adaptive duo servo drum brake with high and constant brake shoe factor. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 172, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-81-6
- Bd. 173 KLIEWER, G.: Optimierung in der Flugplanung: Netzwerkentwurf und Flottenzuweisung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 173, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-82-4
- Bd. 174 BALÁŽOVÁ, M.: Methode zur Leistungsbewertung und Leistungssteigerung der Mechatronikentwicklung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 174, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-83-2
- Bd. 175 FRANK, U.: Spezifikationstechnik zur Beschreibung der Prinziplösung selbstoptimierender Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 175, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-84-0

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 176 BERGER, T.: Methode zur Entwicklung und Bewertung innovativer Technologiestrategien. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 176, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-85-9
- Bd. 177 BERSSENBRÜGGE, J.: Virtual Nightdrive - Ein Verfahren zur Darstellung der komplexen Lichtverteilungen moderner Scheinwerfersysteme im Rahmen einer virtuellen Nachtfahrt. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 177, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-86-7
- Bd. 178 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 1. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung Heinz Nixdorf Institut, 3. und 4. November 2005, Schloß Neuhausen, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 178, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-87-5
- Bd. 179 FU, B.: Piezoelectric actuator design via multiobjective optimization methods. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 179, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-88-3
- Bd. 180 WALLASCHEK, J.; HEMSEL, T.; MRACEK, M.: Proceedings of the 2nd International Workshop on Piezoelectric Materials and Applications in Actuators. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 180, Paderborn, 2005 – ISBN 3-935433-89-1
- Bd. 181 MEYER AUF DER HEIDE, F.; MONIEN, B. (Hrsg.): New Trends in Parallel & Distributed Computing. 6. Internationales Heinz Nixdorf Symposium, 17. und 18. Januar 2006, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 181, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-00-1
- Bd. 182 HEIDENREICH, J.: Adaptierbare Änderungsplanung der Mengen und Kapazitäten in Produktionsnetzwerken der Serienfertigung. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 182, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-01-X
- Bd. 183 PAPE, U.: Umsetzung eines SCM-Konzeptes zum Liefermanagement in Liefernetzwerken der Serienfertigung. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 183, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-02-8
- Bd. 184 BINGER, V.: Konzeption eines wissensbasierten Instruments für die strategische Vorausschau im Kontext der Szenariotechnik. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 184, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-03-6
- Bd. 185 KRIESEL, C.: Szenarioorientierte Unternehmensstrukturoptimierung – Strategische Standort- und Produktionsplanung. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 185, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-04-4
- Bd. 186 KLEIN, J.: Efficient collision detection for point and polygon based models. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 186, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-05-2
- Bd. 187 WORTMANN, R.: Methodische Entwicklung von Echtzeit 3D-Anwendungen für Schulung und Präsentation. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 187, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-06-0
- Bd. 188 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M. (Hrsg.): 5. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 188, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-07-9
- Bd. 189 GAUSEMEIER, J.; RAMMIG, F.; SCHÄFER, W.; TRÄCHTLER, A.; WALLASCHEK, J. (Hrsg.): 4. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 189, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-08-7
- Bd. 190 DAMEROW, V.: Average and Smoothed Complexity of Geometric Structures. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 190, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-09-5
- Bd. 191 GIESE, H.; NIGGEMANN, O. (Hrsg.): Postworkshop Proceedings of the 3rd Workshop on Object-oriented Modeling of Embedded Real-Time Systems (OMER 3), HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 191, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-10-9

Bezugsadresse:
Heinz Nixdorf Institut
Universität Paderborn
Fürstenallee 11
33102 Paderborn

