

René Rübelke

***Systematik zur innovations-
orientierten Kompetenzplanung***

***Approach for the innovation-oriented
competence planning***

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

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

Band 350 der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts

© Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn – Paderborn – 2016

ISSN (Print): 2195-5239

ISSN (Online): 2365-4422

ISBN: 978-3-942647-69-4

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

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

Satz und Gestaltung: René Rübelke

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. Unser generelles Ziel ist die Steigerung der Innovationskraft von Industrieunternehmen im Informationszeitalter. Ein Schwerpunkt des von mir vertretenen Fachgebiets „Strategische Produktplanung und Systems Engineering“ ist die strategische Planung im Maschinen- und Anlagenbau und verwandter Branchen.

Das Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn ist ein interdisziplinäres Forschungszentrum für Informatik und Technik. Unser generelles Ziel ist die Steigerung der Innovationskraft von Industrieunternehmen im Informationszeitalter. Ein Schwerpunkt des von mir vertretenen Fachgebiets „Strategische Produktplanung und Systems Engineering“ ist die strategische Produktplanung im Maschinen- und Anlagenbau und verwandter Branchen.

Die Unternehmen dieser Branchen sehen sich einem massiven technologischen Wandel ausgesetzt. Eine steigende Produktkomplexität und höherer Entwicklungsaufwand bei gleichzeitig kürzeren Produktlebenszyklen sind die Konsequenz. Das kontinuierliche Verbessern und Ausbauen bestehender Kompetenzen ist längst nicht mehr ausreichend für eine wettbewerbsfähige Marktposition. Unternehmen müssen in der Lage sein, die Kompetenzen zur Realisierung zukünftiger Innovationen frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig aufzubauen.

Vor diesem Hintergrund hat Herr Rübelke eine Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung erarbeitet. Durch das Anwenden der entwickelten Systematik werden Unternehmen befähigt, Kompetenzbedarfe von Produktentwicklungsvorhaben bereits in der frühen Phase zu identifizieren. Zudem werden sie durch konkrete Handlungsempfehlungen bei der Entscheidung über die geeignete Kompetenz-Sourcing-Strategie unterstützt. Die Systematik wurde in einem Unternehmen der Automobilindustrie validiert. Die Resultate werden in der vorliegenden Arbeit in Auszügen und anonymisiert dargestellt. Aufgabe des Industrieprojekts war die Analyse des Kompetenzbedarfs eines konkreten Innovationsvorhabens. Die Ergebnisse verbessern die Entscheidungsgrundlage zur Erteilung eines Entwicklungsauftrags.

Mit seiner Arbeit hat Herr Rübelke einen wertvollen Beitrag zur strategischen Führung von Industrieunternehmen geleistet. Die Systematik zeichnet sich durch ihre hohe Praxisrelevanz aus und fügt sich in das Instrumentarium zur strategischen Planung von Marktleistungen des Heinz Nixdorf Instituts ein.

Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung

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

genehmigte
DISSERTATION

von
M.Sc. René Rübelke
aus Bielefeld

Tag des Kolloquiums: 17. Dezember 2015
Referent: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier
Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Detmar Zimmer

Vorwort

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

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, der mich stets forderte und förderte. Die gute Zusammenarbeit in anspruchsvollen Projekten, die damit verbundenen fachlichen Diskussionen, Anregungen und insbesondere die stets konstruktive Kritik haben wesentlich zu meiner fachlichen Entwicklung beigetragen. Die mir übertragene Verantwortung, die Selbständigkeit bei der Ausgestaltung meiner Arbeit am Institut und das dabei in mich gesetzte Vertrauen haben zudem großen Anteil an meiner persönlichen Entwicklung. Für die Übernahme des Korreferats danke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Detmar Zimmer vom Lehrstuhl für Konstruktions- und Antriebstechnik der Universität Paderborn.

Allen Kolleginnen und Kollegen der Fachgruppe und der Fraunhofer Projektgruppe, insbesondere meinen Mitstreitern im Team Strategische Planung und Innovationsmanagement, danke ich für die hervorragende Zusammenarbeit. Besonders wertvoll war die intensive Zusammenarbeit mit Christian Dülme, Dr.-Ing. Markus Lehner, Dr.-Ing. Oliver Köster, Dr.-Ing. Christoph Peitz, Markus Placzek und Benjamin Amshoff – vielen Dank für die wertvollen Erfahrungen und anregenden Diskussionen. Mein Dank gilt auch den vielen Studenten für ihre Unterstützung als studentische Hilfskräfte oder durch ihre studentischen Arbeiten. Speziellen Dank richte ich an Christoph Söllner von Mercedes-AMG für die konstruktive Zusammenarbeit, die fortwährende Unterstützung bei der Validierung meiner Systematik und die daraus entstandene Freundschaft.

Weiterhin möchte ich allen Personen danken, die mich im privaten Umfeld unterstützt haben. Der Rückhalt, den ich von meiner Familie und meinen Freunden erfahren durfte, ist von unschätzbarem Wert. Hervorheben möchte ich Dirk Moermann für seinen Einsatz beim Korrekturlesen meiner Arbeit. Besonderer Dank gilt meiner Freundin Steffi Schäfer, die mir stets den Rücken freigehalten hat und oft zurückstecken musste.

Mein größter Dank gilt meinen Eltern Theresia und Hartmut, die durch ihre bedingungslose Unterstützung über alle Stationen meines Lebens diese Arbeit überhaupt erst möglich gemacht haben. Sie haben mich stets motiviert und sind damit meine wichtigsten Weichensteller. Vielen Dank!

Liste der veröffentlichten Teilergebnisse

- [AKS+12] ANDRICH, B.; KIRSCHFINK, F. J.; SACHS, H.; PEITZ, C.; RÜBBELKE, R.: Markt- und Wettbewerbsstrategien für das MRO-Geschäft der zivilen Luftfahrtindustrie. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 8. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 6. - 7. Dezember 2012, Berlin, Heinz Nixdorf Institut, HNI Verlagsschriftenreihe, Band 306, Paderborn, 2012, S. 471-489
- [GKR13] GAUSEMEIER, J.; KÖSTER, O.; RÜBBELKE, R.: Systematik zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 9. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 5. - 6. Dezember 2013, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 318, Paderborn, 2013, S. 5-34
- [REG+13] RÜBBELKE, R.; ECHTERHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.; SÖLLNER, C.: Evaluating the Specific Demand of Competencies to realize innovative Products. In: Proceedings of the 6th ISPIM Innovation Symposium – Innovation in the Asian Century. December 8-11 2013, Melbourne, 2013
- [RSG15] RÜBBELKE, R.; SÖLLNER, S.; GAUSEMEIER, J.: Balancing the Strategic Product Portfolio based on Market and Competence Needs. In: 24th International Association for Management of Technology Conference Proceedings. June 8-11 2015, Cape Town, 2015, S. 1810-1829
- [RDG+15] RÜBBELKE, R.; DÜLME, C.; GAUSEMEIER, J.; SÖLLNER, C.: Innovationsorientierte Kompetenzplanung in der strategischen Produktplanung. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 11. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 29. - 30. Oktober 2015, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 347, Paderborn, 2015
- [SGR15] SÖLLNER, C.; GAUSEMEIER, J.; RÜBBELKE, R.: Planung und Monitoring eines zukunftsfähigen Produktpportfolios. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 11. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 29. - 30. Oktober 2015, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 347, Paderborn, 2015

Zusammenfassung

Der deutsche Maschinenbau und besonders die Automobilindustrie sind einer nie dagewesenen Dynamik im technischen, politischen und gesellschaftlichen Umfeld ausgesetzt. Insbesondere Entwicklungen wie das Internet der Dinge führen zu einem massiven technologischen Wandel. Eine steigende Produktkomplexität und höherer Entwicklungsaufwand bei gleichzeitig kürzeren Produktlebenszyklen sind die Konsequenz. Das kontinuierliche Verbessern und Ausbauen bestehender Kompetenzen ist längst nicht mehr ausreichend für eine wettbewerbsfähige Marktposition. Auch die immer neue Ausrichtung auf kurzfristig erfolgversprechende Marktleistungen führt nicht zu nachhaltigem Erfolg. Unternehmen müssen in der Lage sein, die Kompetenzen zur Realisierung zukünftiger Innovationen frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig aufzubauen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung. Diese liefert Maßnahmen zum strategiekonformen Kompetenzaufbau. Im ersten Schritt erfolgt eine Analyse der strategischen Ziele sowie bestehender Technologien und Kompetenzen. Im Weiteren werden fehlende Kompetenzen für ein konkretes Produktkonzept ermittelt. Ferner erfolgt eine Bewertung, die zu Handlungsempfehlungen für den internen, externen bzw. kooperativen Aufbau einer Kompetenz führt. Abschließend wird beschrieben, wie der Kompetenzaufbau konkret vorzunehmen ist. Die Anwendung der Systematik wird durch ein Wissensmanagementsystem unterstützt. Die Validierung in einem Unternehmen der Automobilindustrie veranschaulicht die Praxistauglichkeit.

Summary

German companies in the mechanical engineering industry and especially in the automotive industry are facing strong dynamics in the technical, political and social environment. Developments like the Internet of Things lead to a massive technological change. In consequence, product complexity and development effort are rising and at the same time product lifecycles shorten. The continuous improvement of existing skills is no longer sufficient for a competitive market position. Also, sustainable success cannot be achieved by frequent short-term refocusing on promising markets. Companies must be able to plan ahead the competence needs of their future products and to initiate the competence development early.

The aim of this thesis is an approach for innovation-oriented competence planning. The approach provides measures for the strategic competence development. First, an analysis of the company's strategy, present technologies and applied competencies is conducted. Then, the competence demand of a product concept is determined. The following evaluation of missing competencies leads to recommendations for their sourcing. Finally, concrete advice for the development of competencies is provided. The approach is supported by a knowledge management system. The validation in the automotive industry verifies its practicability.

Inhaltsverzeichnis Seite

1	Einleitung.....	5
1.1	Problematik	5
1.2	Zielsetzung.....	7
1.3	Vorgehensweise	8
2	Problemanalyse	9
2.1	Begriffsdefinition und -abgrenzung	9
2.1.1	Strategie.....	9
2.1.2	Idee, Invention und Innovation	10
2.1.3	Technologie, Technik und Produkt.....	12
2.1.4	Daten, Informationen und Wissen	14
2.1.5	Kompetenz.....	16
2.2	Produktentstehungsprozess nach GAUSEMEIER	18
2.3	Strategisches Management	21
2.3.1	Strategische Führung nach GAUSEMEIER ET AL	21
2.3.2	Strategieelemente und -ebenen	23
2.3.3	Market-, Resource- & Competence-Based View.....	25
2.4	Technologieorientiertes Innovationsmanagement.....	28
2.4.1	Der Innovationsprozess	29
2.4.2	Technologiemanagement.....	32
2.4.3	Technologieplanungskonzept des Heinz Nixdorf Instituts	33
2.4.4	Kompetenzmanagement.....	34
2.5	Herausforderungen bei der Kompetenzplanung	36
2.6	Anforderungen an eine Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung	38
3	Stand der Technik	41
3.1	Ansätze zur Strukturierung und Konkretisierung von Produktideen ...	41
3.1.1	Konstruktionsmethodik nach PAHL und BEITZ	41
3.1.2	Morphologischer Kasten nach ZWICKY	43
3.1.3	Konzipierung mechatronischer Systeme nach GAUSEMEIER ET AL.	44
3.1.4	Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps nach VIENENKÖTTER.....	45
3.1.5	Entwicklung konsistenter Produkt- und Technologiestrategien nach BRINK	48

3.2 Ansätze zur Kompetenzermittlung und -beschreibung	51
3.2.1 Zyklus des Kernkompetenzmanagements nach KRÜGER und HOMP	51
3.2.2 Management von Kernkompetenzen nach DEUTSCH ET AL.....	53
3.2.3 Kompetenzplanung nach MIEKE	55
3.2.4 Beschreibung von Kompetenzprofilen nach SCHUH und VON MANGOLDT	58
3.2.5 Identifikation erforderlicher Kompetenzen für hybride Leistungsbündel nach BAUREIS	60
3.3 Ansätze zur Bewertung von Kompetenzaufbaualternativen.....	61
3.3.1 Toolkit zur Kompetenzanalyse nach EDGE ET AL.	62
3.3.2 Identifikation von Kernkompetenzen nach BULLINGER ET AL. ...	64
3.3.3 Entwicklung und Bewertung innovativer Technologiestrategien nach BERGER.....	66
3.3.4 Implementieren von Technologiestrategien und Kompetenzportfolios nach GERYBADZE.....	68
3.3.5 Strategisches Kompetenz-Sourcing nach HINTERHUBER	70
3.3.6 Portfolioansatz zum Kompetenz-Sourcing nach LEHNER.....	72
3.4 Handlungsbedarf.....	74
4 Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung	77
4.1 Übersicht des Vorgehensmodells zur Systematik	77
4.2 Analysieren der Ausgangssituation	79
4.2.1 Unternehmens- und Geschäftsstrategie analysieren	80
4.2.2 Technologieinventur durchführen.....	81
4.2.3 Kompetenz-Beschreibungsrahmen definieren	84
4.2.4 Relevante Prozesse der Produktentwicklung analysieren und beschreiben	85
4.2.5 Kompetenzinventur durchführen	87
4.3 Konkretisieren von Innovationsvorhaben	88
4.3.1 Innovationsvorhaben erfassen und dokumentieren	89
4.3.2 Funktionen des Innovationsvorhabens beschreiben	92
4.3.3 Morphologischen Kasten erstellen	93
4.3.4 Technologien bewerten und auswählen.....	94
4.4 Ableiten des Kompetenzbedarfs	98
4.4.1 Kompetenzbedarf ermitteln.....	98
4.4.2 Kompetenzlücken identifizieren	99
4.5 Bewerten aufzubauender Kompetenzen	100
4.5.1 Erreichbarkeit bewerten	101
4.5.2 Vernetzungsgrad ermitteln	104
4.5.3 Strategische Bedeutung bewerten	108

4.5.4 Normstrategien ermitteln.....	110
4.5.5 Handlungsempfehlungen ableiten	113
4.6 Planen des Kompetenzaufbaus	114
4.6.1 Kompetenzaufbauprojekte identifizieren	114
4.6.2 Kompetenzaufbauprojekte spezifizieren	117
4.6.3 Ergebnisse an übergeordnete Strategieebenen übergeben..	119
4.7 Softwareunterstützung der Systematik.....	121
4.7.1 Eingesetzte Funktionen.....	121
4.7.2 Anpassung des Datenmodells	122
4.8 Bewertung der Systematik anhand der Anforderungen	123
5 Zusammenfassung und Ausblick.....	127
Abkürzungsverzeichnis	131
Literaturverzeichnis	133

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Kompetenzplanung in Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus sowie verwandter Branchen wie der Automobil- und Elektroindustrie. Das beschriebene Vorgehen geht dabei auf den gezielten Kompetenzaufbau zur Erschließung von Innovationspotentialen ein. Durch das Anwenden der entwickelten Systematik werden Unternehmen befähigt, Kompetenzbedarfe von Produktentwicklungsprojekten bereits in der frühen Phase zu identifizieren. Zudem werden sie bei der Entscheidung über die geeignete Kompetenz-Sourcing-Strategie unterstützt.

Die Einleitung legt in Abschnitt 1.1 die Problematik dar, auf deren Grundlage in Abschnitt 1.2 die Zielsetzung der Arbeit formuliert wird. Abschnitt 1.3 gibt einen Überblick über den Aufbau der Arbeit.

1.1 Problematik

Der Maschinen- und Anlagenbau behauptet sich seit langem als bedeutendster Industriezweig in Deutschland. Gemeinsam mit den verwandten Branchen der Elektro- und Automobilindustrie ist dieser Sektor Arbeitgeber für rund 2,6 Mio. Beschäftigte, erzielte im Jahr 2014 einen Umsatz von 658 Mrd. EUR und wird zurecht als *Motor der deutschen Wirtschaft* bezeichnet [VDMA15, S. 7f.], [Kös14, S. 5].

Doch diese Branchen sind einer nie dagewesenen **Dynamik** im technischen, politischen und gesellschaftlichen Umfeld ausgesetzt. Die rapide Durchdringung der Freizeit- und Arbeitswelt mit Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie eine voranschreitende Elektrifizierung maschinenbaulicher Erzeugnisse bewirken einen massiven technologischen Wandel. Durch das Internet der Dinge ergeben sich völlig neue Produkt- und Dienstleistungsmöglichkeiten. Ebenso ergeben sich im Zusammenhang mit der weiter steigenden **Internationalisierung** einerseits enorme Marktpotentiale, andererseits können dadurch aber auch Herausforderungen entstehen; z.B. wenn neue Wettbewerber in etablierte Märkte vorstoßen [aca14, S. 26], [AGN15, S. 163f.], [AKS+12, S. 473ff.], [BDI15, S. 11], [RGS15, S. 1811].

Besonders in der Automobilbranche sind diese Effekte sichtbar. Die stark wachsende Nachfrage geht mit zunehmend diversifizierten Produktanforderungen sowie unterschiedlichen staatlichen Regulierungen bspw. bei Emissionswerten einher. Beispielhafte Ausprägungen dieser Entwicklungen in der Automobilbranche sind neue Mobilitätskonzepte, der starke Einsatz von Fahrerassistenzsystemen und eine enorm wachsende Variantenvielfalt. Ganz **neuartige technische Probleme** erwachsen daraus, und die **Komplexität** in Produkten und der Entwicklung steigt überproportional. Die Konsequenz sind **lange Entwicklungszyklen** in Verbindung mit zunehmenden Unsicherheiten in der strategischen Produktplanung. Dem gegenüber stehen immer **kürzere Produktlebenszyklen** [AL13, S. 159f.], [ASF13, S. 614], [KSR14, S. 190ff.], [RDG+15].

Unternehmen reagieren auf den wachsenden Druck meist mit operativen Maßnahmen wie Effizienzsteigerung und Kostensenkung; diese Maßnahmen führen jedoch lediglich zu kurzzeitigem Erfolg [Ham01]. Die genannten Herausforderungen zeigen deutlich, dass es einer kontinuierlichen technologischen Weiterentwicklung bedarf, um wettbewerbsfähig zu sein. Die dafür erforderliche Innovationskraft ist in Deutschland erheblich. Im Jahr 2012 beliefen sich die Innovationsausgaben auf 137 Mrd. EUR [BMBF14, S. 34]. Bereits 2006 ergriff die deutsche Bundesregierung Maßnahmen zum Erhalt und Ausbau der Innovationsfähigkeit. Sie stellte die Bedeutung der **Kompetenzen zur Generierung von Innovationen** in der *Hightech-Strategie für Deutschland* heraus und präsentierte darin einen bundesweiten innovationsorientierten Kompetenzplan [BMBF06, S. 7].

Die 2014 veröffentlichte *neue Hightech-Strategie* stellt die **Innovationsdynamik** als eine der wesentlichen Stärken zur Umsetzung von Ideen in marktfähige Produkte heraus [BMBF14, S. 11]. Jedoch sorgt eben diese Dynamik für den bereits skizzierten steigenden Entwicklungsaufwand. Neue Technologiefelder und Marktpotentiale können nicht durch das bloße Fortschreiben bestehender Kompetenzen erreicht werden. Es müssen teils vollkommen neue Kompetenzbereiche erschlossen werden, was mit hohem Aufwand verbunden ist. Durch die verkürzten Produktlebenszyklen sinkt zusätzlich der **Return on Engineering** – die Rendite, die durch die Verwertung einer (technischen) Kompetenz über die Zeit erzielt wird. Eine nachhaltig erfolgreiche Positionierung im Wettbewerb kann durch die vorausschauende Planung und synergetische Nutzung von Kompetenzen erreicht werden. Dies gilt es methodisch zu unterstützen [Bir11, S. 82], [KSA11, S. 6], [PH14, S. 20], [SM14, S. 130].

Voraussetzung für den gezielten Kompetenzaufbau ist eine **rechtzeitige Identifikation des Kompetenzbedarfs**. Die Herausforderung liegt darin, benötigte Kompetenzen so detailliert zu beschreiben, dass sich deren Aufbau konkret planen lässt [Bir11, S. 82f.], [FS10, S. 361f.]. Sind konkrete Kompetenzbedarfe bekannt, stehen Unternehmen vor der Herausforderung, dass sie nicht sämtliche Kompetenzen selbst aufbauen können. Neben dem internen Kompetenzaufbau sind verschiedene Formen der **Kompetenzbeschaffung** in Betracht zu ziehen. Es können bspw. exklusive Partnerschaften eingegangen oder der vollständig externe Zukauf forciert werden. Neben dem Aufwand spielen dabei Kriterien wie die zeitliche Verfügbarkeit und die Risikoverteilung eine wichtige Rolle. Für den **internen Kompetenzaufbau** eignen sich besonders die Kompetenzen, die mit den strategischen Zielen des Unternehmens übereinstimmen, das Verständnis für Produkte und künftige Innovationen fördern und zu Wettbewerbsvorteilen führen. Alle diese Aspekte in der Kompetenzplanung zu beherrschen, ist nicht trivial [AG11, S. 5], [KH97, S. 254ff.], [PH14, S. 20].

Fazit

Innovationsfähigkeit ist der Erfolgsfaktor für den Hightech-Standort Deutschland; die innovationsorientierte Planung von Kompetenzen ist eine notwendige Voraussetzung für den zukünftigen Erfolg. Die methodische Unterstützung dafür ist jedoch noch nicht ausgereift und es besteht Handlungsbedarf. Im Rahmen von Innovationsprozessen muss der Kompetenzbedarf strukturiert erfasst und bewertet werden; ferner muss ein geeigneter Plan zum Kompetenzaufbau abgeleitet und umgesetzt werden.

1.2 Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist eine Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung. Dabei liegt der Fokus auf technischen Kompetenzen für die Produktentwicklung. Die Systematik soll in der frühen Phase der Produktentstehung angewendet werden und die Ergebnisse in die Entscheidungsbasis zur Erteilung eines Entwicklungsauftrags eingehen. Neben der Identifikation von benötigten neuen Kompetenzen sollen auch bereits bestehende Kompetenzen des betrachteten Unternehmens Berücksichtigung finden. Zur Dokumentation der Kompetenzen ist ein formaler Beschreibungsrahmen zu entwickeln. Die Systematik soll nach Möglichkeit geeignete bestehende Methoden zur Strukturierung von Produktideen und zur Ermittlung und Bewertung von Kompetenzen integrieren, leicht verständlich sein und Entscheidern eine adäquate Informationsbasis schaffen.

Ausgangspunkt der Systematik soll ein konkretes Innovationsvorhaben sein. Die Systematik soll dabei anleiten, eine notwendige Informationsbasis für die Kompetenzplanung zu erarbeiten. Dabei soll die Informationsbasis den konkreten Kompetenzbedarf eines Innovationsvorhabens sowie eine Übersicht über die bestehenden Kompetenzen des Unternehmens umfassen, sodass fehlende Kompetenzen identifiziert werden können. Diese sind anschließend anhand zu erarbeitender Kriterien zu bewerten. Diese Bewertung soll als Grundlage einer Empfehlung über den internen Aufbau bzw. externen Bezug von Kompetenzen dienen. Abschließend sollen die Ergebnisse sinnvoll zusammengefasst und empfohlene Aktivitäten unter Berücksichtigung ihrer Realisierungsreihenfolge terminiert werden.

Um die sukzessive entstehenden Erkenntnisse zu handhaben und zu externalisieren, soll die Systematik durch ein Wissensmanagementsystem unterstützt werden. Ferner sind die Aufgaben im Rahmen der innovationsorientierten Kompetenzplanung durch ein übergeordnetes Vorgehensmodell zu strukturieren. Die praktische Anwendbarkeit der Systematik soll anhand eines durchgängigen Beispiels veranschaulicht werden.

1.3 Vorgehensweise

Die vorliegende Arbeit ist in fünf Kapitel gegliedert. Im Anschluss an die Einleitung in **Kapitel 1** erfolgt in **Kapitel 2** eine Präzisierung der geschilderten Problematik. Dazu werden zunächst Begriffe definiert und abgegrenzt, die im Kontext der Arbeit wesentlich sind. Anschließend erfolgt eine Einordnung der zu entwickelnden Systematik in den Produktentstehungsprozess nach GAUSEMEIER. Ferner werden ausgewählte Ansätze des strategischen Managements und des technologieorientierten Innovationsmanagements im Kontext der Kompetenzplanung vorgestellt und diskutiert. Nach der Beschreibung von Herausforderungen bei der innovationsorientierten Kompetenzplanung, schließt das Kapitel mit der Formulierung von Anforderungen an die zu entwickelnde Systematik.

Kapitel 3 stellt den Stand der Technik dar. Zunächst werden Ansätze zur Strukturierung und Konkretisierung von Produktideen vorgestellt. Danach werden Ansätze zur Kompetenzermittlung beschrieben. Weiterhin werden Ansätze zur Bewertung von Kompetenzaufbaualternativen diskutiert. Die vorgestellten Ansätze werden abschließend in Bezug auf die in Kapitel 2 formulierten Anforderungen bewertet und der resultierende Handlungsbedarf beschrieben.

Die Erläuterung der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung ist Gegenstand von **Kapitel 4**. Zunächst wird ein Überblick über das zugrundeliegende Vorgehensmodell gegeben. Darauf aufbauend werden die fünf Phasen der Systematik detailliert vorgestellt und anhand der beispielhaften Anwendung in der Automobilindustrie veranschaulicht. Anschließend wird auf die Softwareunterstützung der Systematik eingegangen. Das Kapitel schließt mit der Bewertung der entwickelten Systematik anhand der in Kapitel 2 erarbeiteten Anforderungen.

Das abschließende **Kapitel 5** enthält eine Zusammenfassung der Arbeit. Ferner wird ein Ausblick auf zukünftige Forschungsfragen im Kontext der bearbeiteten Thematik gegeben.

2 Problemanalyse

Ziel der Problemanalyse sind Anforderungen, die von einer Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung zu erfüllen sind. Dazu werden in Abschnitt 2.1 wesentliche Begriffe im Kontext dieser Arbeit definiert und abgegrenzt. In Abschnitt 2.2 erfolgt eine Einordnung der Systematik in den Produktentstehungsprozess nach GAUSEMEIER. Abschnitt 2.3 führt in das strategische Management ein, aus dem in Abschnitt 2.4 das technologieorientierte Innovationsmanagement detaillierter betrachtet wird. Die bei der Ableitung und Planung von Kompetenzen entstehenden Herausforderungen werden in Abschnitt 2.5 herausgestellt. Die Problemanalyse schließt mit der Formulierung konkreter Anforderungen an die zu entwickelnde Systematik in Abschnitt 2.6.