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 192 RADKOWSKI, R.: Anwendung evolutionärer Algorithmen zur Unterstützung des Entwurfs selbstoptimierender Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 192, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-11-7
- Bd. 193 SHEN, Q.: A Method for Composing Virtual Prototypes of Mechatronic Systems in Virtual Environments. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 193, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-12-5
- Bd. 194 REDENIUS, A.: Verfahren zur Planung von Entwicklungsprozessen für fortgeschrittene mechatronische Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 194, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-13-3
- Bd. 195 KUHL, P.: Anpassung der Lichtverteilung des Abblendlichtes an den vertikalen Straßenverlauf. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 195, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-14-1
- Bd. 196 MICHELS, J. S.: Integrative Spezifikation von Produkt- und Produktionssystemkonzeptionen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 196, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-15-X
- Bd. 197 RIPS, S.: Adaptive Steuerung der Lastverteilung datenparalleler Anwendungen in Grid-Umgebungen. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 197, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-16-8
- Bd. 198 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 2. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung Heinz Nixdorf Institut, 9. und 10. November 2006, Schloß Neuhardenberg, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 198, Paderborn, 2006 – ISBN 3-939350-17-6
- Bd. 199 FRANKE, W.: Wiederverwendungsorientierte Herleitung von Inter-Fachkomponentenkonzepten für Lagerverwaltungssysteme. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 199, Paderborn, 2006 – ISBN 978-3-939350-18-7
- Bd. 200 SCHEIDELER, P.: Ein Beitrag zur erfahrungsbasierten Selbstoptimierung einer Menge technisch homogener fahrerloser Fahrzeuge. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 200, Paderborn, 2006 – ISBN 978-3-939350-19-4
- Bd. 201 KÖSTERS, C.: Ein ontologiebasiertes Modell zur Beschreibung der Abläufe in einem Produktionssystem unter besonderer Berücksichtigung einer diskreten Produktion. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 201, Paderborn, 2006 – ISBN 978-3-939350-20-0
- Bd. 202 HALFMEIER, S.: Modellierung und Regelung von Halbtoroidvariationen in leistungsverzweigten Getriebestrukturen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 202, Paderborn, 2006 – ISBN 978-3-939350-21-7
- Bd. 203 RÜHRUP, S.: Position-based Routing Strategies. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 203, Paderborn, 2006 – ISBN 978-3-939350-22-4
- Bd. 204 SCHMIDT, A.: Wirkmuster zur Selbstoptimierung – Konstrukte für den Entwurf selbstoptimierender Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 204, Paderborn, 2006 – ISBN 978-3-939350-23-1
- Bd. 205 IHMOR, S.: Modeling and Automated Synthesis of Reconfigurable Interfaces. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 205, Paderborn, 2006 – ISBN 978-3-939350-24-8
- Bd. 206 ECKES, R.: Augmented Reality – basiertes Verfahren zur Unterstützung des Anlaufprozesses von automatisierten Fertigungssystemen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 206, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-25-5

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 207 STEFFEN, D.: Ein Verfahren zur Produktstrukturierung für fortgeschrittene mechatronische Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 207, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-26-2
- Bd. 208 LAROQUE, C.: Ein mehrbenutzerfähiges Werkzeug zur Modellierung und richtungsoffenen Simulation von wahlweise objekt- und funktionsorientiert gegliederten Fertigungssystemen. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 208, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-27-9
- Bd. 209 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M. (Hrsg.): 6. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 209, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-28-6
- Bd. 210 GAUSEMEIER, J.; RAMMIG, F.; SCHÄFER, W.; TRÄCHTLER, A.; WALLASCHEK, J. (Hrsg.): 5. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 210, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-29-3
- Bd. 211 KAUSCHKE, R.: Systematik zur lichttechnischen Gestaltung von aktiven Scheinwerfern. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 211, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-30-9
- Bd. 212 DU, J.: Zellen-basierte Dienst-Entdeckung für Roboternetzwerke. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 212, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-31-6
- Bd. 213 DANNE, K.: Real-Time Multitasking in Embedded Systems Based on Reconfigurable Hardware. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 213, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-32-3
- Bd. 214 EICKHOFF, R.: Fehlertolerante neuronale Netze zur Approximation von Funktionen. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 214, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-33-0
- Bd. 215 KÖSTER, M.: Analyse und Entwurf von Methoden zur Ressourcenverwaltung partiell rekonfigurierbarer Architekturen. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 215, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-34-7
- Bd. 216 RÜCKERT, U.; SITTE, J.; WITKOWSKI, U.: Proceedings of the 4th International Symposium on Autonomous Minirobots for Research and Edutainment – AMiRE2007. Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 216, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-35-4
- Bd. 217 PHAM VAN, T.: Proactive Ad Hoc Devices for Relaying Real-Time Video Packets. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 217, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-36-1
- Bd. 218 VIENENKÖTTER, A.: Methodik zur Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 218, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-37-8
- Bd. 219 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 3. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung Heinz Nixdorf Institut, 29. und 30. November 2007, Miele & Cie. KG Gütersloh, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 219, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-38-5
- Bd. 220 FRÜND, J.: Eine Architekturekonzeption für eine skalierbare mobile Augmented Reality Anwendung für die Produktpräsentation. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 220, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-39-2
- Bd. 221 PEITZ, T.: Methodik zur Produktoptimierung mechanisch elektronischer Baugruppen durch die Technologie MID (Molded Interconnect Devices). Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 221, Paderborn, 2007 – ISBN 978-3-939350-40-8