2.1 Begriffsdefinition und -abgrenzung

Wesentliche Begriffe dieser Arbeit werden in der Literatur teils kontrovers diskutiert. Daher wird in den folgenden Abschnitten 2.1.1 bis 2.1.5 ein einheitliches Verständnis durch die Definition und Abgrenzung dieser Begriffe geschaffen. Dabei erhebt der Abschnitt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; an den relevanten Stellen wird auf weiterführende Literatur verwiesen.

2.1.1 Strategie

Der Begriff Strategie leitet sich aus den griechischen Begriffen *stratos* (= Herr) und *agein* (= führen) ab. Dieser ursprünglich militärisch geprägte Begriff kann auch mit „Feldherrenkunst“ übersetzt werden [GP14, S. 113]. Wissenschaftlich wird das strategische Management erstmals Mitte des 20. Jahrhunderts berücksichtigt. Die Arbeiten von ANSOFF [Ans65] und ANDREWS [And71] gelten als prägend für die Diskussion des Strategiebegriffs. Bis heute existiert allerdings keine einheitliche Definition¹. Diese Arbeit folgt dem Strategiebegriff im Kontext der Unternehmensführung. Demnach wird Strategie als ein „geplantes Maßnahmenbündel einer Unternehmung zur Erreichung ihrer langfristigen Ziele“ [WA12, S. 16] verstanden. Nach GAUSEMEIER und PLASS wird im Rahmen der Strategie „der Kurs des Unternehmens bestimmt“ [GP14, S. 38]². Bild 2-1 zeigt ein einfaches Beschreibungsmodell für eine Strategie – den sogenannten Strategiepfeil.

¹ Für eine umfassende Diskussion des Strategiebegriffs sowie möglicher Kategorisierungsansätze vgl. [Bri10, S. 10ff.], [Gäl05, S. 55f.], [Hin04, S. 17], [Leh14b, S. 9ff.] oder [WA12, S. 15].

² Der Prozess der strategischen Führung wird in Abschnitt 2.2.1 erläutert. Abschnitt 2.2.2 beschreibt Elemente und Ebenen einer Strategie.

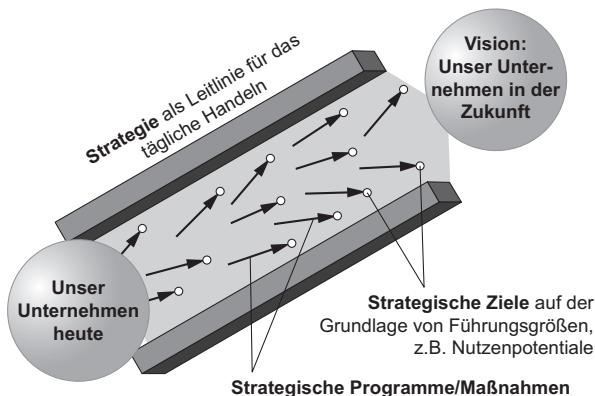


Bild 2-1: *Strategie – der Weg zur Vision* [GP14, S. 39]

Ausgehend von der heutigen Situation wird der Weg zur zukünftig angestrebten Position beschrieben – der Vision. Wesentlich sind die „Leitplanken“, die durch die Strategie vorgegeben werden. Sie bündeln die strategischen Programme und Maßnahmen und richten diese stets auf die Verwirklichung der Vision aus. Strategische Ziele sind dabei als Meilensteine zu sehen, die zur Operationalisierung der Strategie dienen [PG88], [GF99, S. 155f.], [GP14, S. 38].

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Planung von Kompetenzen. Diese sind wesentlich für das Erreichen der Vision, da sie das mögliche Handlungsfeld des Unternehmens abstecken. Für ein erfolgreich agierendes Unternehmen ist es somit von zentraler Bedeutung, die erforderlichen Kompetenzen zur Umsetzung der Strategie zu beherrschen.

2.1.2 Idee, Invention und Innovation

Die Begriffe Idee, Invention und Innovation werden teils synonym verwendet. Besonders der Innovations-Begriff wurde in den letzten Jahren inflationär eingesetzt. Dies erfordert eine Abgrenzung und Definition der Begriffe auf dem Weg von der Idee über die Invention zur Innovation.

Ideen sind Lösungsansätze zum Beheben eines Problems oder eines unbefriedigenden Sachverhaltes [Min01, S. 71]. Sie entstehen bspw. aus einem plötzlichen Einfall oder einem Grundmuster und stellen einen schöpferischen Gedanken dar; beinhalten jedoch nicht dessen Umsetzung [Wah04, S. 102].

Eine **Invention** hat gegenüber einer Idee einen höheren Reifegrad. Nach BULLINGER beschreibt sie die (erstmalige) technische Realisierung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und ist auf ökonomische Ziele gerichtet. Somit beschreibt eine Invention die Umsetzung einer Idee [Bul94, S. 35], [Dis05, S. 19], [VB13, S. 21].

Der Begriff **Innovation** ist auf das lateinische Verb *innovare* zurückzuführen, welches mit *erneuern* zu übersetzen ist. Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts bildet SCHUMPETER mit seinen Arbeiten die Grundlage der technisch-ökonomischen Innovationsforschung. Er beschreibt Innovationen als „*Durchsetzung neuer Kombinationen von Produktionsmitteln*“ und als Ursprung und Dynamik der wirtschaftlichen Entwicklung [Sch64, S. 100ff.]. EHRLENSPIEL definiert Innovation als „*die Einführung einer neuartigen, fortschrittlichen Lösung für ein bestimmtes Problem bis zum Markterfolg*“ [Ehr06, S. 347]. In der aktuellen Literatur wird der Terminus „Innovation“ sehr differenziert diskutiert. Etabliert ist die Unterscheidung nach Innovationsobjekten und Grad der Innovation [HS11, S. 5ff.], [Ger05, S. 37 ff.]. Ein Objekt der Innovation kann nach SPUR ein Produkt oder Prozess aus den Bereichen Technik, Organisation oder Gesellschaft sein [Spu98, S. 160ff.]. ZAHN und WEIDLER unterscheiden drei Innovationsobjekte [ZW95, S. 362ff.]:

- **Technische Innovationen** – Technologien, Produkte und (Fertigungs-)Prozesse
- **Organisationale Innovationen** – Strukturen, Kulturen und Systeme
- **Geschäftsbezogene Innovationen** – Geschäftsmodelle, Branchen- und Marktstrukturen

Zur Typisierung von Innovationen hinsichtlich des Neuheitsgrades existieren ebenfalls zahlreiche Ansätze. Gemein ist den gängigen Ansätzen die Unterteilung zwischen lediglich inkrementellen Neuerungen und etwas substantiell Neuem; GERYBADZE unterscheidet [Ger04, S. 69ff.]:

- **Inkrementelle Innovationen** – Entsprüchen in ihrer Funktionalität vorhandenen Produkten, die jedoch verbesserte Leistungsmerkmale aufweisen.
- **Strategische Innovationen** – Weisen einen höheren Kundennutzen durch erheblich verbesserte Funktionen auf und führen häufig zu neuen Produktgenerationen.
- **Radikale Innovationen** – Beschreiben völlig neue Produkte in bisher nicht bedienten Märkten.

Die vorliegende Arbeit fokussiert technische Innovationen. Es wird der konkreten Definition des Innovationsbegriffs nach SCHUH und BENDER gefolgt³:

„*Wird die Invention zur Produktreihe entwickelt, hergestellt und erfolgreich vermarktet bzw. im Fertigungsprozess eingesetzt, spricht man von einer Innovation. Für das Vorliegen einer echten Innovation ist somit die erfolgreiche Umsetzung im Markt ausschlaggebend*“ [SB12, S. 2].

³ Vgl. hierzu auch STAUDT [Sta93] und HAUSCHILDT/SALOMON [HS11, S. 3ff.]. Für eine umfassende Auseinandersetzung mit dem Innovationsbegriff sei auf [Bro99, S. 35ff.], [GS13, S. 6f.], [Ger05, S. 37ff.], [HS11, S. 3ff.] und [Sab91, S. 9ff.] verwiesen.

Die Fokussierung technischer Innovationen macht ein einheitliches Verständnis des Technologie-Begriffs erforderlich. Dieser wird im Folgenden diskutiert.

2.1.3 Technologie, Technik und Produkt

Für die Begriffe Technologie und Technik herrscht in der heutigen Managementliteratur kein einheitliches Verständnis. In der Praxis werden die Begriffe häufig synonym verwendet. Beide Begriffe entstammen dem griechischen Wort *technikos*, das *handwerkliches* oder *kunstfertiges Verfahren* bedeutet [Wol00], [SKS+11a, S. 33]. Dennoch wird in der Literatur eine begriffliche Trennung angestrebt⁴.

Im deutschsprachigen Raum gilt BECKMANN als Schöpfer des Technologiebegriffs. Bereits 1770 beschreibt er **Technologie** als „*die Wissenschaft, welche die Verarbeitung der Naturalien oder die Kenntnis der Handwerke lehrt*“ [BS90, S. 131]. POPPER beschreibt Technologie als „*die Lehre vom zielgerichteten Gestalten*“ [Pop69, S. 36] und beschränkt sich damit nicht auf rein naturwissenschaftlich-technische Inhalte [BK96, S. 88]. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Technologie-Definition nach PEIFFER gefolgt:

„*Technologie = Bündelung naturwissenschaftlich-technischer und anwendungsorientierter Erkenntnisse im Hinblick auf mögliche technische Problemlösungen. Technologien repräsentieren damit die spezifische Wissensgrundlage für potenzielle Produkte und Verfahren*“ [Pei92, S. 35].

Technik beschreibt BULLINGER als die „*materiellen Ergebnisse der Problemlösungsprozesse, ihre Herstellungsprozesse und ihren Einsatz*“ [Bul94, S. 34]. GERPOTT bestätigt und konkretisiert dieses Verständnis von Technik. Nach seiner Auffassung ist Technik die „*in Produkten oder Verfahren materialisierte und auf die Lösung bestimmter praktischer Probleme ausgerichtete Anwendung von Technologien*“ [Ger05, S. 17f.]. Das Zusammenspiel von Technologie und Technik nach BULLINGER ist in Bild 2-2 dargestellt.

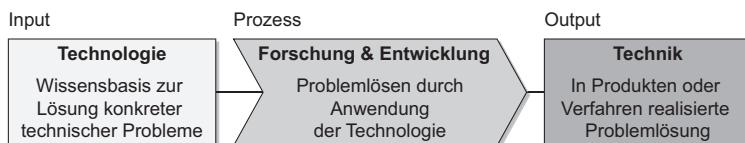


Bild 2-2: Zusammenspiel von Technologie und Technik nach BULLINGER [Bul94, S. 34]

Im Rahmen dieser Arbeit werden die Begriffe Technologie und Technik synonym verwendet. Eine Unterscheidung der Begriffe ist für die zu entwickelnde Systematik nicht

⁴ Weiter Abgrenzungen der Begriffe Technologie und Technik finden sich bspw. bei [BK96, S. 87 ff.], [Lic00, S. 6f.], [SKS+11a, S. 33ff.] oder [SLS11, S. 19 ff.].

zielführend, da in der praktischen Anwendung ohnehin lediglich Technologien Berücksichtigung finden, die in Produkten oder Verfahren anwendbar sind und einen wirtschaftlichen Nutzen versprechen [Ber06, S. 6]. Damit sind sie gleichermaßen als Technik zu bezeichnen⁵.

Eine Einordnung von Technologien bietet sich hinsichtlich ihres Einsatzgebiets und ihrer Lebenszyklusphase an⁶. **Einsatzgebiete** sind **Produkttechnologien**, die die vom Kunden geforderte Funktion technologisch umsetzen und Bestandteil der verkauften Leistung sind; **Produktionstechnologien**, welche zur Herstellung von Produkten notwendig sind und **Materialtechnologien**, die die Produkteigenschaften determinieren [Ger05, S. 26], [Kla06, S. 10f.], [SKS+11a, S. 35 f.]⁷.

Zur Ermittlung der **Lebenszyklusphase** einer Technologie ist das S-Kurven-Konzept der Technologieentwicklung nach MCKINSEY allgemein anerkannt. Es werden die folgenden Ausprägungen unterschieden [Ger05, S. 26], [GP14, S. 132f.], [BK96, S. 92ff.], [Tsc98, S. 232f.]:

- **Schrittmachertechnologie** – neue Technologie mit beachtlichem Weiterentwicklungspotential, welche jedoch mit erheblichen Unsicherheiten verbunden ist
- **Schlüsseltechnologie** – am Markt etablierte Technologie mit Weiterentwicklungs- und Differenzierungspotential
- **Basistechnologie** – von allen Wettbewerbern einer Branche beherrschte, ausgereifte Technologie

Zur Ermittlung der Position auf der S-Kurve, wird die Leistungsfähigkeit einer Technologie in Relation zum kumulierten Forschungs- und Entwicklungsaufwand abgetragen, wobei der namensgebende S-förmige Kurvenverlauf entsteht [BK96, S. 95]⁸.

Technologien erfüllen in einem Produkt definierte Funktionen. Nach PAHL und BEITZ beschreiben **Funktionen** „den gewollten Zusammenhang zwischen Eingang und Ausgang eines Systems mit dem Ziel, eine Aufgabe zu erfüllen“ [PBF+04, S. 42]. Somit eignen sich technische Standardfunktionen für den systematischen Umgang mit Wissen, welches einer spezifischen Technologie zugrunde liegt [Bri10, S. 9]. VIENENKÖTTER stellt einen

⁵ MÖHRLE und ISENmann postulieren ebenfalls die Überdeckung der Begriffe Technologie und Technik in der angewandten Wissenschaft [MI08, S. 6].

⁶ GERPOTT liefert eine umfassende Aufstellung von Systematisierungskriterien für Technologien und deren Ausprägungen [Ger05, S. 26f.].

⁷ SPUR verfolgt eine detailliertere Technologiedifferenzierung in Material-, Informations-, Präzisions-, Energie-, Struktur- und Prozesstechnologien [Spu98, S. 100]. Für die vorliegende Arbeit ist jedoch die Differenzierung nach Produkt-, Prozess- und Materialtechnologie zweckmäßig und zielführend.

⁸ Für eine detaillierte Auseinandersetzung mit dem S-Kurvenkonzept und dessen empirischer Relevanz vgl. [Bro93, S. 329ff.].

Katalog von 259 Verben vor, welcher auf den Arbeiten von BIRKHOFER, ROTH und LANGLOTZ basiert. Er unterteilt diese nach den Funktionsgrößen Energie, Stoff und Information [Bir80], [Rot00], [Lan00], [Vie07, S. A-21ff.].

Ein **Produkt** ist im abstrakten Begriffsverständnis das Ergebnis der Anwendung von Technologien zur Erfüllung einer Funktion oder zur Lösung eines Problems [Hin82, S. 40]. CRAWFORD und DI BENEDETTO definieren ein Produkt als Eigenschaftsbündel, welches über die folgenden Attribute beschrieben wird [CB14, S. 154f.]:

- **Merkmale** – Woraus besteht das Produkt?
- **Funktionen** – Welche Funktionen werden durch das Produkt erfüllt?
- **Nutzen** – Welchen Nutzen stiftet das Produkt beim Kunden?

In der Betriebswirtschaftslehre wird ein Produkt als das Ergebnis eines Leistungserstellungsprozesses (Produktion) und als Mittel zur Befriedigung von Kundenbedürfnissen verstanden. Produkte werden in Sachgüter (materiell), Dienstleistungen (immateriell) und Energieleistungen unterschieden [Gab15-ol]. Eine **Produktidee** ist nach KOTLER ein denkbare, aber noch nicht konkret ausgearbeitetes Produkt [Kot94, S. 238].

Für die zu entwickelnde Systematik sind vorrangig Produkttechnologien aller Lebenszyklusphasen relevant. Betrachtet werden Produktideen für Sachgüter. Da Technologien als Lösungswissen verstanden werden, ist ein einheitliches Verständnis des Wissensbegriffs erforderlich; dieser wird im Folgenden diskutiert.

2.1.4 Daten, Informationen und Wissen

Das Verständnis über den Kern und die Abgrenzung des Wissensbegriffs geht weit auseinander. Für die vorliegende Arbeit eignet sich die Unterscheidung von Daten, Informationen und Wissen [PRR13, S. 16].

Daten stellen eine beliebige Abfolge von Zeichen dar, die für sich stehend zunächst keinen Nutzen erzeugt. Erst die Verknüpfung von Daten mit einem subjektiven Bezug oder einer Bedeutung (Semantik) führt zu nutzbaren **Informationen**. AAMODT und NYGÅRD beschreiben diesen Zusammenhang treffend als „*Information is data with meaning*“ [AN95, S. 196], [Leh14a, S. 54f.], [VSS07, S. 59].

Wissen wird nach PROBST ET AL. als Gesamtheit der Kenntnisse zur Lösung von Problemen definiert. Es setzt sich aus der Verknüpfung verschiedener Informationen und Daten zusammen (vgl. Bild 2-3) [PRR13, S. 23], [KS06, S. 21], [Ric08, S. 15f.]. Nach PASCKERT stellt Wissen darüber hinaus den Input jeder Innovation dar [Pas01, S. 424].

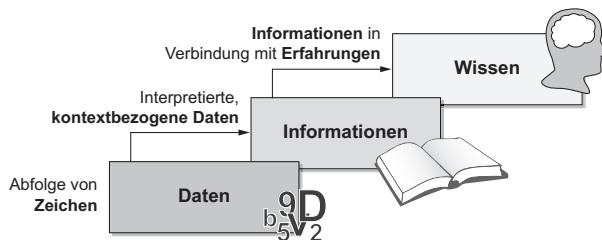


Bild 2-3: Zusammenhang von Daten, Informationen und Wissen nach [KS06, S. 20ff.]

Es existieren zahlreiche Ansätze zur Unterscheidung von Wissensarten. Weit verbreitet ist eine Unterscheidung der folgenden vier Wissensarten [KS06, S. 25 ff.], [PRR13, S. 21f.], [Leh14a, S. 58ff.], [VSS07, S. 61f.]:

- **Implizites Wissen** beschreibt das im Gedächtnis von Individuen vorhandene Gedankengut, welches nicht direkt zugänglich ist.
- **Explizites Wissen** bezeichnet sprachlich mittelbares, transportierbares und erfassbares Wissen, welches anderen Individuen zur Verfügung gestellt werden kann.
- **Individuelles Wissen** ist an einzelne Personen gebunden. Es handelt sich um persönliche Erfahrungen eines Individuums, wird nicht geteilt und ist somit nur dem Wissensträger bekannt.
- **Kollektives (organisationales) Wissen** setzt sich aus verschiedenen Wissensbeständen und -trägern zusammen. Es befindet sich z.B. in den etablierten Verfahren und Arbeitsprozessen oder im dokumentierten Lösungsprinzip eines Produkts.

Die Summe aus kollektiven und individuellen Wissensbeständen ergibt die organisationale Wissensbasis [PRR13, S. 21f.]. Beide Wissensarten können sowohl in expliziter, als auch in impliziter Form vorliegen. Zusammenfassend liegt die Herausforderung darin, das implizite Wissen verfügbar zu machen und damit die für den Wissenstransfer notwendige Transparenz zu erzeugen [VSS07, S. 63]⁹.

In der unternehmerischen Praxis werden die Begriffe Wissen und Fähigkeit häufig gleichbedeutend verwendet. Im Rahmen dieser Arbeit wird unter **Fähigkeit** jedoch das erfolgreiche Verarbeiten und **Anwenden von Wissen** verstanden. Die Fähigkeiten eines Unternehmens werden somit über die Anwendung der Wissensbasis durch die Mitarbeiter determiniert [Ras94, S. 94], [BJ 94, S. 20], [Wag98, S. 75], [WMM94, S. 304ff.]. Für die vorliegende Arbeit ist eine Abgrenzung der Begriffe Fähigkeit und Kompetenz bedeutsam. Im Folgenden wird daher der Kompetenz-Begriff definiert.

⁹ Ein verbreiteter Ansatz des Wissensmanagements ist das SECI-Modell (Socialization, Externalization, Combination, Internalization). Es beschreibt den Prozess der Wissensschaffung und -verbreitung durch die kontinuierliche Transformation von implizitem und explizitem Wissen [NT12], [Sch13a, S. 13f.].

2.1.5 Kompetenz

Der Begriff Kompetenz entstammt dem lateinischen Wort *competentia* und ist mit zwei unterschiedlichen Bedeutungen belegt: Zum einen bedeutet er *Zuständigkeit* und zum anderen *Sachverständnis* [ER03, S. Xf.]. Die Organisationslehre adressiert die Zuständigkeit, indem einem Stelleninhaber zugeteilte Rechte oder Befugnisse beschrieben werden [Ble80, S. 1056]. Kompetenzen im Sinne des strategischen Managements sind hingegen auf die Fähigkeiten eines Individuums oder einer funktionalen Gruppe gerichtet [Hal92, S. 136ff.].

KRÜGER und HOMP sowie LOMBRISER und ABPLANALP definieren **Kompetenzen** als eine **Kombination aus Fähigkeiten und Ressourcen** [KH97, S. 26], [LA10, S. 159]. Dabei unterscheidet GRANT materielle (tangible) und immaterielle (intangible) **Ressourcen**¹⁰. Materielle Ressourcen sind beispielsweise Maschinen; sie sind örtlich gebunden und daher nur für jeweils einen bestimmten Zweck verwendbar. Immaterielle Ressourcen, wie beispielsweise Patente, zeichnen sich durch ihre mehrfache, simultane Verwendbarkeit aus. Zudem steigt ihr Wert bei wiederholendem Einsatz [Gra91], [AS93, S. 35], [LA04, S. 143]. Aufgrund der schlechten Zurechenbarkeit ihrer Wirkung sind immaterielle Ressourcen schwer zu imitieren und von strategischer Bedeutung [Col95, S. 121f.].

Im vorangegangenen Abschnitt ist bereits erläutert, dass **Fähigkeiten** anwendungsbezogenes Wissen darstellen (vgl. Abschnitt 2.1.4). AMIT und SCHOEMAKER postulieren, dass Fähigkeiten immer auf Ressourcen gerichtet sind. Sie beschreiben Fähigkeiten weiter als den Prozess, der es ermöglicht, Ressourcen so zu bündeln und einzusetzen, dass sie den jeweiligen Geschäftszweck erfüllen [AS93, S. 35]¹¹.

Die Begriffe Fähigkeit und Ressource werden sehr uneinheitlich verwendet. Besonders im englischsprachigen Raum werden Fähigkeiten häufig unter Ressourcen subsummiert. Die vorangegangenen Definitionen sind dennoch allgemein anerkannt und entsprechen dem Verständnis in dieser Arbeit. Bild 2-4 visualisiert den Zusammenhang von Fähigkeiten, Ressourcen und Kompetenzen. Neben den allgemeinen Definitionen existieren manifaltige Ansätze zur Unterteilung von Kompetenzen¹². Im Folgenden wird lediglich auf die für die zu erstellende Systematik relevanten technischen und strategischen Kompetenzen eingegangen.

¹⁰ Die Unterteilung von Ressourcen wird sehr unterschiedlich vorgenommen. BARNEY differenziert bspw. physikalische, humane und organisatorische Ressourcen [Bar91, S. 101]. OSTERWALDER und PIGNEUR unterscheiden menschliche, finanzielle, physische und intellektuelle Ressourcen [OP10, S. 35]. Für die zu entwickelnde Systematik wird die Aufteilung in materielle und immaterielle Ressourcen als zielführend angesehen.

¹¹ BINDER und KANTOWSKY liefern eine weiterführende Diskussion der Zusammenhänge von Fähigkeiten und Ressourcen sowie eine Gegenüberstellung der Definitionen verschiedener Autoren [BK96, S. 29ff.].

¹² Vgl. hierzu bspw.: [Bir11, S. 14ff.], [Dan07, S. 511ff.], [HHM03, S. 45f.], [SHT96, S. 7].

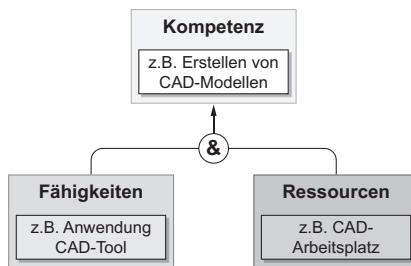


Bild 2-4: Zusammenhang von Kompetenzen, Ressourcen und Fähigkeiten in Anlehnung an [KH97, S. 26], [LA10, S. 159]

Besonders für produzierende Unternehmen sind **technische Kompetenzen** von hoher Bedeutung [Hal93, S. 608f.]. Nach TEECE ET AL. beschreiben sie die (Lern-)Fähigkeit einer Unternehmung, neue Produkte und Prozesse zu entwickeln [TRD+94, S. 19]. DANNEELS folgt dieser Begriffsbildung und definiert technologische Kompetenz wie folgt:

„A technological competence gives the firm the ability to design and manufacture a physical product with certain features“ [Dan02, S. 1003].

Technische Kompetenzen liegen vor, wenn Ressourcen so geschickt eingesetzt werden, dass innovative Produkte und Prozesse entstehen [GN05, S. 842], [CF99, S. 332]. Diese Orientierung technischer Kompetenzen an Produkt- und Prozessinnovationen impliziert eine Ausrichtung am Markt und erfordert neben technischen Fähigkeiten auch Wissen über Wettbewerber und Kundenbedürfnisse [Ger00, S. 87f.]. Technische Kompetenzen sind jedoch nicht direkt mit Produkten verknüpft. Nach HAMEL und PRAHALAD können sie theoretisch in jedes erdenkliche Produkt eingehen. Sie sind allerdings unabhängig vom Endprodukt, dessen Funktionalität immer nur auf die darin eingebetteten Technologien zurückgeführt werden kann [HP95, S. 81], [Tee82, S. 46] [Rob91, S. 288]¹³.

Strategische Kompetenzen sind auf die Erreichung der im Unternehmensleitbild gesetzten Ziele gerichtet [GP14, S. 197]. Nach PÜMPIN handelt es sich dabei um eine:

„...durch den Aufbau von wichtigen und dominierenden Fähigkeiten bewusst geschaffene Voraussetzung, die es dem Unternehmen ermöglicht, im Vergleich zur Konkurrenz langfristig überdurchschnittliche Ergebnisse zu erzielen“ [Püm83, S. 34].