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 222 MEYER AUF DER HEIDE, F. (Hrsg.): The European Integrated Project "Dynamically Evolving, Large Scale Information Systems (DELIS)", Proceedings of the Final Workshop, Barcelona, February 27-28, 2008, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 222, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-41-5
- Bd. 223 GAUSEMEIER, J.; RAMMIG, F.; SCHÄFER, W. (Hrsg.): Self-optimizing Mechatronic Systems: Design the Future. 7. Internationales Heinz Nixdorf Symposium, 20. und 21. Februar 2008, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 223, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-42-2
- Bd. 224 RATH, M.: Methode zur Entwicklung hybrider Technologie- und Innovationsstrategien – am Beispiel des Automobils. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 224, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-43-9
- Bd. 225 GRÜNEWALD, M.: Protokollverarbeitung mit integrierten Multiprozessoren in drahtlosen Ad-hoc-Netzwerken. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 225, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-44-6
- Bd. 226 STRAUSS, S.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen zum Einsatz gepulster Halbleiterlichtquellen in der Kraftfahrzeugbeleuchtung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 226, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-45-3
- Bd. 227 ZEIDLER, C.: Systematik der Materialflussplanung in der frühen Phase der Produktionssystementwicklung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 227, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-46-0
- Bd. 228 PARISI, S.: A Method for the intelligent Authoring of 3D Animations for Training and Maintenance. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 228, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-47-7
- Bd. 229 DITTMANN, F.: Methods to Exploit Reconfigurable Fabrics. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 229, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-48-4
- Bd. 230 TONIGOLD, C.: Programm-, Ressourcen- und Prozessoptimierung als Bestandteile der Anpassungsplanung von spanenden Fertigungssystemen in der Fließfertigung von Aggregaten. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 230, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-49-1
- Bd. 231 BRANDT, T.: A Predictive Potential Field Concept for Shared Vehicle Guidance. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 231, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-50-7
- Bd. 232 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M. (Hrsg.): 7. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 232, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-51-4
- Bd. 233 CHANG, H.: A Methodology for the Identification of Technology Indicators. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 233, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-52-1
- Bd. 234 ADEL, P.; DONOTH, J.; GAUSEMEIER, J.; GEISLER, J.; HENKLER, S.; KAHL, S.; KLÖPPER, B.; KRUPP, A.; MÜNCH, E.; OBERTHÜR, S.; PAIZ, C.; PORRMANN, M.; RADKOWSKI, R.; ROMAUS, C.; SCHMIDT, A.; SCHULZ, B.; TSCHUSCHNER, T.; VÖCKING, H.; WITKOWSKI, U.; WITTING, K.; ZNAMENSHCHYKOV, O.: Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus – Definitionen, Anwendungen, Konzepte. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 234, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-53-8

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 235 DELL'AERE, A.; HIRSCH, M.; KLÖPPER, B.; KOESTER, M.; KRÜGER, M.; KRUPP, A.; MÜLLER, T.; OBERTHÜR, S.; POOK, S.; PRIESTERJAHN, C.; ROMAUS, C.; SCHMIDT, A.; SONDERMANN-WÖLKE, C.; TICHY, M.; VÖCKING, H.; ZIMMER, D.: Verlässlichkeit selbstoptimierender Systeme – Potenziale nutzen und Risiken vermeiden. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 235, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-54-5
- Bd. 236 GEHRKE, M.; GIESE, H.; STROOP, J.: Proceedings of the 4th Workshop on Object-oriented Modeling of Embedded Real-Time Systems (OMER4), Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 236, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-55-2
- Bd. 237 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 4. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung Heinz Nixdorf Institut, 30. und 31. Oktober 2008, Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 237, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-56-9
- Bd. 238 BRÖKELMANN, M.: Entwicklung einer Methodik zur Online-Qualitätsüberwachung des Ultraschall-Drahtbondprozesses mittels integrierter Mikrosensorik. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 238, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-57-6
- Bd. 239 KETTELHOIT, B.: Architektur und Entwurf dynamisch rekonfigurierbarer FPGA-Systeme. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 239, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-58-3
- Bd. 240 ZAMBALDI, M.: Concepts for the development of a generic Multi-Level Test Bench covering different areas of applications. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 240, Paderborn, 2008 – ISBN 978-3-939350-59-0
- Bd. 241 OBERSCHELP, O.: Strukturierter Entwurf selbstoptimierender mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 241, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-60-6
- Bd. 242 STOLLT, G.: Verfahren zur strukturierten Vorausschau in globalen Umfeldern produzierender Unternehmen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 242, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-61-3
- Bd. 243 WENZELMANN, C.: Methode zur zukunftsorientierten Entwicklung und Umsetzung von Strategieoptionen unter Berücksichtigung des antizipierten Wettbewerbsverhaltens. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 243, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-62-0
- Bd. 244 BRÜSEKE, U.: Einsatz der Bibliometrie für das Technologiemanagement. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 244, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-63-7
- Bd. 245 TIMM, T.: Ein Verfahren zur hierarchischen Struktur-, Dimensions- und Materialbedarfsplanung von Fertigungssystemen. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 245, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-64-4
- Bd. 246 GRIESE, B.: Adaptive Echtzeitkommunikationsnetze. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 246, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-65-1
- Bd. 247 NIEMANN, J.-C.: Ressourceneffiziente Schaltungstechnik eingebetteter Parallelrechner. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 247, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-66-8
- Bd. 248 KAISER, I.: Systematik zur Entwicklung mechatronischer Systeme in der Technologie MID. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 248, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-67-5

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 249 GANS, J. E.: Neu- und Anpassungsplanung der Struktur von getakteten Fließproduktionssystemen für variantenreiche Serienprodukte in der Montage. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 249, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-68-2
- Bd. 250 GAUSEMEIER, J.; RAMMIG, F.; SCHÄFER, W.; TRÄCHTLER, A. (Hrsg.): 6. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 250, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-69-9
- Bd. 251 LESSMANN, J.: Protocols for Telephone Communications in Wireless Multi-Hop Ad Hoc Networks. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 251, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-70-5
- Bd. 252 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M. (Hrsg.): 8. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 252, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-71-2
- Bd. 253 KLÖPPER, B.: Ein Beitrag zur Verhaltensplanung für interagierende intelligente mechatronische Systeme in nicht-deterministischen Umgebungen. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 253, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-72-9
- Bd. 254 Low, C. Y.: A Methodology to Manage the Transition from the Principle Solution towards the Controller Design of Advanced Mechatronic Systems. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 254, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-73-6
- Bd. 255 XU, F.: Resource-Efficient Multi-Antenna Designs for Mobile Ad Hoc Networks. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 255, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-74-3
- Bd. 256 MÜLLER, T.: Integration von Verlässlichkeitsanalysen und -konzepten innerhalb der Entwicklungsmethodik mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 256, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-75-0
- Bd. 257 BONORDEN, O.: Versatility of Bulk Synchronous Parallel Computing: From the Heterogeneous Cluster to the System on Chip. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 257, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-76-7
- Bd. 258 KORTENJAN, M.: Size Equivalent Cluster Trees - Rendering CAD Models in Industrial Scenes. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 258, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-77-4
- Bd. 259 SCHOMAKER, G.: Distributed Resource Allocation and Management in Heterogeneous Networks. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 259, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-78-1
- Bd. 260 MENSE, M.: On Fault-Tolerant Data Placement in Storage Networks. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 260, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-79-8
- Bd. 261 LÜRWER-BRÜGGEMEIER, K.: Mächtigkeit und Komplexität von Berechnungen mit der ganzzahligen Division. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 261, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-80-4
- Bd. 262 ALTEMEIER, S.: Kostenoptimale Kapazitätsabstimmung in einer getakteten Variantenfließlinie unter expliziter Berücksichtigung des Unterstützereinsatzes und unterschiedlicher Planungszeiträume. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 262, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-81-1