Synonym zur strategischen Kompetenz wird häufig der Begriff der **strategischen Erfolgsposition (SEP)** verwendet, welcher von PÜMPIN in die Managementlehre eingeführt

¹³ BIRKE liefert eine detaillierte Auseinandersetzung mit dem Begriff der technologischen Kompetenz und reflektiert umfassend die einschlägige Literatur [Bir11, S. 35ff.].

wurde. SEP des eigenen Unternehmens sind von den Konkurrenten der Wettbewerbsarena nicht ohne weiteres imitierbar, zukunftsgerichtet und sichern langfristig den Erfolg eines Unternehmens [Püm83, S. 34.]. Aus der Diskussion um strategische Kompetenzen ist Anfang der 90er Jahre der Begriff der Kernkompetenz entstanden¹⁴.

Geprägt wurde der Begriff von HAMEL und PRAHALAD. Sie beschreiben **Kernkompetenzen** als Bündel von Fähigkeiten und Ressourcen, die einem Unternehmen zu Wettbewerbsvorteilen verhelfen. Weiter definieren sie Kernkompetenzen als die Quelle zukünftiger Produktentwicklungen [HP95, S. 302]. Nach PRAHALAD und HAMEL sowie KRÜGER und HOMP muss eine Kernkompetenz drei Merkmale erfüllen. Eine Kernkompetenz muss [PH90, S. 79ff.], [KH97, S. 28]¹⁵:

- einen **überdurchschnittlichen Kundennutzen** erzeugen, der auch als solcher wahrgenommen wird,
- eine **Differenzierung zum Wettbewerb** ermöglichen, bspw. durch Imitations- und Substitutionsbarrieren und
- **ausbaufähig** und **transferierbar** sein, d.h. Relevanz für zukünftige Produkte haben sowie auf verschiedene Produkte des Unternehmens anwendbar sein.

Aus den aufgeführten Begriffsbestimmungen wird für die zu entwickelnde Systematik die folgende zusammenfassende Definition des Kompetenzbegriffs verwendet:

Kompetenzen beschreiben das zielgerichtete Anwenden von implizitem und explizitem Wissen (Fähigkeiten) unter Verwendung der dafür erforderlichen materiellen und immateriellen Ressourcen. Führen Kompetenzen zu Wettbewerbsvorteilen, werden sie als Kernkompetenzen des betrachteten Unternehmens angesehen.

2.2 Produktentstehungsprozess nach GAUSEMEIER

Die Planung und Entwicklung von (technischen) Kompetenzen ist integraler Teil des Produktentstehungsprozesses. Nach GAUSEMEIER folgt dieser Prozess nicht einer stringenten Abfolge von Phasen und Meilensteinen. Er ist vielmehr ein Wechselspiel von Aufgaben, die sich in drei Zyklen gliedern lassen. Bild 2-5 stellt das Wechselspiel der Aufgaben dar, die im Folgenden erläutert werden [GP14, S. 25].

¹⁴ GAUSEMEIER ET AL. nehmen eine Einordnung strategischer Kompetenzen nach Strategieebenen vor. Auf Ebene der Geschäftsstrategie sprechen sie von strategischen Erfolgspositionen; auf Unternehmensstrategie-Ebene von Kernkompetenz [GP14, S. 198]. Eine detaillierte Erläuterung der Strategieebenen erfolgt in Abschnitt 2.3.2.

¹⁵ Zahlreiche Autoren befassen sich mit dem Kernkompetenz-Ansatz. Allen gemein ist die Aussage, dass Kernkompetenzen die Basis für Wettbewerbsvorteile bilden. Vgl. hierzu: [Col91 S. 51f.], [Chr96, S. 115], [Day94, S. 38ff.], [LA10, S. 159], [Lim99, S. 101], [Pra90, S. 80ff.], [Rom06, S. 205].

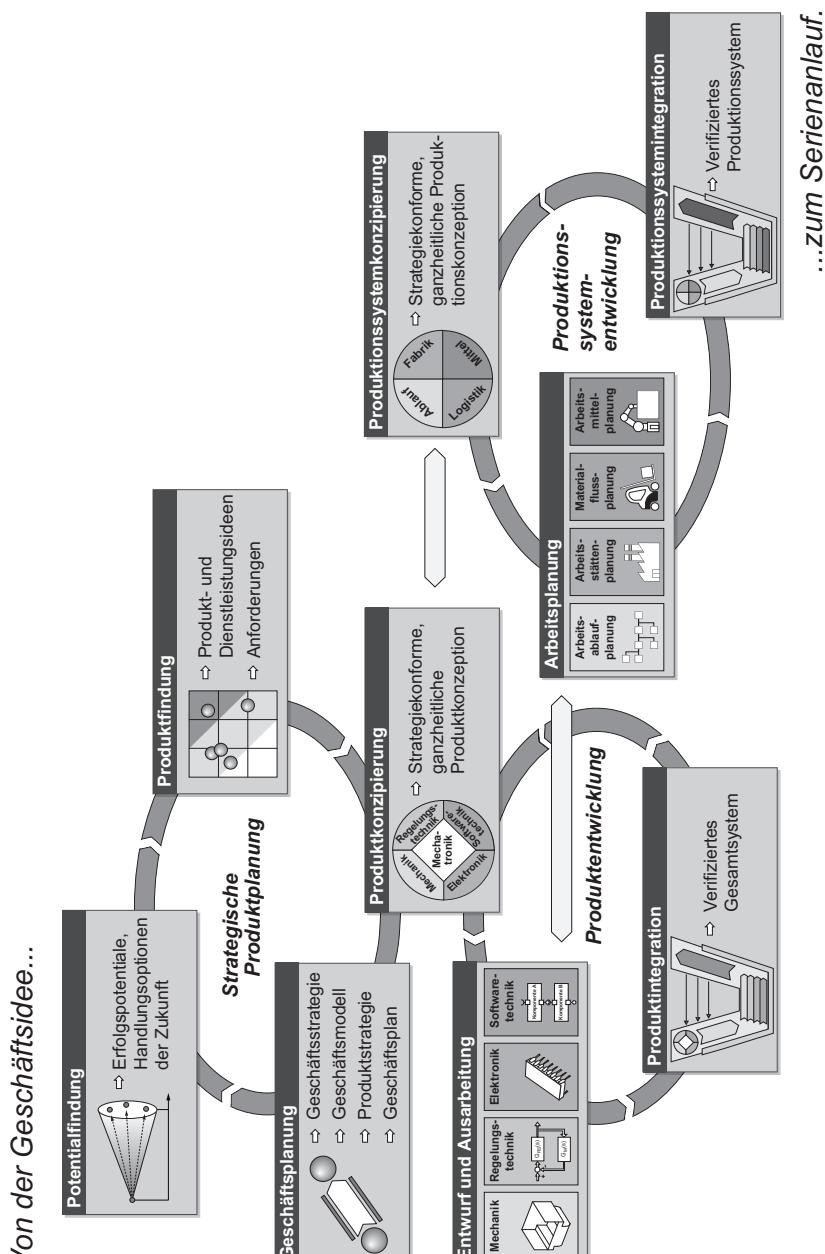


Bild 2-5: 3-Zyklen-Modell der Produktentstehung nach GAUSEMEIER [GDS+13, S. 43], [GP14, S. 26]

..zum Serienanlauf.

Erster Zyklus: Strategische Produktplanung

Der erste Zyklus beschreibt das Vorgehen vom Finden der Erfolgspotentiale der Zukunft bis zur erfolgversprechenden Produktkonzeption (prinzipiellen Lösung). Er umfasst die Aufgabenbereiche Potentialfindung, Produktfindung, Produktkonzipierung und Geschäftsplanung. Ziel der **Potentialfindung** ist das Erkennen von Erfolgspotentialen. Basierend darauf werden entsprechende Handlungsoptionen der Zukunft ermittelt. Die **Produktfindung** befasst sich mit der Suche und der Auswahl neuer Produkt- und Dienstleistungsideen zur Erschließung der erkannten Erfolgspotentiale. Ausgangspunkt der **Geschäftsplanung** ist die Geschäftsstrategie. Sie legt fest, welche Marktsegmente wann und in welcher Form bearbeitet werden sollen und ist Voraussetzung für die Beschreibung des Geschäftsmodells und der Formulierung der Produktstrategie. Die Produktstrategie fließt wiederum in den Geschäftsplan ein, der den Nachweis erbringen muss, dass ein attraktiver Return on Investment (RoI) zu erzielen ist [GP14, S. 25f.].

Zweiter Zyklus: Produktentwicklung, Virtuelles Produkt

Dieser Zyklus umfasst die Produktkonzipierung, den domänen spezifischen **Entwurf und die Ausarbeitung** sowie die Integration der Ergebnisse der einzelnen Fachgebiete zu einer Gesamtlösung. Da in diesem Zusammenhang die Bildung und Analyse von rechnerinternen Modellen eine wichtige Rolle spielt, hat sich der Begriff Virtuelles Produkt etabliert [GP14, S. 26].

Dritter Zyklus: Produktionssystementwicklung, Digitale Fabrik

Den Ausgangspunkt bildet die Konzipierung des Produktionssystems, die im Wechselspiel zur Produktkonzipierung erarbeitet wird. Dabei sind die vier Aspekte Arbeitsablaufplanung, Arbeitsmittelplanung, Arbeitsstättenplanung und Produktionslogistik (Schwerpunkt: Materialflussplanung) integrativ zu betrachten. Die Begriffe Virtuelle Produktion bzw. Digitale Fabrik drücken aus, dass in diesem Zyklus ebenfalls rechnerinterne Modelle gebildet und analysiert werden [GP14, S. 26].

Die Produkt- und Produktionssystementwicklung sind eng aufeinander abzustimmen. Häufig wird bereits das Produktkonzept durch Fertigungstechnologien determiniert. Andererseits können bestimmte Produkteigenschaften erst durch die Entwicklung neuer Produktionssysteme realisiert werden. Die beiden Pfeile in Bild 2-5 sollen das Wechselspiel von Produkt- und Produktionssystementwicklung verdeutlichen [GP14, S. 26f.].

Einordnung der Arbeit: Die zu entwickelnde Systematik orientiert sich am Produktentstehungsprozess nach GAUSEMEIER und ist im Zyklus *Strategische Produktplanung* zu verorten. Anwendung findet die Systematik in der Produktfindung und der Geschäftsplanung; ferner wird die Produktkonzipierung für die Ableitung darin benötigter Kompetenzen betrachtet. Es werden Kompetenzen für Produktideen ermittelt und mit der Geschäftsstrategie abgeglichen. Daraus entstehen wiederum Impulse zur Anpassung der langfristigen Geschäftsstrategie. Die Resultate der Systematik stellen einen wesentlichen Input der Produktplanung dar und determinieren zum Teil bereits die Produktionssystemplanung.

2.3 Strategisches Management

Das strategische Management¹⁶ befasst sich nach BEA und HAAS mit der „zielorientierten Gestaltung nach [...] langfristigen, globalen, umweltbezogenen und entwicklungsorientierten Aspekten“ [BH05, S. 20]. Nach SABISCH dient es dazu, „die Stärken des Unternehmens im Wettbewerb möglichst umfassend auszunutzen“ [Sab91, S. 139f.]. HAMEL und PRAHALAD sehen es als essentiell an, „die Zukunft als Erster zu erreichen“ und sehen dies als Aufgabe des strategischen Managements [HP95, S. 50ff.]. Auf dieser These baut auch der Ansatz der *Blue Ocean Strategy* nach KIM und MUBORGNE auf. Demzufolge sind die Erfolgspotentiale einer Strategie am höchsten, solange sie im Branchenraum einmalig sind [KM05, S. 18].

In den vergangenen Jahrzehnten ist eine Reihe von Prozessmodellen entstanden. Trotz unterschiedlicher Schwerpunkte weisen alle Ansätze die Phasen Analyse, Strategieentwicklung, Strategiumsetzung und Strategiekontrolle auf [KGB11, S. 55], [Leh14b, S. 27]¹⁷. Nach GAUSEMEIER ET AL. reicht es jedoch nicht aus, lediglich auf aktuelle Entwicklungen vorbereitet zu sein. Vielmehr gilt es, zukünftige Chancen und Gefahren zu antizipieren und im strategischen Management zu berücksichtigen. GAUSEMEIER ET AL. adressieren diesen Aspekt in der Phase Vorausschau [GP14, S. 115f.]. Der Prozess der strategischen Führung nach GAUSEMEIER ET AL. wird daher im Folgenden vorgestellt und als Grundlage der vorliegenden Arbeit verwendet (vgl. Abschnitt 2.3.1)¹⁸. In Abschnitt 2.3.2 werden zudem die Ebenen und Elemente einer Strategie erläutert.

2.3.1 Strategische Führung nach GAUSEMEIER ET AL.

GAUSEMEIER ET AL. beschreiben den Prozess der strategischen Führung anhand der vier Phasen Analyse, Vorausschau, Strategieentwicklung und Strategiumsetzung. Jede der Phasen ist mit grundsätzlichen Fragen verknüpft, welche im Folgenden erläutert werden; Bild 2-6 liefert einen Überblick [GP09, S. 147 f.], [GP14, S. 115f.].

Analyse „Wo stehen wir und welche Handlungsmöglichkeiten haben wir heute?“: In der Analysephase wird die gegenwärtige Position des Unternehmens, Geschäftsbereichs oder Produktbereichs ermittelt. Dabei wird zwischen der internen Unternehmensanalyse und

¹⁶ Für eine ausführliche Diskussion zum strategischen Management siehe [ML05, S. 8ff.].

¹⁷ Vgl. hierzu [BH09, S. 56ff.], [GK11, S. 81ff.], [GP09, S. 147f.], [KGB11, S. 55ff.], [WA12, S. 189ff.].

¹⁸ Ein weiteres anerkanntes Modell der strategischen Führung ist das St. Galler Management-Konzept nach BLEICHER. Dies fußt auf der Integration der „top down“ und „bottom up“ Betrachtung zu einem Management mit Systemperspektive. Es verbindet die Perspektiven des normativen, strategischen und operativen Managements mit den Aspekten Struktur, Aktivitäten und Verhalten. Diese verdeutlichen das Spannungsfeld zwischen konzeptionell-gestalterischem Wollen und dem Verwirklichen des Angestrebten [Ble99, S. 55 ff.], [GP14, S. 113f.], [Pei15, S. 26f.].

der externen Markt- und Wettbewerbsanalyse unterschieden. Ergebnis sind heutige Stärken und Schwächen sowie Ansatzpunkte, um die Wettbewerbsposition aus heutiger Sicht zu verbessern [GP09, S. 147], [GP14, S. 115].

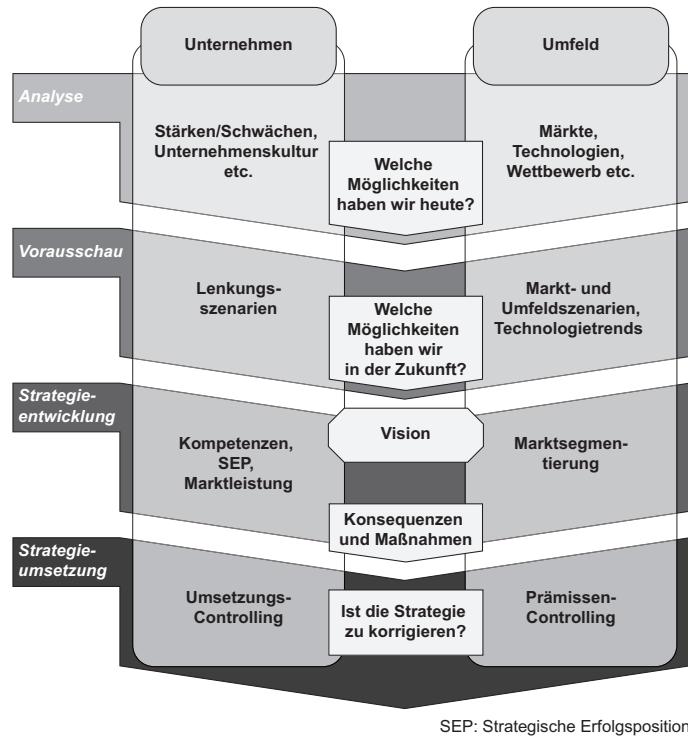


Bild 2-6: *Prozess der strategischen Führung nach GAUSEMEIER ET AL. [GF99, S. 160]*

Vorausschau „Welche Handlungsoptionen haben wir, insbesondere in der Zukunft?“: Die Lösung aktueller Probleme trägt nicht zwangsläufig dazu bei, die Herausforderungen der Zukunft zu bewältigen. Zur Ermittlung möglicher zukünftiger Entwicklungen wird die Szenariotechnik nach GAUSEMEIER empfohlen [GP14, S. 44ff.]. Dieser systematische Blick in die Zukunft liefert sowohl interne als auch externe Chancen und Gefahren, die in Verbindung mit den Erkenntnissen der Analysephase zu zukünftigen Handlungsoptionen führen [GPW09, S. 137].

Strategieentwicklung „Welchen Plan verfolgen wir warum?“: In der Strategieentwicklung erfolgt die Erarbeitung der unternehmerischen Vision mit dem Leitbild sowie strategischen Kompetenzen und Positionen (vgl. Abschnitt 2.3.2). Des Weiteren wird der Weg zum Verwirklichen der Strategie antizipiert. Aus der Vision ergeben sich mögliche Handlungsoptionen mit denen das Unternehmen die gesetzten Ziele erreichen kann. Aus der Auswahl und Kombination erfolgversprechender Optionen resultieren strategische

Programme bzw. Konsequenzen und Maßnahmen, die beschreiben, wie die Vision erreicht werden kann [GP09, S. 147], [GP14, S. 116].

Strategieumsetzung „*Liegen wir auf Kurs und gelten die Annahmen noch?*“: Abschließend erfolgt die Umsetzung der formulierten Maßnahmen. Direkt verbunden mit der Umsetzung ist die Kontrolle des Erfolgs der entwickelten Strategie mithilfe des Prämissen- und Umsetzungs-Controllings [GP09, S. 147 f.]. Diese Phase wird in der Praxis häufig vernachlässigt, was den gesamten Prozess der strategischen Planung ad absurdum führt [Rey13, S. 17].

Einordnung der Arbeit: Die zu erarbeitende Systematik ist integraler Bestandteil der strategischen Führung. Von besonderer Bedeutung ist die Strategieentwicklung, da hier die übergeordnete Planung benötigter Kompetenzen erfolgt. Weiterhin ist die Strategieumsetzung relevant, da ein Unternehmen stets prüfen muss, ob bestehende Kompetenzen noch benötigt werden, um einen effizienten Ressourceneinsatz zu gewährleisten.

2.3.2 Strategieelemente und -ebenen

Nach GAUSEMEIER ET AL. besteht eine Strategie aus fünf **Elementen**. Das Leitbild, die strategischen Kompetenzen und die strategischen Positionen bilden zusammen die unternehmerische Vision. Hinzu kommen die Strategieumsetzung mittels strategischer Programme, Konsequenzen und Maßnahmen sowie einer strategiekonformen Unternehmenskultur [GP14, S. 189ff.].

Zur erfolgreichen Entwicklung von Strategien, müssen Unternehmen nach HENDERSON die folgenden **Voraussetzungen** erfüllen [Hen00, S. 28]:

- Das Vorhandensein einer kritischen Wissensmenge verbunden mit der Fähigkeit, Wissen in einem dynamischen Interaktionssystem nutzbar zu machen.
- Die Fähigkeit zur Systemanalyse, um zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten antizipieren zu können.
- Der Einsatz von Phantasie und Logik, um strategische Alternativen aufzeigen und ergreifen zu können.
- Der Wille, auf kurzfristige Ziele zu Gunsten zukünftiger Potentiale zu verzichten.

Abhängig von Struktur und Größe eines Unternehmens sind Strategien auf unterschiedlichen Unternehmensebenen anzusiedeln. GAUSEMEIER ET AL. unterscheiden die Unternehmensstrategie, Geschäftsstrategien und Substrategien [GP14, S. 114]¹⁹. Bei dem zunächst als Top-Down-Ansatz wirkenden Konzept, handelt es sich in Wirklichkeit um einen Kreislauf mit Wechselwirkungen auf allen Ebenen. Dieser wird in Bild 2-7 dargestellt.

¹⁹ Für eine tiefere Diskussion der Strategieebenen vgl. bspw. [Hin04, S. 45ff.] oder [Bro99, S. 175ff.].

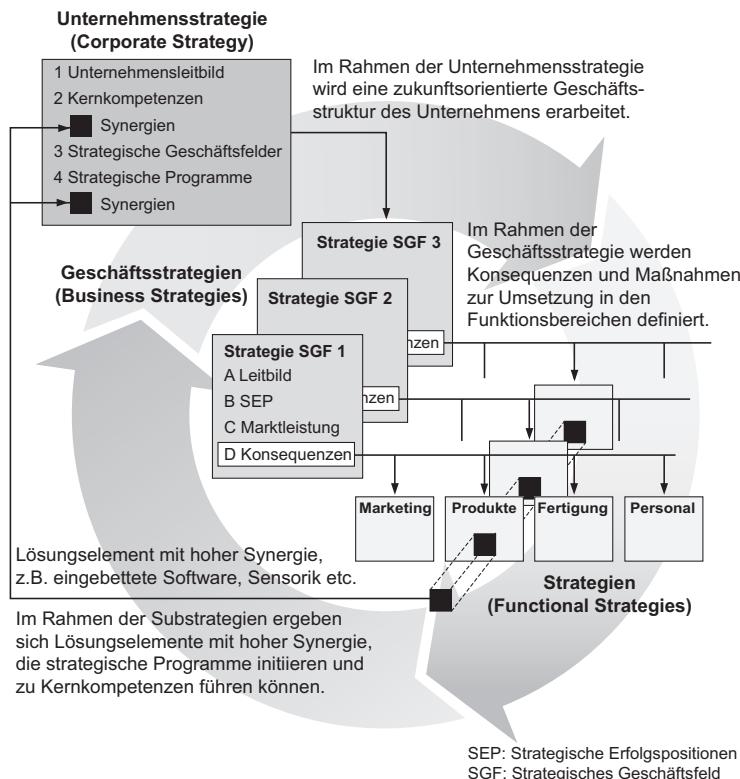


Bild 2-7: Strategieebenen und Wechselspiel der Strategien [GP14, S. 115]

Die **Unternehmensstrategie** legt die grundsätzliche Geschäftsstruktur des Unternehmens fest. Sie beschreibt, welche Märkte mit welchen Marktleistungen bedient werden, definiert Kernkompetenzen und grenzt strategische Geschäftsfelder voneinander ab. Ferner werden geschäftsbereichsübergreifende Programme initiiert und eine strategiekonforme Unternehmenskultur gefördert. In den **Geschäftsstrategien** werden die grundsätzlichen Vorgaben aus der Unternehmensstrategie konkretisiert. Sie sind nur bei großen Unternehmen mit mehreren Geschäftsfeldern erforderlich. Sie beinhaltet strategische Erfolgspositionen (SEP)²⁰, konkrete Marktleistungs- und Geschäftsziele sowie Konsequenzen und Maßnahmen für die einzelnen Handlungsbereiche [GP14, S. 114], [GP14, S. 190]. Ausgehend von diesen Konsequenzen und Maßnahmen, werden auf **Substrategie**-Ebene die Ziele der einzelnen Handlungs- und Funktionsbereiche definiert und erarbeitet [WRM09, S. 12], [GP14, S. 114].

²⁰ Strategische Erfolgspositionen werden als Schlüsselfähigkeiten zur Verwirklichung der Geschäftsvision verstanden [GP14, S. 190]. Für eine detaillierte Auseinandersetzung mit den Begriffen vgl. Abschnitt 2.1.5.

Auf der Ebene der Substrategien sind die **Produkt- und Technologiestrategien** einzurichten. Diese schaffen die Rahmenbedingungen für die Entwicklung strategiekonformer Produkte [Bri10, S. 21], [GP14, S. 114]. Die in der Literatur ebenfalls häufig diskutierte **Innovationsstrategie** lässt sich nicht eindeutig einer Ebene zuordnen. Nach BRINK ist sie integraler Bestandteil des strategischen Managements und Bindeglied der Geschäfts- und Substrategieebene [Bri10, S. 22], [VSS07, S. 19].

Nach FRAUNFELDER legt die Innovationsstrategie fest, welche Tätigkeiten langfristig verfolgt werden und integriert dabei die Geschäfts-, Wettbewerbs-²¹ und Technologiestrategie [Fra00, S. 20]. In der Praxis mangelt es häufig an dieser Integration der Strategieebenen. In Konsequenz fehlt der Bezug zwischen strategischen Zielen und umsetzungsrelevanten Kernkompetenzen. Eine mangelnde Einbettung der Technologiestrategie hat weiterhin zur Folge, dass das Potential technologischer Kompetenzen ungenutzt bleibt [Bri10, S22], [SWA+03, S. 19f.].

Einordnung der Arbeit: Die Systematik soll die Festlegung von strategischen Erfolgspositionen unterstützen. Dabei sollten sowohl neue Erfolgspositionen aufgebaut als auch alte abgekündigt werden. Besondere Bedeutung hat dabei die Substrategie-Ebene. Auf konkreter Geschäftstätigkeit basierend, sind notwendige Kompetenzen zu ermitteln. So mit wird das beschriebene Wechselspiel zwischen den Strategie-Ebenen im Rahmen der Arbeit genutzt. Im Sinne der Innovationsstrategie werden Kompetenz-Bedarfe der Substrategie-Ebenen und die Ziele der Unternehmens- und Geschäftsstrategie synchronisiert.

2.3.3 Market-, Resource- & Competence-Based View

Ausgangspunkt der Strategieentwicklung sind häufig theoretische Modelle die verschiedene Sachverhalte erklären und prognostizieren, indem sie diese in eine kausale Beziehung zueinander bringen [Bir11, S. 63], [Chm79, S. 150ff.]. Im Rahmen des strategischen Managements werden die Theorien des Market- und Resource-Based-Views sowie des resultierenden Competence-Based-Views stark diskutiert. Diese Ansätze werden im Folgenden erläutert und ihre Bedeutung für die vorliegende Arbeit herausgestellt²².