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 263 MAHAJAN, K.: A combined simulation and optimization based method for predictive-reactive scheduling of flexible production systems subject to execution exceptions. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 263, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-82-8
- Bd. 264 CHRISTIANSEN, S. K.: Methode zur Klassifikation und Entwicklung reifegradbasierter Leistungsbewertungs- und Leistungssteigerungsmodelle. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 264, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-83-5
- Bd. 265 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 5. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Heinz Nixdorf Institut, 19. und 20. November 2009, Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 265, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-84-2
- Bd. 266 KAULMANN, T.: Ressourceneffiziente Realisierung Pulsmoderter Neuronaler Netze. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 266, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-85-9
- Bd. 267 WEHRMEISTER, M. A.: An Aspect-Oriented Model-Driven Engineering Approach for Distributed Embedded Real-Time Systems. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 267, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-86-6
- Bd. 268 DANNE, C.: Assessing the Cost of Assortment Complexity in Consumer Goods Supply Chains by Reconfiguration of Inventory and Production Planning Parameters in Response to Assortment Changes. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 268, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-87-3
- Bd. 269 AUFENANGER, M.: Situativ trainierte Regeln zur Ablaufsteuerung in Fertigungssystemen und ihre Integration in Simulationssysteme. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 269, Paderborn, 2009 – ISBN 978-3-939350-88-0
- Bd. 270 STOLL, K.: Planung und Konzipierung von Marktleistungen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 270, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-89-7
- Bd. 271 IHMELS, S.: Verfahren zur integrierten informationstechnischen Unterstützung des Innovationsmanagements. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 271, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-90-3
- Bd. 272 GAUSEMEIER, J.; RAMMIG, F.; SCHÄFER, W.; TRÄCHTLER, A. (Hrsg.): 7. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 272, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-91-0
- Bd. 273 PURNAPRAJNA, M.: Run-time Reconfigurable Multiprocessors. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 273, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-92-7
- Bd. 274 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M. (Hrsg.): 9. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 274, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-93-4
- Bd. 275 WEDMAN, S.: Lebensdauerüberwachung in mechatronischen Systemen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 275, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-94-1
- Bd. 276 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 6. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Heinz Nixdorf Institut, 28. und 29. Oktober 2010, Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 276, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-95-8