Nach dem **Market-Based-View** beruht der Erfolg eines Unternehmens im Wesentlichen auf seiner Position im Wettbewerb. Aufgrund dieser Fokussierung auf den Absatzmarkt, wird häufig auch der Begriff „Outside-In-Perspektive“ verwendet. Geprägt ist der Ansatz durch die von PORTER 1980 erstmals veröffentlichte Arbeit „Competitive Strategy“ [Por80], [BH05, S. 26]. Die Marktleistung eines Unternehmens wird demnach durch die

²¹ Für eine detailliertere Auseinandersetzung mit dem Thema Wettbewerbsstrategien vgl. bspw. [Bät04], [Por99] oder [Wen09].

²² Für Definitionen wesentlicher Begriffe siehe Abschnitt 2.1.5.

Branchenstruktur und dem Verhalten der darin agierenden Anbieter determiniert²³ [Por99, S. 33ff.]. Unternehmen sind demnach umso erfolgreicher, je besser es ihnen gelingt, dem Wettbewerb entgegenzuwirken und die Wettbewerbsintensität zu senken. Kundenbedürfnisse werden dabei über drei grundlegende Strategietypen befriedigt: Umfassende Kostenführerschaft, Differenzierung und Konzentration auf Schwerpunkte. Nach PORTER kann ein Unternehmen nur wirklich erfolgreich sein, wenn es sich auf einen Strategietyp fokussiert [Por99, S. 70f.].

Kritisch gesehen wird, dass Ressourcen und Fähigkeiten im Rahmen des Market-Based-View zwar betrachtet werden, diese jedoch als mobil gelten und somit prinzipiell jedem Unternehmen einer Branche kostenlos und frei zur Verfügung stehen. Sie werden daher nicht als Wettbewerbsfaktor berücksichtigt [Sch06, S. 68f.], [Bir11, S. 65]. Weiterer Kritikpunkt ist die stark einseitige Ausrichtung am Markt sowie die Fokussierung auf große, etablierte Branchen. Dadurch kann bspw. ein Eintritt in bisher unbekannte Märkte strategisch nicht in Betracht gezogen werden [Rüh94, S. 41], [BH05, S. 27f.], [Bir11, S. 64f.].

Der **Resource-Based-View**²⁴ bildet den Gegenpol des zuvor diskutierten Market-Based-View. Aufgrund seiner Ausrichtung auf das Innenverhältnis eines Unternehmens ist der Ansatz auch als „Inside-Out-Perspektive“ bekannt [GP14, S. 141]. Im Mittelpunkt steht die effiziente Erarbeitung und Nutzung spezifischer Ressourcen zur Generierung von langfristigen Wettbewerbsvorteilen [Mak03, S. 433]. BARNEY postuliert, dass eine strategische Ausrichtung an den Ressourcen des Unternehmers erfolgversprechender ist, als die Erschließung (kurzweiliger) Wettbewerbspositionen in dynamischen Märkten [Bar91, S. 102], [Bir11, S. 69]. Er erläutert weiter:

“A firm is said to have a sustained competitive advantage when it is implementing a value creating strategy not simultaneously being implemented by any current or potential competitors and when these other firms are unable to duplicate the benefits of this strategy” [Bar91, S. 102].

Die Generierung von Wettbewerbsvorteilen ist demnach auf die geschickte Kombination von Ressourcen und Fähigkeiten zurückzuführen [KH97, S. 61f.], [Ras94, S. 96]. Als kritisch wird beim Resource-Based-View vor allem die mangelnde Berücksichtigung von sich ändernden Marktanforderungen gesehen. Es wird nicht geprüft, ob heutige strategisch wertvolle Ressourcen zukünftig weiter von Bedeutung sind. Daraus entsteht die Gefahr, dass ein Aufrechterhalten scheinbar wichtiger Ressourcen die Wandlungsfähigkeit des Unternehmens behindert – aus einer einstigen Stärke kann somit eine Schwäche resultieren [Bir11, S. 71], [Lie06, S. 76].

²³ Dieser Wirkzusammenhang ist ebenfalls als „Structure-Conduct-Performance-Paradigma“ oder „Bain-Mason-Paradigma“ bekannt [Rüh94, S. 35], [Bai68, S. 392].

²⁴ Eine umfassende Darstellung des Resource-Based-View liefern u.a. [Bar91], [Fre01], [Gra91], [Wer84].

In einer vergleichenden Betrachtung schlussfolgern SCHUH ET AL., dass der Strategieentwicklungsprozess technologieorientierter Unternehmen generell dem ressourcen-basiertem Ansatz folgen sollte. Erst in zweiter Instanz sollten Anforderungen aus dem Markt Berücksichtigung finden. Sie begründen dies damit, dass die Technologieentwicklung nur schwerlich mit der Marktdynamik mithalten kann. Aufwendige Entwicklungsprojekte können ihren Nutzen oft erst realisieren, wenn die angestrebten Wettbewerbsvorteile keine Differenzierung zum Wettbewerb mehr ausmachen [SKS+11b, S. 57]. Damit skizzieren sie bereits implizit den Competence-Based-View.

Der **Competence-Based-View** stellt eine Weiterentwicklung des Resource-Based-View dar, die durch die Integration von Aspekten der dynamischen Marktentwicklung erfolgt (vgl. Bild 2-8). Eine rein markt- oder ressourcenorientierte Ausrichtung führt ein Unternehmen nicht mehr zu einer vorteilhaften Wettbewerbsposition. FREILING postuliert, dass Kompetenzen eine „*Brückenfunktion zwischen beiden Sichtweisen*“ einnehmen [Fre01, S. 11].



Bild 2-8: *Integration von Market- und Resource-Based-View zum Competence-Based-View (eigene Darstellung in Anlehnung an [Fre01, S. 11])*

Die bloße Bereitstellung wertvoller Ressourcen steht somit nicht weiter im Mittelpunkt. Der Erfolg eines Unternehmens hängt in erster Linie davon ab, wie es dem Unternehmen gelingt, eigene Ressourcen und Fähigkeiten auf Veränderungen im Markt anzupassen. Aufgabe des strategischen Managements ist die zielgerichtete Weiterentwicklung der Ressourcen zu steuern, sowie den Wechsel auf neue, erfolgversprechende Ressourcen zu planen [Bir11, S. 73ff.], [Fre01, S. 63f.], [Lie06, S. 66], [Sch06, S. 76]. Besondere Wettbewerbsvorteile können durch das sog. „competence leveraging“ erzielt werden. Dabei gelingt es einem Unternehmen, vorhandene Kompetenzen in neue Anwendungsfelder zu transferieren [SHT96, S. 8ff.]²⁵.

Einordnung der Arbeit: Die zu entwickelnde Systematik ist dem Competence-Based-View zugeordnet. Nur dieser Ansatz berücksichtigt zukünftige marktseitige und technologische Veränderungen gleichermaßen und lässt diese in die strategische Planung einfließen [Bir11, S. 79f.]. Das Erschließen von Erfolgspotentialen aus der Dynamik des Unternehmensumfelds durch den Einsatz und Ausbau heutiger Stärken ist ebenfalls Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

²⁵ Für eine prozessuale Sicht auf das Kompetenzmanagement sowie eine weitere Auseinandersetzung mit dem „competence leveraging“ vgl. Abschnitt 2.4.4.

Abschnitt 2.3 hat ausgewählte Modelle und Ordnungsrahmen des strategischen Managements aufgezeigt. In Abschnitt 2.4 wird eine prozessuale Sicht auf das strategische Management eingenommen, wobei der Fokus auf dem technologieorientierten Innovationsmanagement liegt.

2.4 Technologieorientiertes Innovationsmanagement

Das Anbieten innovativer Lösungen ist entscheidend, um einer hohen Wettbewerbsintensität entgegenzuwirken [HP95, S. 43]. Für die Generierung solch innovativer Lösungen bedarf es einer langfristigen strategischen Planung sowie einer auf hohen Markterfolg ausgerichteten Steuerung [Sab91, S. 25]. Diese Aktivitäten werden im Innovationsmanagement vereint.

Nach VAHS und BURMESTER umfasst das Innovationmanagement „alle Planungs-, Entscheidungs-, Organisations-, und Kontrollaufgaben im Hinblick auf die Generierung und die Umsetzung von neuen Ideen in marktfähige Leistungen“ [VB13, S. 28]. Als Ausgangspunkt eines erfolgreichen Innovationsmanagements nennen sie die Innovationsstrategie (vgl. Abschnitt 2.3.2) [VB13, S. 93].

Ziel des technologieorientierten Innovationsmanagements ist laut GERPOTT:

„[...] die Realisierung einer Technologieposition des eigenen Unternehmens, die über einen längeren Zeitraum (= nachhaltig) und im erheblichen Ausmaß (= signifikant) zur Sicherung und Verbesserung der wirtschaftlichen Erfolgsposition [...] des Unternehmens beiträgt“ [Ger05, S. 57f.].

Für die folgende detailliertere Betrachtung des technologieorientierten Innovationsmanagements ist eine begriffliche Differenzierung erforderlich. Der Ansatz nach BROCKHOFF findet in der einschlägigen Literatur breite Anerkennung. Demnach wird zwischen dem Innovationsmanagement im weiteren und im engeren Sinne unterschieden. Zudem werden das Technologiemanagement und das Forschungs- und Entwicklungsmanagement (F&E-Management) gesondert betrachtet [Bro99, S. 70f.], [SGH+07, S. 29f.].

Aufgabe des F&E-Managements ist die interne Erzeugung und Speicherung von technologischem Wissen, insbesondere durch Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Die Aufgaben des Technologiemanagements umfassen das F&E-Management²⁶ und erweitern es um die externe Beschaffung und Verwertung von Wissen [Bro99, S. 70]. Das Innovationsmanagement im engeren Sinne konzentriert sich auf die Einführung neuer Produkte und Prozesse. Das Innovationsmanagement im weiteren Sinne umfasst zusätzlich die internen Aufgaben des Technologiemanagements (vgl. Bild 2-9) [Bro99, S. 70f.].

²⁶ Das F&E-Management stellt eine Teilmenge des Technologiemanagements dar [Bor99, S. 70]. Wird im Folgenden von Technologiemanagement gesprochen, sind stets die Aktivitäten des F&E-Managements eingeschlossen; auf eine weitere begriffliche Differenzierung wird verzichtet.

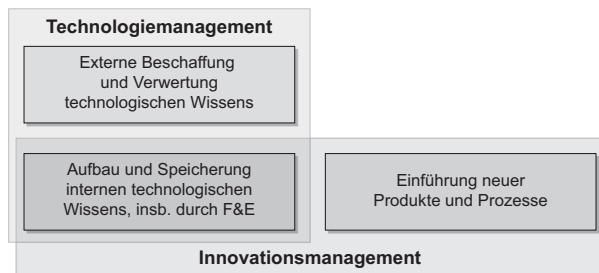


Bild 2-9: Elemente des Technologie- und Innovationsmanagements in Anlehnung an BROCKHOFF [Bro99, S. 71]

Die Aufgaben des Innovationsmanagements nach BROCKHOFF werden häufig durch Innovationsprozesse operationalisiert [Bro99, S. 38]; diese werden im nachfolgenden Abschnitt 2.4.1 detaillierter diskutiert. In Abschnitt 2.4.2 wird das Technologiemanagement näher betrachtet und Abschnitt 2.4.3 stellt das Technologieplanungskonzept des Heinz Nixdorf Instituts vor. Abschließend wird in Abschnitt 2.4.4 das Kompetenzmanagement in Bezug zu den zuvor diskutierten Begriffen gesetzt.

2.4.1 Der Innovationsprozess

Einleitend wurde die übergeordnete Rolle des Innovationsprozesses erläutert. VAHS und BREM folgen dieser Sichtweise und postulieren:

„Der Innovationsprozess hat hierbei die konkrete Aufgabe, eine Idee mit den verfügbaren Ressourcen zeitgerecht in ein marktfähiges Produkt umzusetzen. Er muss durchgängig alle erforderlichen Schritte von der Initiierung der Idee bis hin zu ihrer Markteinführung sicherstellen“ [VB13, S. 225].

In der Praxis finden Innovationsprozessen besonders bei technologieorientierten Unternehmen breite Akzeptanz. Auch wenn die Prozesse i.d.R. an unternehmensspezifische Gegebenheiten angepasst werden, folgen sie einer gemeinsamen Grundlogik – von der zielgerichteten Ideenfindung über eine stufenweise Auswahl und Konkretisierung zur Markteinführung²⁷. Im Rahmen dieser Arbeit wird die frühe Phase des Innovationsprozesses fokussiert. Diese umfasst alle Tätigkeiten von der Ideengenerierung bis zum Auslösen des Entwicklungsauftrags [VH07, S. 8]. Anders als die meisten Routineprozesse ist besonders die frühe Phase der Innovationsprozesse mit einer hohen Unsicherheit verbunden. Grund dafür ist der naturgemäß geringe Informationsgehalt einer Idee, der es schwierig macht, die Konsequenzen einer Entscheidung zu bewerten [Tat09, S. 21 f.].

²⁷ VAHS und BREM stellen einen umfassende Übersicht etablierter Konzepte und Modelle des Innovationsmanagements vor [VB13, S. 225ff.].

Bild 2-10 zeigt einen generischen Innovationsprozess, der sich am Zyklus der strategischen Planung des 3-Zyklen-Modells der Produktentstehung nach GAUSEMEIER²⁸ orientiert. Zur Gewährleistung einer effizienten Umsetzung ist der Prozess nach dem Stage-Gate-Prinzip aufgebaut. Innerhalb der Phasen sind allerdings Iterationen bei der Bearbeitung der Aufgaben zulässig und erwünscht. Der Prozess ist auf die frühe Phase des Innovationsmanagements gerichtet und erstreckt sich über fünf Phasen, von den Aufgaben der Vorausschau bis zur Produktentwicklung [BHI08, S. 119f.], [GBI08, S. 5f.].

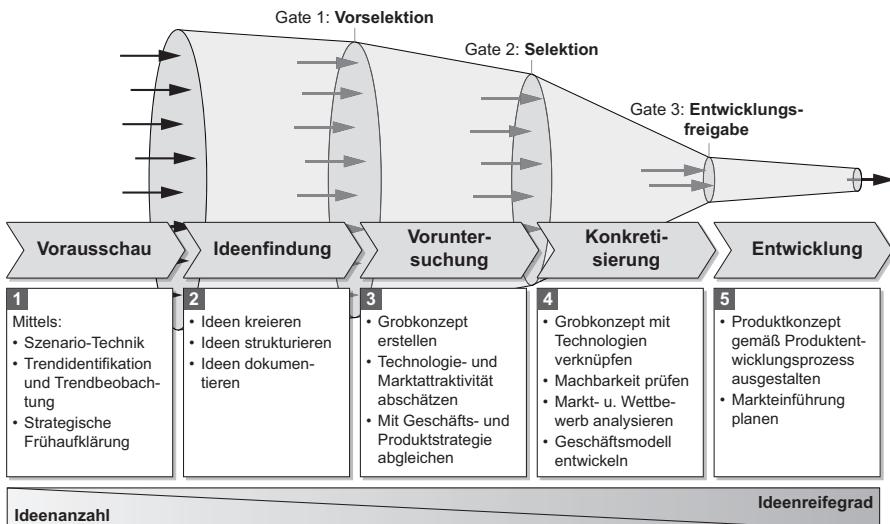


Bild 2-10: Phasen und Aufgaben im Innovationsprozess; erweiterte Darstellung in Anlehnung an [GBI08, S. 5], [RDG+15]

Im Verlauf des Prozesses nimmt die Anzahl betrachteter Ideen deutlich ab. Parallel dazu nehmen der Bewertungsaufwand und der Reifegrad weiterverfolgter Ideen sukzessive zu. Die Phasen werden im Folgenden erläutert:

- Die Phase **Vorausschau** bereitet den Prozess vor. Es werden Chancen und Gefahren aus möglichen zukünftigen Entwicklungen von Technologien und Märkten abgeleitet [GP14, S. 40]. Bewährt hat sich dazu die Methode der Szenario-Technik (vgl. [GP14, S. 44ff.]). Weiterhin können Methoden der Trendanalyse und der strategischen Frühaufklärung angewendet werden.
- In der **Ideenfindung** werden die Ergebnisse der Vorausschau aufgegriffen. Es werden Produkt-, Dienstleistungs- und Prozessideen kreiert, strukturiert und dokumentiert. Dabei können Ideen ganz zufällig, aus spontanen Einfällen entstehen oder systematisch mithilfe von Kreativitätstechniken hergeleitet werden [GEK01,

²⁸ Das 3-Zyklen-Modell der Produktentstehung nach GAUSEMEIER wird in Abschnitt 2.2 erläutert.

S. 122ff.]. Die Phase schließt mit dem Entscheidungs-Gate *Vorselektion*. An dieser Stelle werden bereits unattraktive Ideen eliminiert, um in den weiteren Schritten keine unnötigen Kapazitäten zu belegen [BHI08, S. 120f.].

- Im Rahmen der **Voruntersuchung** werden die Ideen zu Grobkonzepten konkretisiert. Es werden relevante Produkteigenschaften erarbeitet und auf dieser Basis eine Abschätzung der Markt- und Technologieattraktivität durchgeführt. Zudem erfolgt eine erste Betrachtung der Geschäftsplanung durch den Abgleich des Grobkonzepts mit der Geschäfts- und Produktstrategie. Zum Abschluss der Phase muss das zweite Entscheidungs-Gate – *Selektion* – passiert werden. Hier wird die Anzahl weiterverfolgter Ideen nochmals reduziert [BHI08, S. 121].
- In der Phase **Konkretisierung** werden das konkrete Produktkonzept und das Lastenheft vor dem Hintergrund der Markt- und Wettbewerbssituation erstellt. Grobkonzepte werden mit konkreten Technologien verknüpft und Machbarkeitsstudien durchgeführt. Es werden Entwicklungskompetenzen und Investitionsaufwendungen ermittelt sowie Make-or-Buy-Entscheidungen in Bezug auf die Entwicklung neuer Technologien getroffen. Zudem werden Geschäftsmodelle ausgearbeitet und Geschäftspläne erstellt. Ziel der Phase ist eine fundierte Entscheidungsbasis zur Freigabe des Entwicklungsauftrags. Auf Basis der generierten Informationen wird am dritten Gate die *Entwicklungsfreigabe* für wenige ausgewählte Konzepte erteilt [Kös14, S. 14], [Tat09, S. 27f.], [BHI08, S. 121].
- Die **Entwicklung** umfasst sämtliche Aufgaben der Produktentwicklung von der domänenspezifischen Ausgestaltung bis zur Integration zum serienreifen Produkt²⁹. Parallel zur Entwicklung erfolgt die Vorbereitung der Markteinführung.

In der Umsetzung von Innovationsprozessen sind Unternehmen mit zahlreichen Herausforderungen konfrontiert. Es mangelt häufig an zentralen IT-Plattformen, sodass Informationen über zukünftige Entwicklungen, neue Technologien und Produktideen nicht konsolidiert betrachtet werden können. Der Einsatz bestehender und neuer Technologien wird häufig unzureichend aufeinander abgestimmt. Die Entscheidung zur Entwicklungs-freigabe wird dann auf einer mangelnden Informationsbasis getroffen. Fehlentwicklungen, hohe Abstimmungskosten und lange Produkt- bzw. Technologieentwicklungszeiten sind die Folge [BHI08, S. 121], [Wen03, S. 15].

Einordnung der Arbeit: Die zu erarbeitende Systematik soll die Konkretisierung von Ideen unterstützen. Ziel der Systematik ist u.a. die Ableitung des Kompetenzbedarfs einer Produktidee. Diese Information unterstützt die Entscheidung zur Freigabe eines Entwicklungsauftrags.

²⁹ Der Prozess der Produktentwicklung ist besonders in größeren Unternehmen stark standardisiert. Für etablierte Prozessmodelle vgl. bspw. [VDI2206], [VDI2221], [FG13], [GRS14], [Lin07].

2.4.2 Technologiemanagement

Das Technologiemanagement³⁰ beschreibt nach SPECHT ET AL. das Management von naturwissenschaftlich-technischen Kenntnissen zur Lösung technischer Probleme [SBA02, S. 17]. TSCHIRKY und KORUNA beschreiben es als Bindeglied zwischen Ingenieur- und Naturwissenschaften und dem strategischen Management [Tsc98, S. 225ff.]. Nach SPATH ET AL. beinhaltet das Technologiemanagement alle Aufgaben, die auf den Erhalt und die Verbesserung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens zielen, wobei der strukturierte Aufbau und die Sicherung technologischen Wissens im Vordergrund stehen [SLS11, S. 26].

Einleitend wurde der Bezug zwischen Technologie- und Innovationsmanagement bereits skizziert (vgl. Bild 2-9). Nach BROCKHOFF umfasst das Technologiemanagement die interne und externe Technologiebeschaffung, -speicherung und -verwertung [Bor99, S. 153]. Im Rahmen des strategischen Managements wird auch häufig vom strategischen Technologiemanagement gesprochen. Dies hat über die zuvor genannten Aspekte hinaus, die „*Schaffung, Steuerung und Weiterentwicklung von technologischen Erfolgspotenzialen*“ und die Entwicklung von Technologiestrategien zum Ziel [Bul94, S. 39f.]. Besonders treffend fasst die Definition von GOMERINGER die Aufgaben und Inhalte des Technologiemanagements zusammen:

„Technologiemanagement ist die Planung, Organisation, Führung und Kontrolle von Technologien, sowie deren implizite Potenziale und des zugrunde liegenden Wissens, über den gesamten Zeitraum in dem diese für das Unternehmen potenziell relevant sind mit dem Ziel, die Unternehmensziele zu gestalten und zu erreichen. Der Zeitraum umfasst dabei die Identifikation von relevanten Technologien, den Aufbau von technologischen Fähigkeiten durch unternehmensexterne Forschung und Entwicklung oder externen Erwerb, die Speicherung und Nutzbarmachung des Wissens, die eigentliche Nutzung und Verwertung der Technologien in unternehmenseigenen Produkten und Prozessen sowie ggf. deren Veräußerung und schließlich auch die Beendigung des Technologieeinsatzes und deren Ersatz“ [Gom07, S. 29].

Die zielorientierte Nutzung von Technologien im Innovationsmanagement setzt eine geschickte Kombination der zugrundeliegenden Informationen voraus. Das Technologieplanungskonzept des Heinz Nixdorf Instituts stellt dazu einen vielversprechenden Ansatz dar, welcher im Folgenden erläutert wird.

³⁰ Für eine umfassende Auseinandersetzung mit den Aufgaben und Funktionen des Technologiemanagements vgl. bspw. [Bul94], [Ger04] oder [SK11].

Einordnung der Arbeit: Die zu erstellende Arbeit steht im direkten Bezug zum Technologiemanagement. Technologisches Wissen soll im Rahmen der Kompetenzplanung operationalisiert und in wirtschaftlich erfolgreiche Produkte transferiert werden. Das Technologiemanagement nimmt dabei eine wesentliche Rolle im Sinne der Beschaffung und Bereitstellung des konkreten technologischen Wissens ein.

2.4.3 Technologieplanungskonzept des Heinz Nixdorf Instituts

Die vorangegangenen Abschnitte haben gezeigt, dass ein systematisches Innovations- und Technologiemanagement einen wesentlichen Erfolgsfaktor des strategischen Managements darstellt. Weiterhin ist deutlich geworden, dass im Zuge der Planung und Konkretisierung von (Produkt-)Innovationen umfangreiche Datenmengen generiert werden, deren Speicherung und gezielte Verknüpfung nicht trivial ist.

Zentrales Element des Technologieplanungskonzepts des Heinz Nixdorf Instituts ist die Innovations-Datenbank. Diese ermöglicht es, das Branchen- und Technologiewissen eines Unternehmens strukturiert für das Innovationsmanagement einzusetzen. Somit lassen sich sowohl markt- als auch technologieinduzierte Innovationen abbilden. Nutzer werden mittels Workflows durch die Anwendung geführt; Aktualisierungs- und Freigabeprozesse werden durch einen Redakteur bzw. Innovationsmanager gesteuert, wodurch eine ständige Qualitätskontrolle erfolgt [Bri10, S. 33f.], [BGI09, S. 42f.]. Bild 2-11 stellt die Entitäten der Innovations-Datenbank dar, welche im Folgenden erläutert werden.

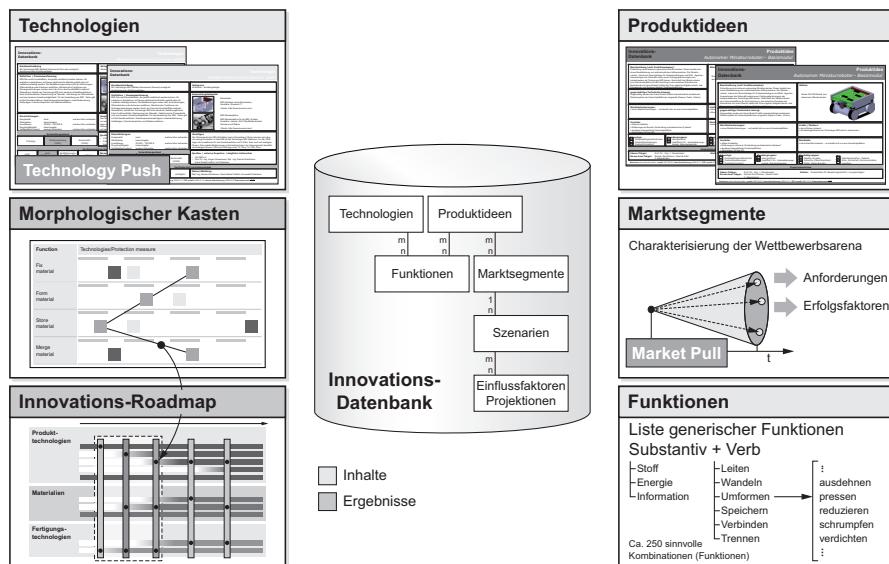


Bild 2-11: Entitäten der Innovations-Datenbank [BGI09, S. 43]

Marktsegmente, Produktideen, Technologien und Funktionen bilden die einzugebenden Inhalte der Innovations-Datenbank. **Marktsegmente** werden anhand von Markt- und Umfeldszenarien beschrieben und stellen die Basis zukünftiger Produktanforderungen dar. **Produktideen** können aus Marktsegmenten resultieren oder direkt eingegeben werden. Eine Beschreibung des Kundenproblems, Produktanforderungen und eine erste Skizze werden in Steckbriefen dokumentiert. Wesentlich ist die Angabe zur gewünschten Funktionsweise der Produktidee. Jede Produktidee wird dazu in eine Hierarchie technischer Standardfunktionen zergliedert und damit lösungsneutral beschrieben. **Technologien** werden im sog. Technologiepool der Datenbank abgelegt und Definitionen, Anwendungsbeispiele, Prozesskennzahlen und Verfügbarkeitsinformationen hinterlegt. Zudem werden die Funktionen, die eine Technologie erfüllen kann ebenfalls anhand von lösungsneutralen Standardfunktionen beschrieben. Es werden sowohl bereits beherrschte, als auch neue Technologien gespeichert. **Funktionen** bilden das Bindeglied zwischen Produktideen und Technologien in der Innovations-Datenbank. Daher ist ein Katalog technischer Standardfunktionen hinterlegt [Kok13, S. 24f.], [BGI09, S. 43ff.].