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 277 HUBER, D.: Geregelt Vereinfachung hierarchischer Partitionen von Modellen in der Materialflusssimulation. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 277, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-96-5
- Bd. 278 DEGENER, B.: Local, distributed approximation algorithms for geometric assignment problems. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 278, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-97-2
- Bd. 279 WARKENTIN, A.: Systematik zur funktionsorientierten Modellierung von Elektrik/Elektronik-Systemen über den Produktlebenszyklus. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 279, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-98-9
- Bd. 280 BRINK, V.: Verfahren zur Entwicklung konsistenter Produkt- und Technologiestrategien. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 280, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-939350-99-6
- Bd. 281 SAMARA, S.: Adaptable OS Services for Distributed Reconfigurable Systems on Chip. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 281, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-942647-00-7
- Bd. 282 BIENKOWSKI, M.: Page migration in dynamic networks. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 282, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-942647-01-4
- Bd. 283 MAHLMANN, P.: Peer-to-peer networks based on random graphs. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 283, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-942647-02-1
- Bd. 284 DYNIA, M.: Collective graph exploration. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 284, Paderborn, 2010 – ISBN 978-3-942647-03-8
- Bd. 285 POHL, C.: Konfigurierbare Hardwarebeschleuniger für selbst-organisierende Karten. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 285, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-04-5
- Bd. 286 DUMITRESCU, R.: Entwicklungssystematik zur Integration kognitiver Funktionen in fortgeschrittene mechatronische Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 286, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-05-2
- Bd. 287 MEHLER, J.: Power-Aware Online File Allocation in Dynamic Networks. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 287, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-06-9
- Bd. 288 HARCHENKO, J.: Mechatronischer Entwurf eines neuartigen aktiven Fahrzeuffederungssystems für PKW unter Verwendung einer reversierbaren Flügelzellenpumpe. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 288, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-07-6
- Bd. 289 KORZENIOWSKI, M.: Dynamic Load Balancing in Peer-to-Peer Networks. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 289, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-08-3
- Bd. 290 FRAHLING, G.: Algorithms for Dynamic Geometric Data Streams. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 290, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-09-0
- Bd. 291 REYES PÉREZ, M.: A Specification Technique for the Conceptual Design of Manufacturing Systems. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 291, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-10-6

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 292 STEHR, J.: On the design and implementation of reliable and economical telematics software architectures for embedded systems: a domain-specific framework. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 292, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-11-3
- Bd. 293 KRÖL, R.: Eine Reduktionsmethode zur Ableitung elektromechanischer Ersatzmodelle für piezoelektrische Wandler unter Verwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM). Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 293, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-12-0
- Bd. 294 GAUSEMEIER, J.; RAMMIG, F.; SCHÄFER, W.; TRÄCHTLER, A. (Hrsg.): 8. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 294, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-13-7
- Bd. 295 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M.; MEYER AUF DER HEIDE, F. (Hrsg.): 10. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 295, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-14-4
- Bd. 296 POOK, S.: Eine Methode zum Entwurf von Zielsystemen selbstoptimierender mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 296, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-15-1
- Bd. 297 MRACEK, M.: Untersuchung des dynamischen Verhaltens gekoppelter piezoelektrischer Ultraschallmotoren mit Stoßkontakt. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 297, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-16-8
- Bd. 298 GEHWEILER, J.: Peer-to-Peer Based Parallel Web Computing. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 298, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-17-5
- Bd. 299 BRUNS, T.: Trajektorienplanung mittels Diskretisierung und kombinatorischer Optimierung am Beispiel des autonomen Kreuzungsmanagements für Kraftfahrzeuge. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 299, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-18-2
- Bd. 300 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 7. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Heinz Nixdorf Institut, 24. und 25. November 2011, Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 300, Paderborn, 2011 – ISBN 978-3-942647-19-9
- Bd. 301 SALFELD, M.: Konzeption eines Regelungssystems zur gezielten Beeinflussung der Fahrdynamik in Unfallsituationen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 301, Paderborn, 2012 – ISBN 978-3-942647-20-5
- Bd. 302 KEMPKES, B.: Local Strategies for Robot Formation Problems. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 302, Paderborn, 2012 – ISBN 978-3-942647-21-2
- Bd. 303 DELIUS, R.: Sicherstellen der Abrufe bei Automotive-Zulieferern mit minimalen Kosten unter besonderer Berücksichtigung von Liquiditäts-, Beschäftigungs-, Knowhow- und IT-Restriktionen. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 303, Paderborn, 2012 – ISBN 978-3-942647-22-9
- Bd. 304 NORDSIEK, D.: Systematik zur Konzipierung von Produktionssystemen auf Basis der Prinziplösung mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 304, Paderborn, 2012 – ISBN 978-3-942647-23-6
- Bd. 305 KREFT, S.: Systematik zur effizienten Bildung geospezifischer Umgebungsmodelle für Fahrsimulationen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 305, Paderborn, 2012 – ISBN 978-3-942647-24-3