Ergebnisse der Innovations-Datenbank sind der Morphologische Kasten und die Innovations-Roadmap. Der **Morphologische Kasten** listet die Funktionen einer Produktidee auf und ordnet automatisiert passende Technologien über die hinterlegten Standardfunktionen zu. Der Entwickler wählt daraus die besonders gut geeigneten Technologien aus und beschreibt somit einen Lösungspfad im Morphologischen Kasten; dieser stellt eine prinzipielle Lösungsvariante der Produktidee dar. Die **Innovations-Roadmap** dient der Visualisierung der prinzipiellen Lösungsvarianten. Dazu werden diese entsprechend der Verfügbarkeit der beinhalteten Technologien entlang einer Zeitachse positioniert [Ihm09, S. 29 f.], [Kok13, S. 24f.], [BGI09, S. 49].

Einordnung der Arbeit: Die vorgestellte Innovations-Datenbank wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit eingesetzt. Das Datenmodell soll dazu um die Komponenten der Kompetenzbeschreibung erweitert werden, sodass Kompetenzen konkreten Produktideen zugeordnet werden können.

2.4.4 Kompetenzmanagement

Mit steigender Geschwindigkeit des Innovationsprozesses und zunehmender Komplexität im Technologiemanagement rückt die Sichtweise des Kompetenzmanagements³¹ stärker in den Vordergrund [Ger04, S. 21]. In diesem Kontext postuliert GERPOTT treffend:

„Management von Technologie und Innovation ist daher immer weniger „F&E-Management“ allein, ist nicht primär „Wissensmanagement“ oder „Produktentwicklung“, sondern ist eine umfassende und

³¹ In der Literatur finden auch die Begriffe „Kernkompetenzmanagement“ oder „Competence-based strategic Management“ Anwendung. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Begriffe synonym verstanden und unter dem Begriff „Kompetenzmanagement“ zusammengefasst.

integrale Fähigkeit zur systematischen Entwicklung und Aneignung von Wissen, das auf wertschöpferische Leistungen und nachhaltige Erfolge in wachstumsträchtigen Märkten gerichtet ist. Wir sprechen in diesem Zusammenhang von der Kompetenz zur Innovation, einer dynamischen Fähigkeit zur Umsetzung und Bündelung von Wissen und Technologien zu neuen Geschäften und zur systematischen Unternehmenswertsteigerung“ [Ger04, S. 21f.].

Dieses Zitat veranschaulicht das grundlegende Bestreben, mit dem Kompetenzmanagement einen ganzheitlichen Ansatz zur Unternehmensführung zu verfolgen [Fre00, S. 30f.]. KRÜGER und HOMP beschreiben das Kompetenzmanagement als *Gegenstrommodell des kompetenzorientierten Unternehmensprozesses*. Sie verbinden darin die Innenperspektive mit der Außenperspektive des Unternehmens und konstatieren, dass nur so marktorientierte Kernkompetenzen entstehen können [KH97, S. 87]. Das in Bild 2-12 dargestellte Modell beschreibt die Innen- und Außenperspektive mittels einer vertikalen und einer horizontalen Perspektive.

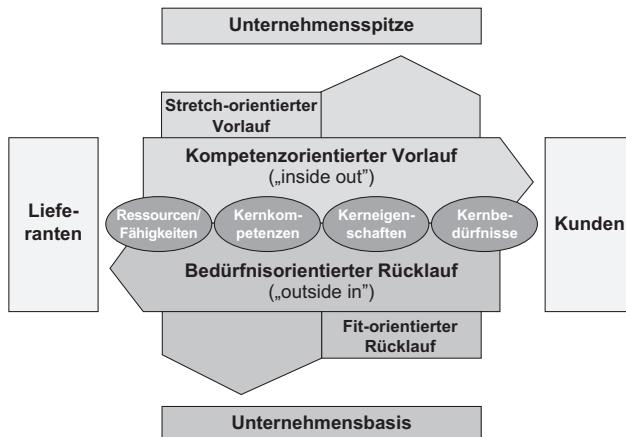


Bild 2-12: *Gegenstrommodell des kompetenzorientierten Unternehmensführungsprozesses nach KRÜGER und HOMP [KH97, S. 88], [GPW09, S. 161]*

Die horizontale Perspektive zeigt, wie bestehende Kompetenzen über resultierende Produkteigenschaften Kundenbedürfnisse befriedigen (kompetenzorientierter Vorlauf). Der bedürfnisorientierte Rücklauf befasst sich mit der Frage, welche Kompetenzen auf Basis zukünftiger Kundenanforderungen aufzubauen sind. Vertikal gesehen wird der interne Prozess beschrieben. Von der Unternehmensspitze werden dabei anspruchsvolle Ziele formuliert, die auf die Weiterentwicklung von Kompetenzen gerichtet sind („stretch-orientiert“). Die Unternehmensbasis erarbeitet im Gegenzug Maßnahmen zur Erreichung der formulierten Ziele („fit-orientiert“) [KH97, S. 87f.].

Der Ursprung des Kompetenzmanagements wird im **Resource-Based-View**³² gesehen. SANCHEZ ET AL. stellen zwei Kernaufgaben heraus: das “Competence Building”, welches sich mit der Neu- und Weiterentwicklung von Kompetenzen befasst und das „Competence Leveraging“³³, das darauf abzielt, bereits vorhandene Kompetenzen in neue Anwendungsbereiche zu transferieren [SHT96, S. 8ff.], [Fre00, S. 33].

Dem **Competence Leveraging** kommt eine besondere Rolle zu in Bezug auf die Nachhaltigkeit von Kompetenzen und die Generierung von Wettbewerbsvorteilen durch ein strukturiertes Kompetenzmanagement. Erfolgreich darin ist bspw. das Unternehmen Honda, indem es die Kompetenzen in der Herstellung von Verbrennungskraftmaschinen in verschiedenen Märkten nutzt. So werden neben Automobilen bspw. Generatoren und Rasenmäher angeboten und somit die Kosten einer Innovation über mehrere Branchen verteilt. Das Competence-Leveraging kann jedoch nur erfolgreich umgesetzt werden, wenn neben den vorhandenen technischen Kompetenzen umfassendes Wissen über den neu adressierten Markt³⁴ aufgebaut wird [Dan07, S. 512], [Bir11, S. 82], [NSU90, S. 157f.].

In der Literatur findet sich eine Vielzahl an Modellen und Methoden, welche das Kompetenzmanagement in Aspekten oder ganzheitlich unterstützen. In Kapitel 3 wird eine Auswahl an Ansätzen vorgestellt, die für diese Arbeit relevant sind.

Einordnung der Arbeit: Die zu entwickelnde Systematik ist dem Kompetenzmanagement zuzuordnen. Sie dient zum einen der Ermittlung neu aufzubauender Kompetenzen auf Basis von Markt- und Produktanforderungen. Des Weiteren sieht sie die Identifikation bestehender Kompetenzen und deren Einsatz in neuen Produkten vor.

2.5 Herausforderungen bei der Kompetenzplanung

Die Planung von Kompetenzen ist mit zahlreichen Herausforderungen verbunden. Die vorangegangenen Abschnitte haben diese zum Teil bereits skizziert oder implizit aufgezeigt. Im Folgenden werden die Herausforderungen zusammenfassend dargelegt.

Eine wesentliche Herausforderung liegt in der Synchronisierung der markt- und ressourcenbasierten Sicht (vgl. Abschnitt 2.3.3). Es müssen beispielsweise Kundenanforderungen und Wettbewerberverhalten aus der externen Perspektive mit der Nutzung und Weiterentwicklung intern vorhandener Fähigkeiten und Ressourcen abgestimmt werden

³² Der Begriff des „Resource-Based-View“ wird in Abschnitt 2.3.3 erläutert und vom „Market-Based-View“ und „Competence-Based-View“ abgegrenzt.

³³ Für eine Erläuterung des Competence Leveraging siehe auch Abschnitt 2.3.3.

³⁴ In diesem Zusammenhang spricht DANNEELS von „Customer Competence“ – die Fähigkeit, einen bestimmten Markt zu bedienen [Dan02, S. 1102f.].

[AG11, S. 5]. Das strategische Management muss hierbei die Herausforderung bewältigen, die teils konträren Ziele zu priorisieren, um das unternehmensindividuell wirtschaftlichste Gesamzielbild zu formulieren [KH97, S. 254ff.]. Die resultierende Herausforderung liegt in der **Maximierung des Return on Investment³⁵**, ohne dabei *am Markt vorbei* zu entwickeln.

Daraus entsteht der Bedarf einer ständigen **Abstimmung der strategischen Ebenen** (vgl. Abschnitt 2.3.2). Kompetenzen zur Realisierung strategischer Ziele müssen zum **richtigen Zeitpunkt** und in **zufriedenstellender Güte** vorhanden sein [Mie05, S. 210]. Gleichzeitig müssen aus der operativen Ebene besonders gut beherrschte Kompetenzen (Kernkompetenzen) rückgemeldet werden, sodass diese bei der langfristigen Planung Berücksichtigung finden können³⁶. Bei der Gestaltung der Kompetenzplanung ist diese Herausforderung zu berücksichtigen.

Die Kompetenzplanung und -verwertung auf unterschiedlichen Unternehmensebenen und in verschiedenen Organisationseinheiten macht eine **Dokumentation von Kompetenzen** erforderlich. Dabei liegt die Herausforderung in der eindeutigen und personenunabhängigen Beschreibung. Wettbewerbsvorteile können nur dann erkannt werden, wenn ein Kompetenzbedarf (i.d.R. zentral ermittelt) mit vorhandenen Kompetenzen (i.d.R. dezentral aufgebaut) abgeglichen werden kann. In der Praxis ist zudem der **effiziente Umgang mit der resultierenden Datenmenge** herausfordernd.

Sind fehlende, jedoch benötigte Kompetenzen ermittelt, stehen Unternehmen vor der Herausforderung der **Gestaltung des Kompetenzaufbaus**. In der Regel ist es nicht sinnvoll, sämtliche Kompetenzen im Alleingang zu entwickeln [Hin11, S. 144ff.]. Am Markt etablierte Kompetenzen ohne Differenzierungspotential können von Lieferanten bezogen werden. Für Kompetenzen die zwar selten, aber mit hoher Unsicherheit verbunden sind oder nicht direkt mit den strategischen Zielen des Unternehmens übereinstimmen, sind Kooperationen anzustreben. Dies ist auch aus Gründen der Risikominimierung empfehlenswert. Nur Kompetenzen, die langfristige Wettbewerbsvorteile versprechen und dem Kern des Unternehmenszwecks dienen, sind rein intern aufzubauen.

In der praktischen Anwendung stellt eine **effiziente Durchführung** der Kompetenzplanung eine Herausforderung dar. Der mit der Informationsbeschaffung und Bewertung einhergehende Aufwand, muss in einem adäquaten Verhältnis zu den generierten Ergebnissen stehen. Bei der Darstellung der Ergebnisse muss eine Form gefunden werden, welche schnell zu erfassen und zu interpretieren ist.

³⁵ Der Return on Investment (RoI) ist eine Rentabilitätskennzahl, die aus dem Verhältnis von Gewinn zum Kapitaleinsatz gebildet wird [Pre08, S. 102].

³⁶ KRÜGER und HOMP beschreiben dies als Gegenstrommodell aus „stretch-orientiertem“ Vorlauf und „fit-orientiertem“ Rücklauf (vgl. Abschnitt 2.4.4) [KH97, S. 87f.].

2.6 Anforderungen an eine Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung

Die vorangegangenen Abschnitte haben das Handlungsfeld und die Herausforderungen in Bezug auf die Kompetenzplanung deutlich gemacht. In diesem Abschnitt werden aus den gewonnenen Erkenntnissen Anforderungen an eine Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung abgeleitet und erläutert.

Anforderungen an die Ergebnisse der Systematik

A1 Identifikation des Kompetenzbedarfs eines Entwicklungsvorhabens

Die zu entwickelnde Systematik soll die Kompetenzplanung in technologieorientierten Unternehmen unterstützen. Dazu muss der Kompetenzbedarf geplanter Produktentwicklungsprojekte detailliert analysiert und beschrieben werden. In Abschnitt 2.4.1 wurde bereits dargelegt, dass besonders die frühe Phase des Innovationsprozesses mit vielen Unsicherheiten verbunden ist. Die Systematik zur Kompetenzplanung muss daher bereits in der frühen Phase eingesetzt werden können und die Entscheidungsbasis zur Erteilung eines Entwicklungsauftrags signifikant stärken.

A2 Berücksichtigung vorhandener Kompetenzen eines Unternehmens

Kurze Markteinführungszeiten und nachhaltige Wettbewerbsvorteile lassen sich insbesondere dann erzielen, wenn ein Unternehmen in der Lage ist, heutige Stärken in zukünftige Produkte zu transferieren (vgl. Abschnitt 2.3.3 und 2.4.4). Die Systematik muss daher gewährleisten, dass ermittelte Kompetenzbedarfe mit der vorhandenen Kompetenzbasis des Unternehmens abgeglichen werden und passende Kompetenzen bei der weiteren Ausgestaltung des Produkts berücksichtigt werden.

A3 Berücksichtigung von Alternativen des Kompetenzaufbaus

Sind benötigte Kompetenzen im Unternehmen nicht vorhanden, muss die Systematik bei der Auswahl einer geeigneten Bezugsquelle unterstützen. Es gilt, alternative Bezugsquellen zu bewerten und eine Auswahl durch die Formulierung von Normstrategien vorzubereiten. Neben dem reinen internen Kompetenzaufbau oder externen Zukauf, sind auch Mischformen in Betracht zu ziehen (vgl. [BKO+95, S. 187], Abschnitt 2.4.2 und 2.4.4).

A4 Beschreibung konkreter Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse der Systematik werden zur Entscheidungsfindung auf Management-Ebene eingesetzt. Sie sind daher in Form von Handlungsempfehlungen aufzubereiten und zu aggregieren. Diese geben Aufschluss über Inhalt, Umfang, Dauer und Abfolge erforderlicher Aktionen. Sie liefern somit die Entscheidungsbasis zur Beurteilung der Umsetzung des Kompetenzaufbaus (vgl. Abschnitt 2.3.1).

Anforderungen an die Anwendung der Systematik

A5 Systematische Beschreibung und Konkretisierung von Produktideen

Eine zielgerichtete Kompetenzplanung erfordert einige Eingangsinformationen (vgl. Abschnitt 2.4.1). Die Systematik muss daher zunächst die verfügbare Informationsbasis in Bezug auf eine Produktidee systematisch beschreiben. Weiterhin sind diese Informationen auf ein Konkretisierungslevel zu bringen, das eine dezidierte Kompetenzplanung erlaubt.

A6 Einbindung in den Innovationsprozess

Für die Kompetenzplanung werden Eingangsgrößen benötigt, die im Rahmen des Innovationsprozesses erarbeitet werden. Gleichzeitig liefern die Ergebnisse der Systematik wesentliche Aspekte bei der Konkretisierung einer Produktidee zum marktfähigen Produkt. Die Systematik muss daher so ausgestaltet werden, dass vorhandene Informationen umfassend einbezogen werden können und generierte Ergebnisse für die weitere Verwertung aufbereitet werden (vgl. Abschnitt 2.4.1).

A7 Bereitstellen eines eindeutigen Beschreibungsrahmens für Kompetenzen

Kompetenzen werden in der Regel individuell und auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus beschrieben (vgl. Abschnitt 2.1.5). Für eine wiederverwertbare Dokumentation im Rahmen der Kompetenzplanung ist jedoch eine eindeutige und dadurch personenunabhängige Beschreibung essentiell. Die Systematik muss einen Beschreibungsrahmen bieten, der eine personenunabhängige Kompetenzbeschreibung gewährleistet.

A8 Einsatz geeigneter IT-Werkzeuge

Beim Beschreiben und Speichern von Kompetenzen fallen über den Zeitverlauf große Datenmengen an. Diese müssen regelmäßig aktualisiert und spezifischen Personengruppen zugänglich gemacht werden. Darüber hinaus müssen eine effiziente Suche und eine Verknüpfung mit weiteren relevanten Informationen möglich sein. Dies erfordert den Einsatz eines softwarebasierten Informationsmanagements (vgl. Abschnitt 2.4.3). Besonders der Abgleich von benötigten und vorhandenen Kompetenzen ist ohne informationstechnische Unterstützung in der praktischen Anwendung nicht umsetzbar. Des Weiteren sollen durch den Einsatz geeigneter IT-Werkzeuge die Effizienz in der Anwendung der Systematik gesteigert und die Entstehung von Redundanzen verhindert werden.

A9 Prägnante Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Systematik gehen in die Entscheidungsvorlage zur Entwicklungsfreigabe ein. Es ist daher notwendig, dass die Darstellung eine Interpretation der Ergebnisse auch ohne vorherige Einarbeitung in die Systematik ermöglicht (vgl. Abschnitt 2.5). Dar-

über hinaus ist eine durchgängige Nachvollziehbarkeit der Herleitung der Ergebnisse erforderlich. Somit können generierte Erkenntnisse zielgerichtet weiterverwendet und besonders der Prozess des Kompetenzaufbaus unterstützt werden.

A10 Skalierbares und praxistaugliches Vorgehen

Die Systematik soll in verschiedenen Unternehmen einsetzbar sein. Dabei sind insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen an schlanken und einfachen Vorgehen im Bewertungs- und Auswahlprozess interessiert (vgl. Abschnitt 2.5). Andererseits erfordern hoch komplexe Produkte eine sehr detaillierte, feinschichtige Analyse. Die Systematik muss sich daher auf spezifische Unternehmensstrukturen sowie unterschiedlich komplexe Produktideen anpassen lassen und ein praxistaugliches Vorgehen gewährleisten.

3 Stand der Technik

Die Problemanalyse hat aufgezeigt, welche Anforderungen an eine Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung gestellt werden. Gegenstand dieses Kapitels ist eine Übersicht und Diskussion von Ansätzen aus dem Stand der Technik, vor dem Hintergrund der aufgestellten Anforderungen. In Abschnitt 3.1 werden zunächst etablierte Ansätze zur Strukturierung und Konkretisierung von Produktideen als Basis der Kompetenzplanung vorgestellt. Abschnitt 3.2 beinhaltet Ansätze zur Kompetenzermittlung und -beschreibung. Ansätze zur Bewertung von Kompetenzaufbaualternativen werden in Abschnitt 3.3 zusammengefasst. In Abschnitt 3.4 erfolgt eine Bewertung der vorgestellten Ansätze hinsichtlich ihrer Erfüllung der gestellten Anforderungen. Ferner wird der verbleibende Handlungsbedarf beschrieben.

3.1 Ansätze zur Strukturierung und Konkretisierung von Produktideen

Im Fokus der vorliegenden Arbeit steht die Kompetenzplanung für beabsichtigte Produktentwicklungsvorhaben. Dabei ist es wesentlich, die erforderliche Informationsbasis systematisch zu erarbeiten. Dies soll jedoch nicht rein dem Selbstzweck der Kompetenzplanung dienen, sondern als integratives Element des Produktentstehungsprozesses erfolgen. Im Folgenden werden daher Ansätze und Methoden der Produktentstehung vorgestellt und hinsichtlich ihres Einsatzes im Rahmen der Kompetenzplanung bewertet.

3.1.1 Konstruktionsmethodik nach PAHL und BEITZ

Die Literatur liefert zahlreiche branchen- und produktabhängige Konstruktions- und Entwicklungsprozesse. Für die Entwicklung maschinenbaulicher Erzeugnisse haben sich besonders die Prozesse nach PAHL und BEITZ [FG13, S. 17], ROTH [Rot00] sowie der VDI-Richtlinie 2221 [VDI2221] etabliert. Nach GAUSEMEIER ET AL. stimmen diese Prozesse weitestgehend überein; Unterschiede finden sich hauptsächlich in der verwendeten Nomenklatur [GEK01, S. 222]. Im Folgenden wird stellvertretend das Vorgehen nach PAHL und BEITZ vorgestellt, welches in Bild 3-1 visualisiert ist.

Planen und Klären der Aufgabe: In der ersten Phase werden auf Basis von Markt-, Unternehmens- und Umfeldanalysen Produktideen generiert, systematisch dokumentiert und zur weiteren Konkretisierung ausgewählt. Für ausgewählte Produktideen wird die Aufgabenstellung für die folgenden Schritte in Form von Anforderungslisten erarbeitet und dokumentiert [PBF+04, S. 171].

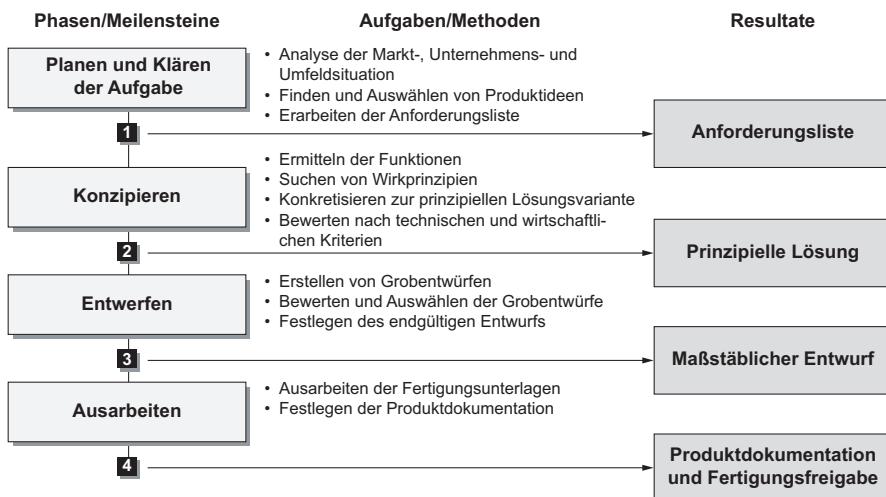


Bild 3-1: Vereinfachtes Vorgehensmodell der Produktentwicklung nach PAHL und BEITZ [FG13, S. 17]

Konzipieren: Ziel des Konzipierens ist das Festlegen einer prinzipiellen Lösung. Dazu wird die zugrundeliegende Problemstellung abstrahiert und eine Funktionshierarchie der Produktidee erstellt. Im Weiteren werden Wirkprinzipien gesucht, die zur Erfüllung der Funktionen eingesetzt werden können. Abschließend werden ausgewählte Wirkprinzipien zu prinzipiellen Lösungen zusammengefasst. Dabei entstehen in der Regel mehrere Lösungsvarianten, die mittels technischer und wirtschaftlicher Bewertung priorisiert werden [PBF+04, S. 171f.].

Entwerfen: Der Entwurf dient der Konkretisierung der bisher eher qualitativ beschriebenen prinzipiellen Lösungsvarianten, zur quantitativen, gestalterischen Festlegung einer Lösung. Dazu werden zunächst verschiedene Grobentwürfe erstellt, deren favorisierte Teillösungen zum endgültigen Entwurf kombiniert werden. Ergebnis der Phase ist ein maßstäblicher Entwurf des angestrebten Produktes [PBF+04, S. 172f.].

Ausarbeiten: Ziel der Ausarbeitung ist eine herstellungstechnisch festgelegte Lösung. Dazu wird der Entwurf gemäß der ausgewählten Werkstoffe und Fertigungsverfahren optimiert und entsprechende Fertigungsunterlagen erzeugt. Resultat der Phase ist eine vollständige Produktdokumentation und deren Freigabe für die Fertigung [PBF+04, S. 173].

Bewertung

Die Konstruktionsmethodik nach PAHL und BEITZ deckt den gesamten Produktentwicklungsprozess ab. Für die vorliegende Arbeit ist insbesondere die Phase *Konzipieren* relevant. Die Abstraktion von Produktideen zum Finden von Lösungselementen bzw. Wirkprinzipien erscheint als geeignete Teillösung für die vorliegende Problematik. Nachteilig

wird jedoch die mangelnde Verknüpfung der Methodik zur Produkt- und Technologiestrategie gesehen. Ferner fehlt die Berücksichtigung der zur Produktentwicklung erforderlichen Kompetenzen völlig. Das Voraussetzen von deren generellen Verfügbarkeit kann zu schwerwiegenden Verzögerungen und Kostensteigerungen in der Produktentwicklung führen.

3.1.2 Morphologischer Kasten nach ZWICKY

Ein Morphologischer Kasten wird zur analytischen Ermittlung von Lösungen für eine gegebene Problemstellung eingesetzt [Zwi89, S. 13f.]. Das Vorgehen wird den diskursiven Kreativitätstechniken zugeordnet. Charakteristisch ist die Gliederung des Gesamtproblems in Teilprobleme, um diese systematisch zu lösen [GEK01, S. 123f.].

ZWICKY beschreibt die Anwendung des Morphologischen Kastens in fünf Schritten. Zu Beginn erfolgt eine präzise Formulierung des Problems. Darauf aufbauend werden relevante Parameter des Problems bestimmt und in die erste Spalte einer Matrix eingetragen. Anschließend werden denkbare Ausprägungen der Parameter erarbeitet und den Zeilen der Matrix zugeordnet. Durch eine sinnvolle Kombination der Ausprägungen, erfolgt im vorletzten Schritt die Erarbeitung von Lösungsvarianten. Diese werden als Pfade im Morphologischen Kasten visualisiert. Abschließend werden die Lösungsvarianten bewertet und die optimale Lösung ausgewählt [Zwi89, S. 17f.].

Der Morphologische Kasten findet starke Anwendung als **zentrales Element des methodischen Konstruierens** [HH09, S. 58ff.]. Dabei werden angestrebte Funktionen in die Zeilen eingetragen, denen mögliche Lösungen in den Spalten gegenübergestellt werden. Durch Auswahl einer Lösung je Teifunktion wird eine Gesamtlösung erarbeitet [PBF+04, S. 136]. Bild 3-2 zeigt, wie der Morphologische Kasten nach ZWICKY in der zuvor vorgestellten Konstruktionsmethodik nach PAHL und BEITZ zur Ermittlung von Lösungsvarianten eingesetzt wird (vgl. Abschnitt 3.1.1).

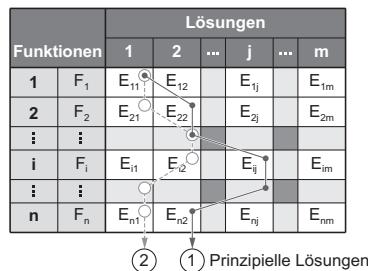


Bild 3-2: Kombination von Teillösungen nach PAHL und BEITZ unter Verwendung des Morphologischen Kastens nach ZWICKY [PBF+04, S. 137]

Bewertung

Der Morphologische Kasten nach ZWICKY stellt ein Grundelement des methodischen Konstruierens dar. Der Aufbau und die generelle Vorgehensweise sind für Teile dieser Arbeit anwendbar. Negativ sind jedoch die fehlende methodische Herleitung der Parameter sowie die unsystematische Auswahl der Lösungsvarianten zu werten.

3.1.3 Konzipierung mechatronischer Systeme nach GAUSEMEIER ET AL.

Das Vorgehen bei der Konzipierung nach GAUSEMEIER ET AL. ist auf die spezifischen Belange mechatronischer Systeme³⁷ ausgerichtet. Es beschreibt die notwendigen Schritte zur Erstellung einer Prinziplösung. Bild 3-3 zeigt die vier Phasen des Vorgehens, welche folgend erläutert werden [GD10, S. 61].

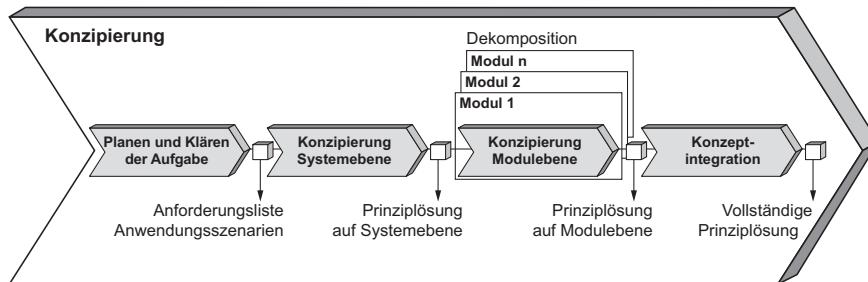


Bild 3-3: Vorgehen bei der Konzipierung mechatronischer Systeme nach GAUSEMEIER ET AL. [GD10, S. 61]

Planen und Klären der Aufgabe: In der ersten Phase wird die Aufgabenstellung identifiziert. Im ersten Schritt wird die Aufgabe abstrahiert. Anschließend erfolgt eine Umfeldanalyse zur Identifikation von Randbedingungen und Einflüssen, die auf das System wirken. Darauf aufbauend werden Anwendungsszenarien definiert, welche charakteristische Situationen und Systemzustände beschreiben. Abschließend wird eine Anforderungsliste mit Forderungen und Wünschen an das zu entwickelnde System erstellt. Als Ergebnis der Phase liegen eine Anforderungsliste und Anwendungsszenarien vor [GD10, S. 62f.].

Konzipierung auf Systemebene: Basierend auf den Anforderungslisten wird in der zweiten Phase eine Funktionshierarchie erstellt und für jedes Anwendungsszenario eine Lösung erarbeitet. Dazu werden die Funktionen der Funktionshierarchie in einen Morphologischen Kasten eingetragen und Lösungsmustern gegenübergestellt. Passende Lösungsmuster werden zu konsistenten Bündeln zusammengefasst. Für ein solches Bündel

³⁷ Mechatronik beschreibt „das symbiotische Zusammenwirken der Fachdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik“ [VDI2206]. Es werden zwei Klassen mechatronischer Systeme unterschieden: Systeme mit räumlicher Integration von Mechanik und Elektronik sowie Mehrkörpersysteme mit kontrolliertem Bewegungsverhalten [GG10, S.14].

wird folgend eine Wirkstruktur sowie eine initiale Baustuktur entwickelt. Zudem wird das Systemverhalten grob definiert. Die Teilergebnisse werden zur Lösung eines Anwendungsszenarios zusammengefasst. Durch den iterativen Durchlauf der beschriebenen Schritte werden die einzelnen Lösungen zusammengeführt. Ergebnis der Phase ist die Prinziplösung auf Systemebene [GD10, S. 63ff.].

Konzipierung auf Modulebene: In der dritten Phase werden die Prinziplösung auf Systemebene modularisiert. Für jedes Modul werden wiederum Prinziplösungen erarbeitet, welche hinsichtlich ihrer technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit bewertet werden. Als Ergebnis der Phase liegen Prinziplösungen auf Modulebene vor [GD10, S. 62].

Konzeptintegration: Abschließend werden die Prinziplösungen der Modulebene wieder zu einer detaillierten Prinziplösung des Gesamtsystems integriert. Diese bildet den Ausgangspunkt der folgenden Konkretisierung in den einzelnen Domänen [GD10, S. 62].

Bewertung

Das Vorgehen bei der Konzipierung mechatronischer Systeme nach GAUSEMEIER ET AL. baut auf etablierten Modellen der Produktkonzipierung auf. Es ist sehr gut geeignet, um die Komplexität zu beherrschen, die mit mechatronischen Systemen einhergeht. Besonders die Phase Planen und Klären der Aufgabe sowie Teile der Konzipierung auf Systemebenen sind für die vorliegende Arbeit von Bedeutung und werden bei der Erarbeitung der Systematik berücksichtigt.

3.1.4 Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps nach VIENENKÖTTER

Die Methodik nach VIENENKÖTTER zielt auf die Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps ab, welche die strategische Produkt- und Technologieplanung unterstützen. Das Vorgehen basiert auf dem Technologieplanungskonzept des Heinz Nixdorf Instituts und ist durch eine frühe Version der heutigen Innovations-Datenbank teils informationstechnisch unterstützt (vgl. Abschnitt 2.4.3). Das zugrundeliegende Vorgehensmodell ist in Bild 3-4 dargestellt und wird im Folgenden erläutert.

Analyse von Technologien, Anwendungen und Marktsegmenten: In Phase 1 beginnt die Methodik mit der Analyse bestehender Technologien, Anwendungen³⁸ und Marktsegmente. VIENENKÖTTER setzt dazu die Anwendungs-Marktsegmente-Matrix ein. Identifizierte Anwendungen werden einer Funktionsanalyse unterzogen, welche eine Transformation der Funktionsbeschreibung in Standardfunktionen enthält. Den Standardfunktionen werden wiederum bestehende Technologien zugeordnet [Vie07, S. 84ff.].

³⁸ VIENENKÖTTER verwendet den Begriff Anwendung synonym zum Begriff Produkt, wie er in dieser Arbeit verwendet wird.

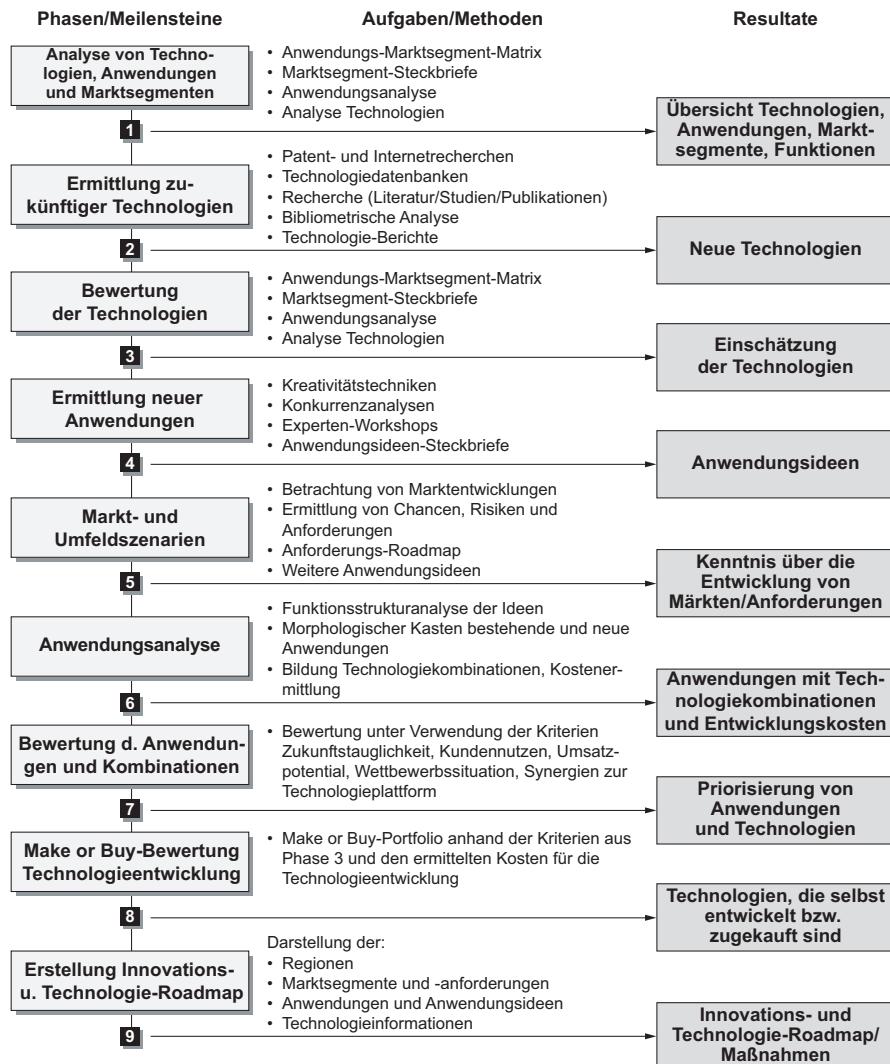


Bild 3-4: Vorgehen zur Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps nach VIENENKÖTTER [Vie07, S. 80]

Ermittlung zukünftiger Technologien: Zur Ermittlung zukünftiger Technologien erfolgt in Phase 2 eine umfassende Recherche in diversen Quellen sowie die Anwendung etablierter Analysemethoden wie der bibliometrischen Analyse. Die Ergebnisse werden in Technologieberichten festgehalten [Vie07, S. 91ff.].

Bewertung der Technologien: Analog zu Phase 1 werden den zukünftigen Technologien in Phase 3 Standardfunktionen zugeordnet. Ferner erfolgt eine Bewertung der internen und externen Technologieverfügbarkeit sowie der Technologieattraktivität, des Einsatzpotentials im Unternehmen und des Investitions- und Ergebnisrisikos [Vie07, S. 95ff.].

Ermittlung neuer Anwendungen: Durch die Anwendung von Kreativitätstechniken, Konkurrenzanalysen und Expertenworkshops werden Produktideen auf Basis der zuvor erstellten Technologieberichte generiert. Die Ergebnisse der Phase 4 werden in Ideensteckbriefen dokumentiert [Vie07, S. 106ff.].

Markt- und Umfeldszenarien: Mithilfe der Szenario-Technik nach GAUSEMEIER [GP14, S. 44ff.] werden in Phase 5 Markt- und Umfeldszenarien erstellt. Ferner werden auf Basis des gewählten Referenzszenarios zukünftige Produktanforderungen abgeleitet und in einer Anforderungs-Roadmap festgehalten [Vie07, S. 109ff.].

Anwendungsanalyse: In Phase 6 wird für jede Anwendungsidee eine Funktionshierarchie erstellt und ein Morphologischer Kasten mit funktionserfüllenden Technologien abgeleitet. Anschließend werden Technologiekombinationen gebildet und resultierende Aufwände in Bezug auf die Technologie- und Anwendungsentwicklung monetär bewertet [Vie07, S. 115ff.].

Bewertung der Anwendungen und Kombinationen: Ziel der Phase 7 ist die Priorisierung der generierten Technologiekombinationen mithilfe eines Portfolios. Die Abszisse des Portfolios wird durch die internen Kriterien Rentabilität, Synergien zur Technologieplattform, Konformität zur Unternehmensstrategie und Innovationsgrad beschrieben. Die Ordinate beschreibt die Relevanz der Anwendungsidee durch die Kriterien Zukunftsrelevanz, Kundennutzen, Umsatzpotential und Wettbewerbssituation [Vie07, S. 120ff.].

Make or Buy-Bewertung der Technologieentwicklung: Für eine ausgewählte Technologiekombination sind in der Regel nicht alle Technologien bereits intern verfügbar. Phase 8 befasst sich daher mit der Frage, ob fehlende Technologien intern entwickelt oder extern beschafft werden sollen. Die Entscheidung wird mithilfe des Make or Buy-Portfolios getroffen, das durch die Achse *Beitrag der Technologie zum Wettbewerbsvorteil* und *Verfügbarkeit der Technologie* beschrieben ist [Vie07, S. 129ff.].

Erstellung der Innovations- und Technologie-Roadmap: Aus den Resultaten der vorangegangenen Phasen wird abschließend die Innovations- und Technologie-Roadmap erzeugt. Diese verknüpft Anwendungsideen, Technologien und Marktsegmente miteinander und bildet somit ein strategisches Planungsinstrument [Vie07, S. 131ff.].

Bewertung

Die Methodik nach VIENENKÖTTER liefert ein systematisches und umfassendes Vorgehen für die strategische Produkt- und Technologieplanung. Besonders die simultane Betrachtung von zukünftigen Marktanforderungen und technologischen Entwicklungen ist posi-

tiv zu bewerten. Bei der Erstellung der Technologiekombinationen bleiben jedoch technologische Restriktionen unbeachtet, die eine Kombination verhindern könnten. Aus Sicht der Kompetenzplanung erfolgt die Make or Buy-Entscheidung zudem auf einem zu generischen Level. Auch die fehlende Berücksichtigung von Kooperationsformen im Technologieaufbau wird negativ bewertet.

3.1.5 Entwicklung konsistenter Produkt- und Technologiestrategien nach BRINK

Das Verfahren zur Entwicklung konsistenter Produkt- und Technologiestrategien nach BRINK zielt auf die integrative, strategische Planung der Erschließung von Innovationsvorhaben ab. Dazu werden Lösungsvarianten erarbeitet und zu Entwicklungsaufträgen konkretisiert. Das Vorgehen wird dabei von der Innovations-Datenbank des Heinz Nixdorf Instituts informationstechnisch unterstützt (vgl. Abschnitt 2.4.3). BRINK gliedert sein Verfahren in sieben Phasen, welche in Bild 3-5 dargestellt sind und folgend beschrieben werden [Bri10, S. 97ff.].

Analyse und Prognose des Geschäfts: Beginnend mit der Analyse der Geschäftsstruktur sowie einer Kundensegmentierung wird in Phase 1 eine Prognose des zukünftigen Geschäfts vorgenommen. Die resultierende Anforderungs-Roadmap und zu erschließende Potentiale dienen der Charakterisierung von Norm-Produktstrategien und Norm-Technologiestrategien für Produktbereiche. Ergebnis der Phase sind priorisierte Innovationsaufgaben, welche in Steckbriefen definiert und durch Anforderungslisten spezifiziert sind. Die generierten Informationen werden systematisch in der Innovations-Datenbank gespeichert [Bri10, S. 99ff.].

Entwicklung kundensegmentspezifischer Anforderungsprofile: Eine Kundenbefragung dient in Phase 2 der Erhebung und Priorisierung von Kundenanforderungen. Darauf aufbauend werden kundensegmentspezifische Anforderungsprofile zusammengestellt [Bri10, S. 117ff.].

Anforderungsanalyse: In Phase 3 wird die Anforderungsanalyse zunächst zum Aufstellen einer lösungsneutralen Funktionshierarchie verwendet. Dabei folgt BRINK der etablierten Konstruktionssystematik nach PAHL und BEITZ (vgl. Abschnitt 3.1.1). Demnach wird die beabsichtigte Gesamtfunktion der Innovationsaufgabe in eine sinnvolle Anzahl von Haupt- und Teifunktionen gegliedert, für deren Lösung sich Technologien zuordnen lassen [FG13, S. 345]. Zum Einsatz der Innovations-Datenbank erweitert BRINK die unterste Ebene der Funktionshierarchie um eine standardisierte Beschreibung der Funktionen. Abschließend wird die Funktionshierarchie mit den Ergebnissen der Kundenbefragung aus Phase 2 zusammengeführt und eine Nutzengewichtung der Teifunktionen vorgenommen [Bri10 S. 122ff.].

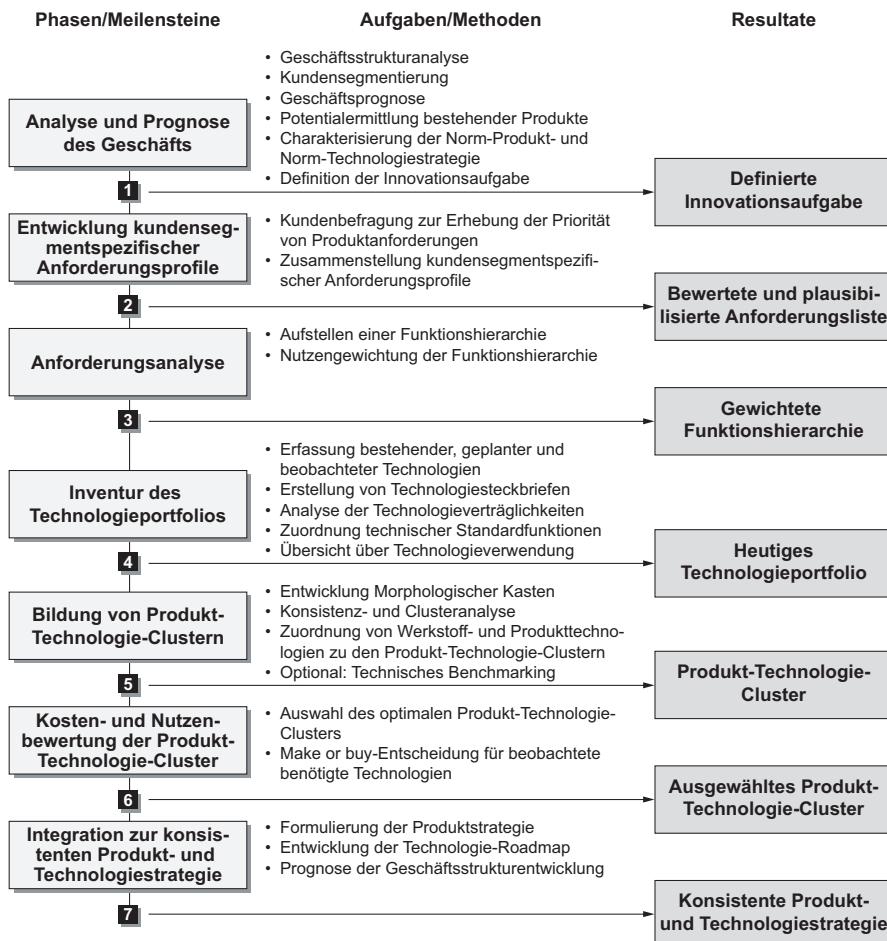


Bild 3-5: Vorgehensmodell zur Entwicklung konsistenter Produkt- und Technologiestrategien nach BRINK [Bri10, S. 98]

Inventur des Technologieportfolios: Die Bearbeitung der vierten Phase erfolgt unabhängig von konkreten Innovationsvorhaben und ist kontinuierlich zu durchlaufen. Es werden bestehende, geplante und beobachtete Technologien erfasst und in einem standardisierten Technologiesteckbrief dokumentiert. Ferner werden die erfassten Technologien auf ihre gegenseitige Verträglichkeit hin analysiert. Ziel dieser Analyse ist eine Aussage über neutrale, konfliktäre oder substituierende Wechselwirkungen im Technologieportfolio. Zur Verwendung der Innovations-Datenbank, werden allen Technologien Standardfunktionen zugewiesen, durch die eine Verknüpfung zu der in Phase 3 beschriebenen Funktionshierarchie ermöglicht wird. Die Phase schließt mit einer Übersicht der derzeitigen Technologieverwendung im betrachteten Unternehmen [Bri10 S. 127ff.].

Bildung von Produkt-Technologie-Clustern: Phase 5 bildet den Kern des Verfahrens. Die Innovations-Datenbank wird für eine automatisierte Zuordnung von Technologien zu den Funktionen der Innovationsaufgaben im Morphologischen Kasten eingesetzt. Mit hilfe einer Konsistenz- und Clusteranalyse werden Produkt-Technologie-Cluster ermittelt. Unter Einsatz der Scenario-Software [GP14, S. 61ff.] erfolgt dazu eine paarweise Bewertung; als Resultat liegen konsistente Kombinationen von Technologien vor, die sich für die Erfüllung der geforderten Funktionen der Innovationsaufgabe eignen. Zur weiteren Konkretisierung werden den so ermittelten Produkt-Technologie-Clustern anschließend Werkstoff- und Produktionstechnologien zugeordnet. Abschließend erfolgt optional ein technisches Benchmarking zur Identifikation von Wettbewerbsbestleistungen [Bri10 S. 136ff.].

Kosten- und Nutzenbewertung der Produkt-Technologie-Cluster: Auf Basis einer Kosten- und Nutzenbewertung erfolgt in Phase 6 die Auswahl des optimalen Produkt-Technologie-Clusters. Für das ausgewählte Cluster wird eine Make-or-Buy-Entscheidung auf Technologieebene getroffen. Dazu werden beobachtete, benötigte Technologien hinsichtlich ihrer strategischen Relevanz und der relativen Technologiekompetenz des Unternehmers bewertet [Bri10, S. 146ff.].

Integration zur konsistenten Produkt- und Technologiestrategie: In der siebten und letzten Phase des Vorgehens erfolgt zunächst die Formulierung der Produktstrategie. Diese enthält u.a. Angaben über die Produktprogramm- und Variantenplanung sowie Zielmärkte und Wettbewerbsstrukturen. Zudem erfolgt eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der konkreten Innovationsaufgabe. Daran anschließend wird eine Technologie-Roadmap entwickelt. Die Phase schließt mit einer Prognose der Geschäftsstrukturerwicklung [Bri10, S. 154ff.].

Bewertung

Das Verfahren nach BRINK beschreibt die Entwicklung von aufeinander abgestimmten Produkt- und Technologiestrategien und adressiert damit auch die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit. Besonders die systematische Konkretisierung der Innovationsaufgabe mithilfe der Funktionshierarchie, der Technologieinventur und des automatisiert erstellten Morphologischen Kastens, trägt zur Erfüllung der an die vorliegende Arbeit gestellten Anforderungen bei. Auch die Unterstützung des Verfahrens durch die Innovations-Datenbank erscheint für das Erreichen der gestellten Anforderungen zielführend. Im Rahmen der Make-or-Buy-Entscheidung fehlt es jedoch an der Berücksichtigung von Kooperationsformen. Auch die Betrachtung der Kompetenzen, die zur Erschließung eines Produkt-Technologie-Clusters erforderlich sind, erfolgt auf einem für diese Arbeit zu generischen Level.

3.2 Ansätze zur Kompetenzermittlung und -beschreibung

Das Management von Kompetenzen wird bereits seit einigen Jahren in der Literatur diskutiert. Besonders starke Berücksichtigung finden dabei jedoch Ansätze der Personalwirtschaft, die auf die Analyse und den Ausbau persönlicher Fähigkeiten ausgerichtet sind. Diese Ansätze sind für die vorliegende Arbeit nicht relevant und werden daher nicht weiter betrachtet.

Im Folgenden werden zunächst ganzheitliche Ansätze des Kompetenzmanagements auf Unternehmens- bzw. Geschäftsbereichsebene betrachtet. Hierbei stehen insbesondere die Schritte zur Kompetenzermittlung im Fokus der Analyse. Ergänzend werden Ansätze vorgestellt, welche sich mit der systematischen Beschreibung von Kompetenzen befassen. Die beschriebenen Ansätze werden jeweils vor dem Hintergrund der in Abschnitt 2.6 aufgestellten Anforderungen bewertet.

3.2.1 Zyklus des Kernkompetenzmanagements nach KRÜGER und HOMP

KRÜGER und HOMP beschreiben das Management von (Kern-)Kompetenzen als Topmanagementaufgabe mit dem Ziel der langfristigen Bildung von Wettbewerbsvorteilen. Diese ist als Spezifikation allgemeiner Managementaufgaben zu sehen und folgt dem Gedanken des bereits vorgestellten Gegenstrommodells (vgl. Abschnitt 2.4.4) [KH97, S. 92]. Bild 3-6 zeigt das zugrundeliegende Vorgehensmodell.

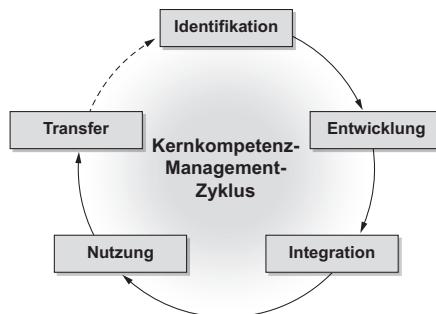


Bild 3-6: Kernkompetenz-Management-Zyklus nach KRÜGER und HOMP [KH97, S. 93]

Den Prozess des Kernkompetenzmanagements beschreiben KRÜGER UND HOMP in fünf zyklisch angeordneten Phasen. Die Phasen und deren Inhalt werden folgend beschrieben:

- Die Phase **Identifikation** bildet den Ausgangspunkt des Vorgehens. Ziel der Phase ist das Bestimmen relevanter Ressourcen und Fähigkeiten sowie die Identifikation vorhandener und zukünftiger Kompetenzen. Dazu wird bspw. die Wert schöpfungskettenanalyse eingesetzt, um die unternehmensexterne Seite abzubilden. Ein zu erststellendes Selbstbild berücksichtigt zudem Aspekte des Umfelds des

Unternehmens, wie bspw. die Kundensicht. Die abschließende Festlegung zukünftiger Aufgabenschwerpunkte bestimmt die langfristige Ausrichtung des Unternehmens [KH97, S. 100ff.].