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 306 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 8. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Heinz Nixdorf Institut, 6. und 7. Dezember 2012, Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 306, Paderborn, 2012 – ISBN 978-3-942647-25-0
- Bd. 307 REYMANN, F.: Verfahren zur Strategieentwicklung und -umsetzung auf Basis einer Retropolation von Zukunftsszenarien. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 307, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-26-7
- Bd. 308 KAHL, S.: Rahmenwerk für einen selbstoptimierenden Entwicklungsprozess fortschrittlicher mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 308, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-27-4
- Bd. 309 WASSMANN, H.: Systematik zur Entwicklung von Visualisierungstechniken für die visuelle Analyse fortgeschrittener mechatronischer Systeme in VR-Anwendungen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 309, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-28-1
- Bd. 310 GAUSEMEIER, J.; RAMMIG, F.; SCHÄFER, W.; TRÄCHTLER, A. (Hrsg.): 9. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 310, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-29-8
- Bd. 311 GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M.; MEYER AUF DER HEIDE, F. (Hrsg.): 11. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 311, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-30-4
- Bd. 312 BENSIEK, T.: Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 312, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-31-1
- Bd. 313 KOKOSCHKA, M.: Verfahren zur Konzipierung imitationsgeschützter Produkte und Produktionssysteme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 313, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-32-8
- Bd. 314 VON DETTEN, M.: Reengineering of Component-Based Software Systems in the Presence of Design Deficiencies. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 314, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-33-5
- Bd. 315 MONTEALEGRE AGRAMONT, N. A.: Immunorepairing of Hardware Systems. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 315, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-34-2
- Bd. 316 DANGELMAIER, W.; KLAAS, A.; LAROQUE, C.: Simulation in Produktion und Logistik 2013. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 316, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-35-9
- Bd. 317 PRIESTERJAHN, C.: Analyzing Self-healing Operations in Mechatronic Systems. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 317, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-36-6
- Bd. 318 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 9. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Heinz Nixdorf Institut, 5. und 6. Dezember 2013, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 318, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-37-3
- Bd. 319 GAUSEMEIER, S.: Ein Fahrerassistenzsystem zur prädiktiven Planung energie- und zeitoptimaler Geschwindigkeitsprofile mittels Mehrzieloptimierung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 319, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-38-0

Bände der HNI-Verlagsschriftenreihe

- Bd. 320 GEISLER, J.: Selbstoptimierende Spurführung für ein neuartiges Schienenfahrzeug. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 320, Paderborn, 2013 – ISBN 978-3-942647-39-7
- Bd. 321 MÜNCH, E.: Selbstoptimierung verteilter mechatronischer Systeme auf Basis paretooptimaler Systemkonfigurationen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 321, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-40-3
- Bd. 322 RENKEN, H.: Acceleration of Material Flow Simulations - Using Model Coarsening by Token Sampling and Online Error Estimation and Accumulation Controlling. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 322, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-41-0
- Bd. 323 KAGANOVA, E.: Robust solution to the CLSP and the DLSP with uncertain demand and online information base. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 323, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-42-7
- Bd. 324 LEHNER, M.: Verfahren zur Entwicklung geschäftsmodell-orientierter Diversifikationsstrategien. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 324, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-43-4
- Bd. 325 BRANDIS, R.: Systematik für die integrative Konzipierung der Montage auf Basis der Prinziplösung mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 325, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-44-1
- Bd. 326 KÖSTER, O.: Systematik zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 326, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-45-8
- Bd. 327 KAISER, L.: Rahmenwerk zur Modellierung einer plausiblen Systemstrukturen mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 327, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-46-5
- Bd. 328 KRÜGER, M.: Parametrische Modellordnungsreduktion für hierarchische selbstoptimierende Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 328, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-47-2
- Bd. 329 AMELUNXEN, H.: Fahrdynamikmodelle für Echtzeitsimulationen im komfortrelevanten Frequenzbereich. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 329, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-48-9
- Bd. 330 KEIL, R.; SELKE, H. (Hrsg):. 20 Jahre Lernen mit dem World Wide Web. Technik und Bildung im Dialog. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 330, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-49-6
- Bd. 331 HARTMANN, P.: Ein Beitrag zur Verhaltensantizipation und -regelung kognitiver mechatronischer Systeme bei langfristiger Planung und Ausführung. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 331, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-50-2