- Ziel der Phase **Entwicklung** ist die Ausarbeitung konkreter Maßnahmen zum kompetenzorientierten Auf- und Umbau von Fähigkeiten und Ressourcen. KRÜGER und HOMP nennen dazu verschiedene Formen und Prinzipien der Entwicklung. Dabei kommt neben der Eigenentwicklung auch die Zusammenarbeit mit Partnern in Frage [KH97, S. 109ff.].
- Die **Integration** hat zur Aufgabe, die unternehmerischen Stärken (Ressourcen und Fähigkeiten) so zu bündeln, dass ihre optimale Nutzung ermöglicht wird. Die Phasen Entwicklung und Integration sind somit stark miteinander verbunden [KH97, S. 119ff.].
- Die **Nutzungsphase** adressiert den Einsatz der Kompetenzen im Markt. Dabei sind Rekursions-Schleifen mit den vorhergehenden Phasen der Entwicklung und Integration durchaus erwünscht, um eine nachhaltige Nutzung von Kompetenzen durch deren stetige Anpassung und Aktualisierung zu gewährleisten [KH97, S. 122ff.].
- Der **Transfer** beschreibt die Abkopplung einer Kompetenz von einem spezifischen Produkt zu deren Übertragung auf weitere Produkte, Regionen und Kunden. KRÜGER und HOMP messen dieser Phase eine besonders hohe Bedeutung zu. Sie konstatieren, dass es besonderer „unternehmerischer Phantasie“ bedarf, um die zukünftige Verwendung von Kompetenzen vorauszudenken und sehen darin eine Quelle für eine erfolgreiche Positionierung im Wettbewerb [KH97, S. 125ff.].

Durch den Transfer werden neue Handlungsfelder für das Unternehmen erschlossen. In diesen ist der Zyklus erneut zu durchlaufen. Somit erfolgt ein steter Ausbau der Kompetenzbasis und eine Stärkung der Wettbewerbsposition.

Bewertung

Der Ansatz nach KRÜGER und HOMP berücksichtigt sowohl die Markt- als auch die Resourcen-Perspektive. Das Zulassen des Kompetenzaufbaus unter Einbezug externer Quellen gewährleistet eine effiziente Ausrichtung und Konzentration der Aktivitäten des Kompetenzmanagements. Durch die Phase Transfer werden zudem die positiven Effekte des „Competence Leveraging“ berücksichtigt (vgl. Abschnitt 2.4.4). Die fehlende informationstechnische Unterstützung macht die Aufgaben jedoch sehr komplex und lässt die Anwendbarkeit, insbesondere in diversifizierten Unternehmen, schwierig erscheinen.

3.2.2 Management von Kernkompetenzen nach DEUTSCH ET AL.

Der Prozess des Managements von Kernkompetenzen nach DEUTSCH ET AL. beschreibt einen kundenbezogenen Ansatz, der auf den Aufbau neuer Kompetenzen und deren Nutzung in verschiedenen Unternehmensbereichen abzielt [DDR+97a, S. 31f.]. Bild 3-7 stellt die sieben Prozessschritte und deren Ergebnisse dar.

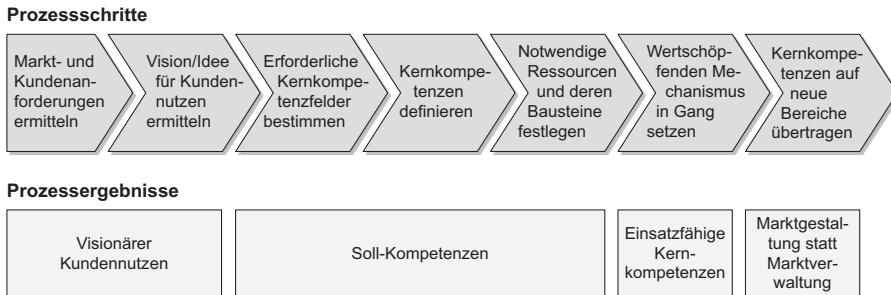


Bild 3-7: Kernkompetenz-Managementprozess nach [DDR+97a, S. 32]

Markt- und Kundenanforderungen aufnehmen: Im ersten Prozessschritt erfolgt eine Kundenbefragung mit dem Ziel, derzeitige Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen zu ermitteln [DDR+97a, S. 33ff.].

Tragfähige Vision/Idee für den Kundennutzen entwickeln: Schritt zwei dient dem Erschließen von zukünftigen Kundenbedürfnissen. Mit Methoden wie bspw. Fokusgruppen-Interviews, Wettbewerbsanalysen und dem Benchmarking wird hergeleitet, welcher Nutzen dem Kunden zukünftig gestiftet werden kann [DDR+97a, S. 35f.].

Erforderliche Kernkompetenzen bestimmen: Aus den Ergebnissen der vorangegangenen Schritte, werden in Schritt 3 zukünftige Kernkompetenzfelder beschrieben. Jedes Kernkompetenzfeld fasst dabei mehrere Anforderungen zusammen. Anschließend werden Ressourcen und Fähigkeiten für die Erschließung der Kompetenzfelder bestimmt [DDR+97a, S. 36f.].

Kernkompetenzen definieren: Zum Ermitteln von Kernkompetenzen setzen DEUTSCH ET AL. ein Portfolio ein. Dies wird durch die Kriterien *Wettbewerbsvorteil* sowie *Verteidigungs- und Ausbaufähigkeit* aufgespannt und ist in Bild 3-8 dargestellt [DDR+97a, S. 38f.]. Das Portfolio ist in vier Felder gegliedert, welche jeweils mit Normstrategien beschrieben sind [Leh14b, S. 40f.], [DDR+97b, S. 24ff.]:

- **Standardressourcen/-fähigkeiten:** Dieses Feld enthält Ressourcen und Fähigkeiten, die im Unternehmen vorhanden sind, jedoch nicht zur Differenzierung vom Wettbewerb beitragen und nicht weiter ausgebaut werden können. Sie sollten nicht weiter gepflegt werden und sind lediglich zu halten, sofern sie im Produktentstehungsprozess eingesetzt werden.

- **Unerschlossene Fähigkeiten/Ressourcen:** Ressourcen und Fähigkeiten in diesem Feld werden vom Unternehmen überdurchschnittlich gut beherrscht. Sie werden jedoch (noch) nicht in Wettbewerbsvorteile umgewandelt. Es gilt, den Einsatz dieser Ressourcen und Fähigkeiten für zukünftige Produkte zu intensivieren.
- **Einzigartige Kombinationen von Ressourcen und Fähigkeiten:** Hier positionierte Ressourcen-Fähigkeits-Kombinationen führen zu Wettbewerbsvorteilen des Unternehmens – sog. Strategische Erfolgspositionen. Aufgrund ihrer geringen Verteidigungs- und Ausbaufähigkeit, können diese Ressourcen-Fähigkeits-Kombinationen jedoch leicht von Wettbewerbern imitiert werden.
- **Kernkompetenzen:** Dieses Feld beschreibt einzigartige Ressourcen-Fähigkeits-Kombinationen, die zudem eine hohe Verteidigungs- und Ausbaufähigkeit aufweisen. Sie verschaffen dem Unternehmen nachhaltige Wettbewerbsvorteile und sichern somit den Erfolg.

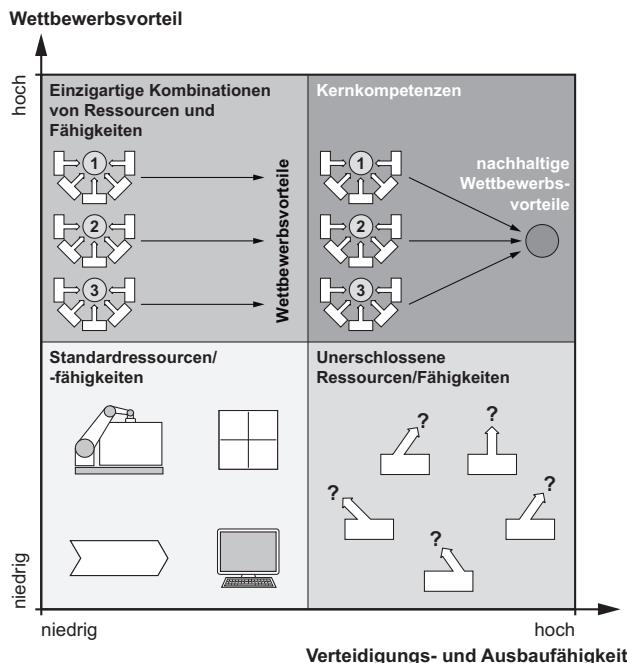


Bild 3-8: Ermittlung und Definition von Ressourcen, Fähigkeiten und Kernkompetenzen nach DEUTSCH ET AL. [DDR+97b, S. 24], interpretiert von LEHNER [Leh14b, S. 41]

Notwendige Ressourcen und Ressourcenbausteine festlegen: Schritt 5 bereitet den Kompetenzaufbau vor. Es werden Ressourcen und deren Bausteine festgelegt, die für den Aufbau der Soll-Kompetenzen erforderlich sind [DDR+97a, S. 39ff.].

Wertschöpfungsmechanismus in Gang setzen: Die Nutzbarmachung der Soll-Kompetenzen ist Gegenstand von Schritt 6. Ermittelte Ressourcen werden aufgebaut und in den Wertschöpfungsprozess des Unternehmens integriert [DDR+97a, S. 41ff.].

Kernkompetenzen auf neue Bereiche übertragen: Einsatzfähige Kernkompetenzen sind abschließend hinsichtlich weiterer Einsatzmöglichkeiten zu untersuchen und auf neue Anwendungen und Märkte zu übertragen. So können Skaleneffekte erzielt und teils neue Marktleistungen gestaltet werden [DDR+97a, S. 43f.].

Bewertung

Der Prozess des Managements von Kernkompetenzen nach DEUTSCH ET AL. ist gut strukturiert; die einzelnen Schritte sind mit Empfehlungen für geeignete Methoden zielführend untermauert. Als nachteilig wird die isolierte Ausrichtung auf Kundenbedürfnisse bewertet. Es erfolgt somit keine Berücksichtigung innovativer technologischer Entwicklungen und deren Einsatz in zukünftigen Produkten. Die Beschreibung und Bewertung von (Kern-)Kompetenzen als Kombination aus Fähigkeiten und Ressourcen wird auch für die vorliegende Arbeit als zielführend angesehen.

3.2.3 Kompetenzplanung nach MIEKE

Das Vorgehen nach MIEKE hat das Erfassen von Kompetenzen zum Ziel, die für die Realisierung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten erforderlich sind. Dabei ist das Vorgehen insbesondere auf Unternehmen ausgerichtet, die in Technologiefrühaufklärungsnetzwerken integriert sind. MIEKE definiert Kompetenzen als „[...] ein Set von Fertigkeiten und Fähigkeiten, das es einem handelnden Subjekt ermöglicht, definierte Aufgaben zu erfüllen und bestimmten Erfordernissen gerecht zu werden“ [Mie05, S. 200], [DZ02, S. 130]. Ferner unterscheidet er personenbezogene und organisationale Kompetenzen [Mie05, S. 200f.]. Bild 3-9 zeigt das Vorgehen der Kompetenzplanung nach MIEKE als Phasenmodell. Die einzelnen Phasen werden im Folgenden erläutert.

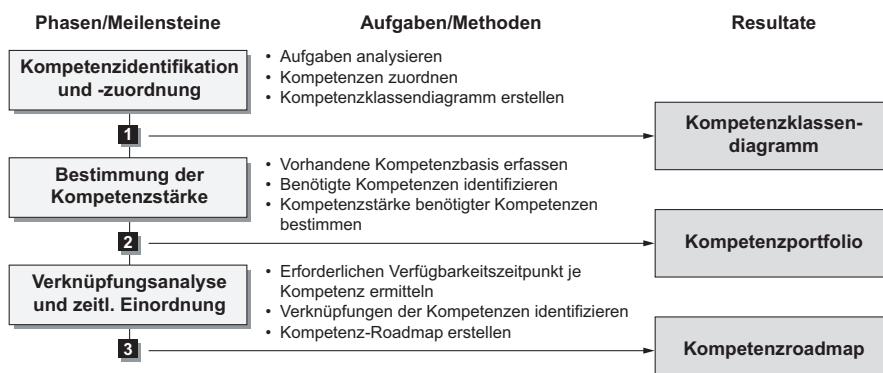


Bild 3-9: Vorgehensmodell der Kompetenzplanung nach MIEKE [Mie05, S. 206]

Kompetenzidentifikation und -zuordnung: Zu Beginn der ersten Phase wird eine Aufgabenanalyse durchgeführt, welche die Schritte der Technologieentwicklung identifizieren soll. Aus den analysierten Aufgaben werden Kompetenzen abgeleitet und den Partnern im Netzwerk zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt auf Basis von verantworteten Arbeitspaketen, Kapazitäten, strategischen Zielen und bestehenden Kompetenzen des jeweiligen Unternehmens. Ermittelte Kompetenzen und deren Zuordnung zu den Projektpartnern werden mithilfe des **Kompetenzklassendiagramms** dokumentiert, wobei Inhalts- und Organisationsebene unterschieden werden (vgl. Bild 3-10). Die Kompetenzklassen sind durch die Aggregation von Unterklassen beschreibbar. Eigenschaften von Oberklassen werden wiederum auf Unterklassen vererbt [Mie05, S. 206f.].

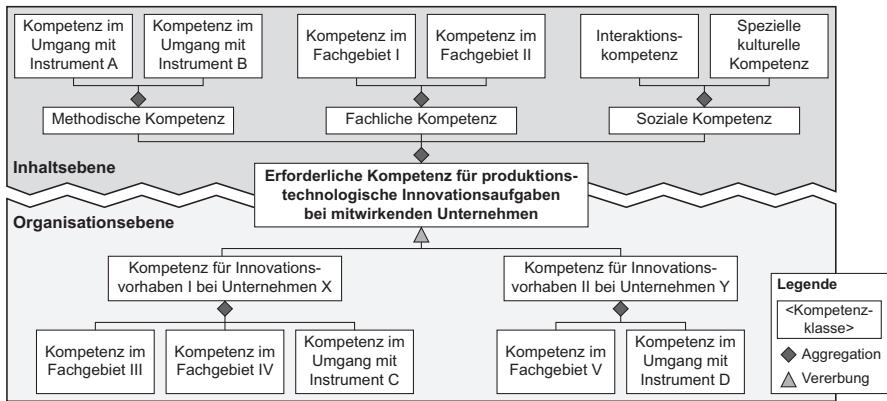


Bild 3-10: Kompetenzklassendiagramm nach MIEKE [Mie09, S. 184]

Bestimmung der Kompetenzstärke: Nach der Zuordnung der zu schaffenden Kompetenzen auf die Projektpartner, muss nun festgelegt werden, in welchem Maß der Kompetenzaufbau erforderlich ist. Dazu werden zunächst vorhandene Kompetenzen erfasst und bewertet. Im Weiteren wird identifiziert, welche Kompetenzen auszubauen bzw. neu aufzubauen sind. Anschließend wird festgelegt, welche Soll-Kompetenzstärke die zu schaffenden Kompetenzen aufweisen müssen. Diese Bewertung wird durch Kompetenzportfolios unterstützt (vgl. Bild 3-11). MIEKE konstatiert, dass die Achsen der Portfolios auf die strategische Zielsetzung anzupassen sind. Er verwendet die **Kompetenzstärke** des Unternehmens auf der Abszisse und den **Wert der Kompetenz** für das Unternehmen auf der Ordinate. Im Portfolio wird zudem sowohl die derzeitige, als auch die angestrebte Position einer Kompetenz visualisiert [Mie05, S. 208f.].

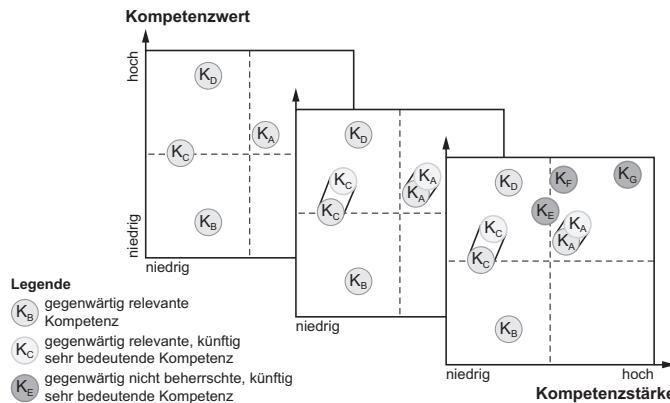


Bild 3-11: Kompetenzportfolio nach MIEKE [Mie05, S. 210]

Verknüpfungsanalyse und zeitliche Einordnung: Die letzte Phase dient der zeitlichen Konzeption der Kompetenzplanung, ausgehend von der Zielsetzung des Innovationsprojektes. Im ersten Schritt wird der benötigte Verfügbarkeitszeitpunkt jeder Kompetenz ermittelt. Nachfolgend werden Verknüpfungen zwischen Kompetenzen identifiziert. Diese resultieren bspw. aus der Verwendung einer Ressource durch mehrere Kompetenzen oder der Zusammenführung zweier Kompetenzen zu einer neuen Kompetenz. Abschließend werden die Kompetenzen nach ihrem voraussichtlichen Verfügbarkeitszeitpunkt in eine **Kompetenz-Roadmap** eingetragen (vgl. Bild 3-12). Neben den aufgabenbezogenen Kompetenzen im Partnernetzwerk, werden darin auch unternehmensinterne Kompetenzen und kompetenzstrukturinhärente Faktoren wie Verknüpfungen dargestellt [Mie05, S. 210ff.], [Mie09, S. 184].

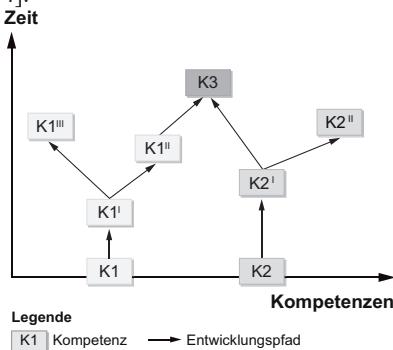


Bild 3-12: Aufbau einer Kompetenz-Roadmap nach MIEKE [Mie09, S. 187]

Bewertung

Das Verfahren nach MIEKE liefert einen vielversprechenden Leitfaden zur Kompetenzplanung, der insbesondere auf die Kompetenzentwicklung in partnerschaftlichen Netzwerken ausgerichtet ist. Der Ansatz bleibt an vielen Stellen jedoch zu generisch. Für die

Zuordnung erforderlicher Kompetenzen zu den Projektpartnern werden zwar Kriterien genannt, die operative Umsetzung bleibt jedoch unklar. Auch eine ausgeglichene Verteilung des Kompetenzaufbaus unter den Partnern, im Sinne des Kosten/Nutzen Verhältnisses, wird nicht beschrieben. Zudem fehlt es an einer klaren Beschreibungslogik zum Erfassen der Kompetenzen sowie einem definierten Detailierungs- und Reifegrad, was besonders unter dem Gesichtspunkt des kollaborativen Kompetenzaufbaus in Netzwerken bedeutend ist. Die Kompetenz-Roadmap liefert einen guten Ansatz zur Operationalisierung und zum Controlling des Kompetenzaufbaus. Deren Erstellung ist jedoch ebenfalls nicht ausreichend methodisch unterstützt, insbesondere hinsichtlich der Verknüpfung der Kompetenzen untereinander.

3.2.4 Beschreibung von Kompetenzprofilen nach SCHUH und von MANGOLDT

Das Beschreiben von Kompetenzprofilen ist Bestandteil der Methode zur Messung des technologischen Kompetenz-Fits bei der technologie- und kompetenzbasierten Diversifikation nach SCHUH und von MANGOLDT. Diese setzt sich aus den sechs Modulen *Diversifikationsziele*, *Kompetenzprofil*, *Diversifikationsalternative* und *Messung des Kompetenz-Fits* zusammen. Ziel der Methode ist, die Entscheidungsgrundlage bei der Bewertung und Auswahl von technologie- und kompetenzbasierten Diversifikationsalternativen zu unterstützen [SM14, S. 133ff.]. Für die vorliegende Arbeit ist das Modul *Kompetenzprofil* relevant, sodass auf eine Beschreibung der übrigen Module verzichtet wird. Kompetenzprofile nach SCHUH und von MANGOLDT dienen dem abstrakten Abbilden von technologischen Kompetenzen. Die Erstellung gliedert sich in die folgenden Schritte:

Definition von generischen Kompetenzkategorien: Anfangs werden übergeordnete technologische Kompetenzkategorien (z.B. Produktionskompetenz) definiert, welche sich an etablierten Ansätzen zur Unternehmensbeschreibung orientieren, wie der Wertkettenanalyse nach PORTER [Por99]. Die Kompetenzkategorien dienen der Klassifizierung des technologischen Wissens eines Unternehmens [SM14, S. 137].

Beschreibung der technologischen Basis: Im Weiteren erfolgt eine Analyse der technologischen Basis des Unternehmens. Dazu werden zunächst vorhandene technologische Ressourcen beschrieben. SCHUH und von MANGOLDT verstehen darunter das technologische Know-how aus Entwicklung und Produktion sowie sämtliche Material-, Produktions- und Produkttechnologien. Technologische Kompetenzen entstehen nach SCHUH und von MANGOLDT erst durch die Kombination von materiellen und immateriellen Ressourcen eines Unternehmens. Um diese Kombinationen strukturiert erfassen zu können, schlagen sie den Einsatz etablierter Methoden wie einer morphologischen Analyse oder Technologiebäume vor [SM14, S. 137f.].

Abstrakte Beschreibung von technologischen Kompetenzen: Für die Beschreibung technologischer Kompetenzen setzen SCHUH und VON MANGOLDT eine Subjekt-Prädikat-Objekt Logik ein, welche aus der zuvor beschriebenen technologischen Basis des Unternehmens abgeleitet werden kann und in Bild 3-13 dargestellt ist. Eine nach dieser Logik erstellte Kompetenzbeschreibung lautet: „*Wir entwickeln automatisierte Prozesse für die Verarbeitung granularer inhomogener Materialien*“ [SM14, S. 138].

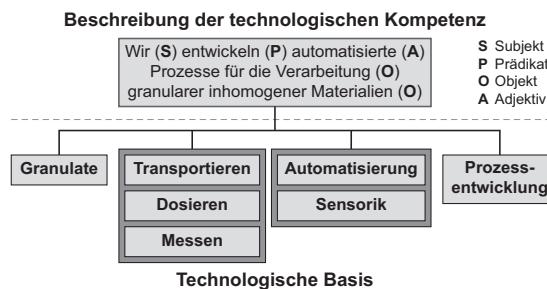


Bild 3-13: Beschreibung einer technologischen Kompetenz nach SCHUH und VON MANGOLDT [SM14, S. 139]

Bei der Beschreibung der technologischen Kompetenzen sind formale Anforderungen zu erfüllen. So muss sie eine semantische und inhaltliche Verknüpfung der technologischen Basis erlauben, um einen Objektbezug (bspw. zu konkreten Technologien) herzustellen. Ferner muss die Beschreibung einen wertenden Aspekt, bspw. in Bezug auf Zeit, Kosten oder Qualität, aufweisen. Dieser wird in Form von Adjektiven hergestellt. Die eigentliche Fähigkeit wird durch das Prädikat beschrieben, z.B. beherrschen oder optimieren. Zudem muss die Beschreibung technologischer Kompetenzen stets einen Bezug zur Anwendung enthalten [SM14, S. 139].

Bewertung

Die Beschreibung von Kompetenzprofilen nach SCHUH und VON MANGOLDT bietet einen abstrakten und gleichzeitig praktikablen Rahmen zur Dokumentation von technologischen Kompetenzen. Die formalen Anforderungen an die Beschreibung gewährleisten eine personenunabhängige Anwendbarkeit. Die eingesetzte Beschreibungslogik erscheint für die Erfüllung einzelner Anforderungen der vorliegenden Arbeit grundsätzlich adaptierbar. Zu bemängeln ist die fehlende informationstechnische Unterstützung der Methode. Besonders die nur semi-formale Beschreibung der Kompetenzen erschwert die eindeutige Ablage in relationalen Datenbanken.

3.2.5 Identifikation erforderlicher Kompetenzen für hybride Leistungsbündel nach BAUREIS

Die Methode „InnoComp“ nach BAUREIS ist speziell auf die Identifikation erforderlicher Kompetenzen für hybride Leistungsbündel³⁹ ausgerichtet. Sie adressiert Unternehmen des produzierenden Gewerbes und unterstützt bei der Bewertung und Auswahl von potentiellen Entwicklungsvorhaben aus Sicht der Ressourcen- und Kompetenzausstattung. Ferner bieten die Ergebnisse eine gute Ausgangsbasis für die Identifikation geeigneter Kooperationspartner. Das Vorgehen ist in vier Phasen gegliedert, welche in Bild 3-14 dargestellt sind und im Folgenden erläutert werden [Bau13, S. 93].

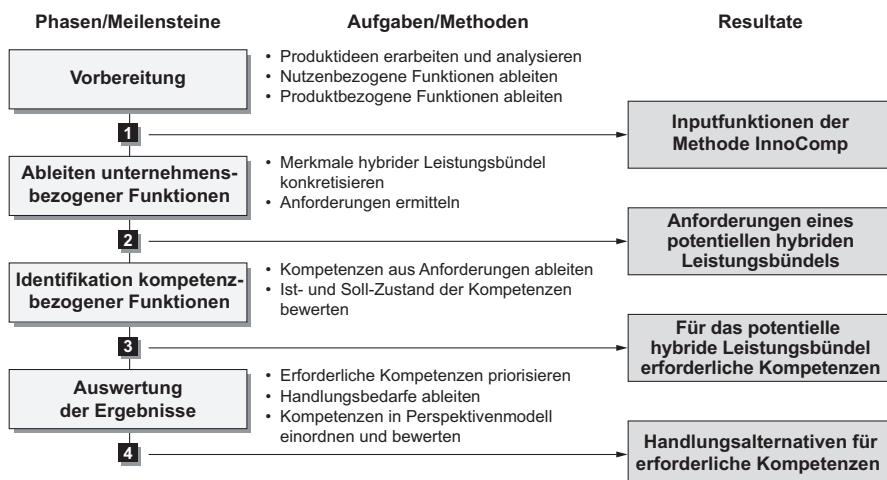


Bild 3-14: Vorgehen zur Identifikation erforderlicher Kompetenzen für hybride Leistungsbündel nach BAUREIS [Bau13, S. 104ff.]

Vorbereitung: Phase 1 dient der Ermittlung von Informationen, die für die Anwendung der Methode notwendig sind. Dazu werden Markt- und Kundenanforderungen über nutzenbezogenen Funktionen abgebildet und deren technische Realisierung im Produkt über produktbezogene Funktionen beschrieben [Bau13, S. 104ff.].

Ableitung unternehmensbezogener Funktionen: Die Analyse unternehmensbezogener Funktionen in Phase 2 entspricht laut BAUREIS einer Anforderungsanalyse. Im ersten Schritt werden dazu allgemeine charakteristische Merkmale hybrider Leistungsbündel konkretisiert. Im zweiten Schritt werden Anforderungen des betrachteten hybriden Leistungsbündels ermittelt. Dazu kommt eine Anforderungsmatrix zum Einsatz. In den Zeilen werden Ressourcen eingetragen (z.B. Humankapital oder Kundenbeziehungen). Die

³⁹ Als hybride Leistungsbündel (HLB) werden Produkte bezeichnet, die durch eine integrierte Planung, Entwicklung, Implementierung, Erbringung und Nutzung von Sach- und Dienstleistungen gekennzeichnet sind [MU12, S. 6].

Spalten enthalten die zuvor konkretisierten charakteristischen Merkmale (z.B. Heterogene Leistungserstellung). Die Anforderungen werden aus den resultierenden Kombinationen abgeleitet [Bau13, S. 106ff.].

Identifikation kompetenzbezogener Funktionen: Auf Grundlage der zuvor ermittelten Anforderungen, werden in Phase 3 erforderliche Kompetenzen des potentiellen hybriden Leistungsbündels abgeleitet. Dazu kommt erneut die Matrix aus Phase 2 zum Einsatz. Identifizierte Kompetenzen werden abschließend hinsichtlich ihres heutigen Ist-Zustands und des benötigten Soll-Zustands bewertet [Bau13, S. 113ff.].

Auswertung der Ergebnisse: Die letzte Phase beginnt mit der Bewertung erforderlicher Kompetenzen im Rahmen einer Nutzwertanalyse. Ziel der Bewertung sind identifizierte Handlungsbedarfe. Im Weiteren werden die Kompetenzen in einem dreidimensionalen Perspektivenmodell nach ihrer Position im Dienstleistungsportfolio, in den funktionalen Bereichen und der Ressourcenausstattung eingeordnet. Abschließend erfolgt eine Bewertung der Kompetenzen durch eine Zuordnung zur Potential-, Prozess-, Ergebnis- oder Marktdimension [Bau13, S. 117ff.].

Bewertung

Die Methode InnoComp nach BAUREIS ist sehr abstrakt gehalten. Die Kombination von markt- und technologierelevanten Aspekten sowie die Beschreibung der Anforderungen erfolgt auf einem generischen Level, welches kaum Anwendungsbezug erkennen lässt. Der Soll-Ist-Abgleich sowie die Priorisierung der Handlungsbedarfe zum Kompetenzaufbau können hingegen zu effizienten und zielgerichteten Aktionen führen. Es mangelt jedoch an konkreten Maßnahmen, welche beschreiben, wie die erforderlichen Kompetenzen aufzubauen sind.

3.3 Ansätze zur Bewertung von Kompetenzaufbaualternativen

Der Fokus dieses Abschnitts liegt auf der Identifikation und Bewertung von Alternativen des Kompetenzaufbaus. Es werden wiederum sowohl ganzheitliche Ansätze der Produktentstehung als auch spezifische Vorgehen analysiert. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei, eine Entscheidungsunterstützung über den externen Bezug einer Kompetenz bzw. deren internen Aufbau zu geben. Dazu werden auch Ansätze analysiert, die nicht direkt auf die Bewertung von Kompetenzen gerichtet sind, sich jedoch darauf adaptieren lassen.

3.3.1 Toolkit zur Kompetenzanalyse nach EDGE ET AL.

Das Toolkit nach EDGE ET AL. zielt in erster Linie auf die Identifikation vorhandener Skills (Fähigkeiten) und die Bewertung von deren Einsatzmöglichkeiten ab. Der Terminus *Skill* wird dabei als „*disaggregierte Fähigkeit einer Organisation*“ verstanden⁴⁰. Die grundlegende Methodik ist in fünf Tools (Phasen) unterteilt. Diese lassen sich mithilfe des in Bild 3-15 dargestellten Vorgehensmodells beschreiben und werden im Folgenden erläutert [EKH+95, S. 201].

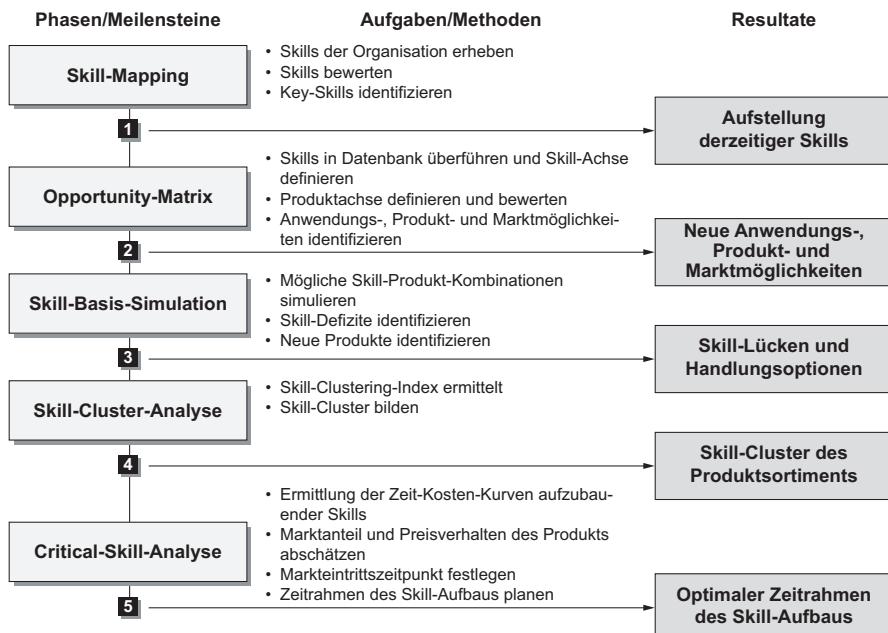


Bild 3-15: Vorgehensmodell zum Toolkit nach EDGE ET AL. [EKH+95, S. 201ff.]

Skill-Mapping: Das erste Tool gliedert sich in drei Schritte. Im ersten Schritt werden die Skills der Organisation identifiziert. Dazu kommen Mitarbeiter- und Kundenbefragungen sowie Analysen der Produkte und der Organisationsstruktur zum Einsatz. Im zweiten Schritt erfolgt eine Bewertung identifizierter Skills. Abschließend wird festgelegt, welche Skills besonders bedeutend für die Produkte und Wettbewerbssituation des Unternehmens sind [EKH+95, S. 201ff.].

⁴⁰ Das Verständnis des Terminus Skill (Fähigkeit) von EDGE ET AL. deckt sich mit dem Begriffsverständnis dieser Arbeit. EDGE ET AL. betrachten jedoch nicht explizit die Verbindung aus Fähigkeiten und Ressourcen, wie sie im Kontext dieser Arbeit als Kompetenz definiert ist. EDGE ET AL. konstatieren jedoch allgemein, dass eine ausreichende Ressourcenverfügbarkeit Voraussetzung für den Besitz von Skills ist [EKH+95, S. 202].

Opportunity-Matrix: Das zweite Tool dient der Identifikation neuer Anwendungs-, Produkt- und Marktmöglichkeiten durch die Nutzung vorhandener Skills. Dazu werden zunächst die Ergebnisse des ersten Tools in eine Datenbank überführt und an der sog. Skill-Achse angeordnet. Anschließend wird die sog. Produktachse definiert, auf der Produkt- und Marktanforderungen abgetragen werden. In der resultierenden Matrix wird ermittelt, welche Anwendungs-, Produkt- und Marktmöglichkeiten mit heutigen Skills erschlossen werden können [EKH+95, S. 205ff.].

Skill-Basis-Simulation: Das dritte Tool nutzt die im Vorangegangenen erstellte Matrix zur Identifikation von Handlungsoptionen im Sinne einer “Was-wäre-wenn“-Simulation. Zunächst werden die Achsen erweitert und verschiedene Skill-Produkt-Kombinationen simuliert. Darauf aufbauend werden mögliche neue Produkte beschrieben und Skill-Defizite identifiziert [EKH+95, S. 209ff.].

Skill-Cluster-Analyse: Tool 4 beschreibt das Skill-Clustering zur Identifikation von Kernkompetenzen. Ausgangspunkt ist wiederum die Opportunity-Matrix des zweiten Tools. Mithilfe der eingesetzten Datenbank wird der Skill-Clustering-Index ermittelt. Dieser gibt an, wie häufig die Kombination zweier Skills in den Produkten des Unternehmens eingesetzt wird. Durch die Anwendung eines Clustering-Verfahrens werden nun Gruppen gebildet, welche jeweils Skills enthalten, die sich stark gegenseitig beeinflussen. Diese Cluster stellen nach EDGE ET AL. potentielle Kernkompetenzen dar [EKH+95, S. 211ff.].

Critical-Skill-Analyse: Das fünfte Tool dient der strategischen Planung aufzubauender Skills. Dies erfolgt separat für jedes neue Produkt. Zunächst werden die Kosten des Skill-Aufbaus bzw. Erwerbs über den Zeitverlauf in einem Diagramm abgetragen. Weiterhin werden der erwartete Marktanteil sowie das Preisverhalten des angestrebten Produkts abgeschätzt. Aus der Konsolidierung dieser Daten ergibt sich der optimale Markteinführungszeitpunkt des neuen Produkts, von dem aus der Zeitrahmen für den Aufbau der Skills geplant wird [EKH+95, S. 214ff.].

Bewertung

Das Toolkit nach EDGE ET AL. beschreibt eine methodische Vorgehensweise zur kompetenzbasierten Planung zukünftiger Produkte. Die Opportunity Matrix bietet einen guten Rahmen zur Identifikation neuer Produkte durch die Konfiguration verfügbarer und möglicher Kompetenzen. Es ist jedoch zu bezweifeln, dass das reine Fortschreiben der heutigen Kompetenz- und Produktbasis, die Gesamtheit zukünftiger Optionen abbilden kann. Die Skill-Cluster-Analyse unterstützt Unternehmen bei der Entscheidung über den internen Aufbau bzw. externen Bezug von Kompetenzen, wenngleich dieser Aspekt nicht detailliert ausgeführt wird. Als besonders praxisrelevant wird die analytische Ermittlung des optimalen Zeitrahmens des Kompetenzaufbaus mithilfe der Critical Skill Analyse gewertet. Der mit der Durchführung verbundene Aufwand erscheint jedoch relativ hoch.

3.3.2 Identifikation von Kernkompetenzen nach BULLINGER ET AL.

BULLINGER ET AL. beschreiben das Kompetenzmanagement als Element der strategischen Projektplanung. Ziel ist, sicherzustellen, dass das *strategisch Richtig*e getan wird. Es geht darum, die knappen F&E-Ressourcen zielgerichtet einzusetzen und Einflussgrößen für In- und Outsourcing-Entscheidungen zu erzeugen. Das zugrundeliegende Vorgehen gliedert sich in vier Phasen, welche in Bild 3-16 dargestellt sind und im Folgenden beschrieben werden [BKO+95, S. 187].

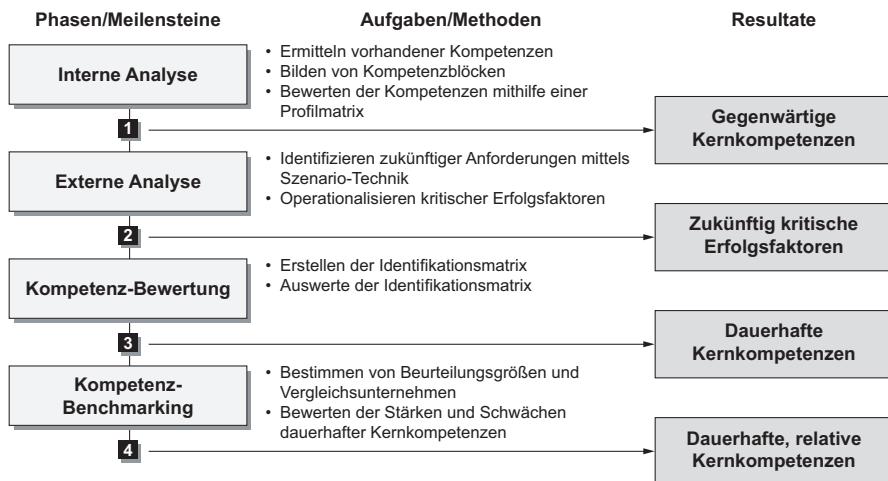


Bild 3-16: Vorgehen zur Identifikation von Kernkompetenzen nach BULLINGER ET AL. [BKO+95, S. 194ff.]

Interne Analyse: Die erste Phase beginnt mit der Identifikation vorhandener Fähigkeiten und Ressourcen des Unternehmens; diese werden zu sog. Kompetenzblöcken zusammengefasst. Kernelement des Vorgehens ist eine Profilmatrix (vgl. Tabelle 3-1), mit deren Hilfe identifizierte Kompetenzen anhand definierter Kriterien bewertet werden. Grundlage der in Tabelle 3-1 dargestellten Kriterien ist eine Analyse des Eigenschaftsprofils von Kernkompetenzen (vgl. [BKO+95, S. 188ff.])⁴¹. Die Kriterien werden unternehmensspezifisch gewichtet. Die Auswertung der Matrix liefert den sog. Kompetenzwert und ein Ranking der Kompetenzblöcke. Die ersten fünf bis acht Kompetenzblöcke werden als gegenwärtige Kernkompetenzen definiert [BKO+95, S. 195ff.].

⁴¹ Für eine detaillierte Beschreibung der Kriterien siehe [BKO+95, S. 197ff.]. Weitere Kriterien liefern bspw. [Thi97, S. 46ff.] und [Ber06, S. 107ff.].

Tabelle 3-1: Profilmatrix nach BULLINGER ET AL. [BKO+95, S. 196]

Kern-kompetenzkriterien \ Kompetenzen	Gew.	K1	K2	K3	K4	Kn
Firmenspezifische Entstehung						
Verwendungshäufigkeit						
Stimmigkeit						
Komplementarität						
Verbreitungsgrad						...
Nachahmbarkeit						
Marktzugang/Innovationspotential						
Wettbewerbsdifferenz						
Gewichteter Kompetenzwert						
Ranking						...

Externe Analyse: Die zweite Phase dient der Ermittlung jener zukünftigen Marktanforderungen, die für die Erfolgs- und Überlebenswahrscheinlichkeit des Unternehmens entscheidend sind. BULLINGER ET AL. bezeichnen diese als *zukünftige kritische Erfolgsfaktoren*. Für deren Ermittlung empfehlen sie den Einsatz der Szenario-Technik [BKO+95, S. 200ff.].

Kompetenz-Bewertung: Phase 3 beschreibt den Einsatz der Identifikationsmatrix. Darin werden die Kernkompetenzen aus Phase 1 den kritischen Erfolgsfaktoren aus Phase 2 gegenübergestellt. Resultat ist zum einen eine Aussage darüber, inwieweit die heutigen Kernkompetenzen des Unternehmens zukünftige Marktanforderungen befriedigen können. Zum anderen werden dauerhafte Kernkompetenzen ermittelt. Diese sind für das heutige und zukünftige Geschäft des Unternehmens wesentlich [BKO+95, S. 202f.].

Kompetenz-Benchmarking: Die optionale vierte Phase dient der branchenweiten Be trachtung dauerhafter Kernkompetenzen. Im Vergleich zu relevanten Konkurrenten werden dazu Stärken und Schwächen des Unternehmens in Bezug auf die jeweilige Kompetenz bewertet [BKO+95, S. 203f.].

Bewertung

Der Ansatz zur Identifikation von Kernkompetenzen nach BULLINGER ET AL. liefert einen Leitfaden zur Kompetenzplanung mit hoher Praxisrelevanz. Die eingesetzte Profilmatrix lässt sich unternehmensspezifisch anpassen und gewichten und führt zu konkreten Ergebnissen. Durch die Analyse zukünftig kritischer Erfolgsfaktoren findet auch die zukünftige Bedeutung vorhandener Kompetenzen Berücksichtigung. Es mangelt jedoch an der Be trachtung konkreter Innovationsvorhaben auf Produkt ebene. Darüber hinaus ist zu be zweifeln, dass mit dem Vorgehen grundlegend neue Kompetenzfelder gefunden werden, da zukünftige Erfolgsfaktoren nur mit vorhandenen Kompetenzen abgeglichen werden.

3.3.3 Entwicklung und Bewertung innovativer Technologiestrategien nach BERGER

Ziel der Methode nach BERGER sind bewertete alternative Technologiestrategien, ausgehend von einem ausgewählten Produkt-Cluster. Entwickelte Technologiestrategien werden dabei anhand ihrer Realisierungsnähe, ihrer Erreichbarkeit, des Kernkompetenzpotentials und der wettbewerbsstrategischen Wirkung bewertet [Ber06, S. 73]. Das zugrundeliegende Vorgehensmodell ist in Bild 3-17 dargestellt.

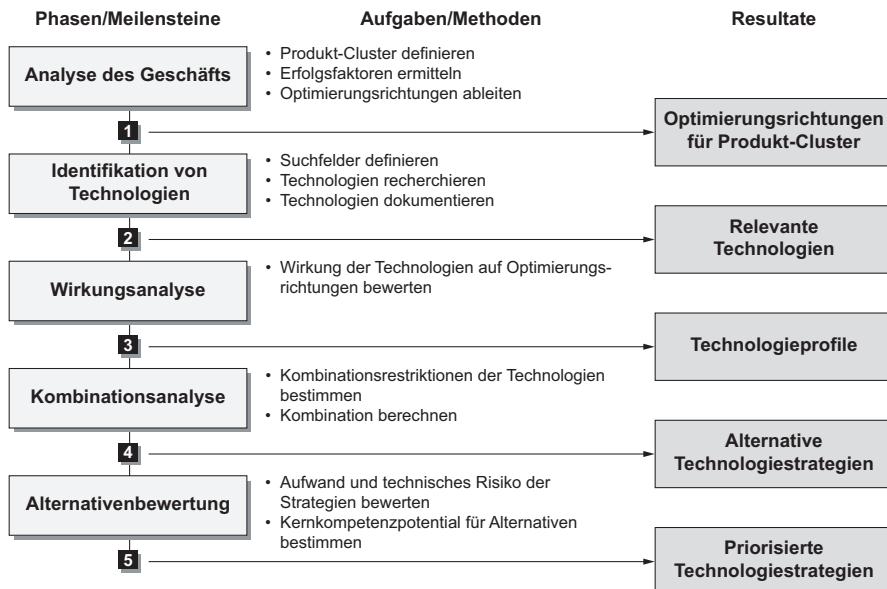


Bild 3-17: Vorgehensmodell zur Entwicklung und Bewertung innovativer Technologiestrategien nach BERGER [Ber06, S. 74]

Analyse des Geschäfts: Die Methode beginnt mit der Definition von Produkt-Clustern, die der Segmentierung von Geschäftsbereichen dienen. Für die Produkt-Cluster werden wiederum Erfolgsfaktoren ermittelt. Eine Einflussanalyse dient der Priorisierung der Erfolgsfaktoren und damit einer Reduzierung der weiter zu betrachtenden Faktoren im Rahmen der anschließenden Bewertung. Aus der Bewertung der Erfolgsfaktoren werden die Optimierungsrichtungen der Produkt-Cluster abgeleitet, welche das Resultat der ersten Phase darstellen [Ber06, S. 75ff.].

Identifikation von Technologien: In der zweiten Phase werden relevante Technologien identifiziert. Dazu werden zunächst Suchfelder definiert, innerhalb derer verschiedene Methoden der Technologierecherche zum Einsatz kommen. Abschließend werden identifizierte Technologien in standardisierten Steckbriefen dokumentiert [Ber06, S. 82ff.].

Wirkungsanalyse: Im Rahmen der dritten Phase wird die Wirkung der identifizierten Technologien auf die Optimierungsrichtungen bewertet, welche in Phase 2 beschrieben wurden. Dies erfolgt durch den Einsatz der sog. Wirkungsmatrix, der eine fünfstufige Skala von „stark negative Wirkung“ bis „stark positive Wirkung“ zugrunde liegt [Ber06, S. 85f.].

Kombinationsanalyse: Phase 4 dient der Ermittlung von Technologiekombinationen, welche nach BERGER alternative innovative Technologiestrategien repräsentieren. Im ersten Schritt werden dabei konfliktäre, substituierende und komplementäre Interdependenzen zwischen Technologien bewertet. Im zweiten Schritt werden Technologiebündel mithilfe einer Software zur Kombinationsbildung berechnet. Für jede ermittelte Technologiestrategie wird die Wirksumme auf die Optimierungsrichtung erfasst [Ber06, S. 87ff.].

Alternativenbewertung: Die abschließende Phase 5 enthält die Bewertung der Strategialternativen. Im ersten Schritt wird eine Priorisierung der Optimierungsrichtungen vorgenommen und die Wirkung eines Technologiebündels auf die Optimierungsrichtungen ermittelt. Schritt 2 beschreibt das Bestimmen der Erreichbarkeit eines Technologiebündels durch die Bewertung des damit verbundenen Aufwands und technischen Risikos. Ferner erfolgt eine Bewertung der Realisierungsnähe unter Berücksichtigung bestehender Produktideen. Technologiestrategien und Produktideen werden mithilfe einer multidimensionalen Skalierung visualisiert und hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit bewertet. Abschließend erfolgt die Bestimmung des Kernkompetenzpotentials. Das dazu entwickelte Bewertungsschema enthält externe und interne Kriterien, welche detailliert beschrieben und unternehmensspezifisch gewichtet werden. Zur Bestimmung des Kernkompetenzpotentials nutzt BERGER die internen **Kriterien** *unternehmensweite Bedeutung, Komplementarität, Unternehmensspezifität* und *dauerhafte Verfügbarkeit*; die externen Kriterien sind *Nachhaltigkeit* und *Innovationspotential*. Das Resultat der letzten Phase sind Handlungsempfehlungen für die Auswahl von Technologiestrategien [Ber06, S. 92ff.].

Bewertung

Die Methode nach BERGER ist gut strukturiert und schlüssig beschrieben. Die Berücksichtigung mehrerer Optimierungsrichtungen trägt deutlich zur Ergebnisqualität bei. Zu bemängeln ist jedoch der sehr späte Einbezug von Produktideen, erst nach der Entwicklung der Technologiestrategien. Zudem fehlt eine detaillierte Umsetzungsplanung. Für die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit sind besonders die Identifikation und Bewertung von Technologien sowie die Bewertung des Kernkompetenzpotentials bedeutend. Die verwendeten Bewertungskriterien sind für das Erfüllen der gestellten Anforderungen zutrefflich und werden im Folgenden teilweise eingesetzt.

3.3.4 Implementieren von Technologiestrategien und Kompetenzportfolios nach GERYBADZE

GERYBADZE beschreibt ein Vorgehen zur Implementierung von Technologiestrategien und Kompetenzportfolios auf Unternehmensebene. Dabei berücksichtigt er sowohl die heutige Technologie- und Kompetenzbasis, als auch relevante Wettbewerber. Das entsprechende Vorgehen ist in Bild 3-18 dargestellt und wird im Folgenden beschrieben.



Bild 3-18: Vorgehen zur Implementierung von Technologiestrategien und Kompetenzportfolios nach GERYBADZE [Ger04, S. 155ff.]

Generische Technologiestrategie festlegen: Voraussetzung für die Festlegung einer Technologiestrategie ist eine detaillierte Technologie- und Kompetenzbewertung. Dazu wird eine umfassende Liste heutiger Technologien und Know-how-Bereiche erstellt. Technologien werden hinsichtlich ihrer Position auf der S-Kurve⁴² bewertet und ein technologisches Kompetenzprofil erstellt [Ger04, S. 123ff.]. Auf Basis der Bewertung werden die Technologie- und Geschäftsstrategien auf Ebene des Geschäftsfeldes in Einklang gebracht. Darauf aufbauend werden generische Technologiestrategien eines Geschäftsbereichs unter Berücksichtigung der Wettbewerbs situation formuliert. GERYBADZE unterscheidet dabei die offensiven bzw. aktiven Strategien (z.B. technologische Führerschaft) von defensiv ausgerichteten Strategien der Technologie- und Kompetenzentwicklung (z.B. technologisches Joint Venture) [Ger04, S. 155ff.].

Gegenüberstellung des Soll- und Ist-Technologieprofils: Das Technologieprofil beschreibt GERYBADZE aus der Position einer Technologie auf der S-Kurve sowie der Technologieposition des Unternehmens in Relation zu dessen maßgeblichen Wettbewerbern. Das Ist-Profil ergibt sich aus der Technologie- und Kompetenzbewertung der ersten Phase. Das Soll-Profil leitet sich aus der gewählten generischen Technologiestrategie ab.

⁴² Die S-Kurve beschreibt die Lebenszyklusphase einer Technologie. Für eine weitergehende Erläuterung siehe Abschnitt 2.1.3.

So sollten offensive Strategien zahlreiche Schrittmachertechnologien enthalten, defensive Strategien vornehmlich Schlüssel- und Basistechnologien. Abschließend werden Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zum Erreichen des Soll-Profiles beschrieben [Ger04, S. 163ff.].

Technologische Make-or-Buy-Entscheidung: Im ersten Schritt der letzten Phase wird die grundsätzliche Make-or-Buy-Entscheidung mithilfe eines Portfolioansatzes ermittelt. Dazu wird einerseits die strategische Relevanz einer Technologie bzw. einer technischen Kompetenz bewertet. Andererseits wird bewertet, wie stark die relative Kompetenz einer Leistungseinheit auf dem betreffenden Know-how-Gebiet ausgeprägt ist. Für beide Bewertungen schlägt GERYBADZE spezifische Kriterien vor. Das resultierende Portfolio beschreibt vier Normstrategien zur Make-or-Buy-Entscheidung, welche Bild 3-19 entnommen werden können [Ger04, S. 171ff.].

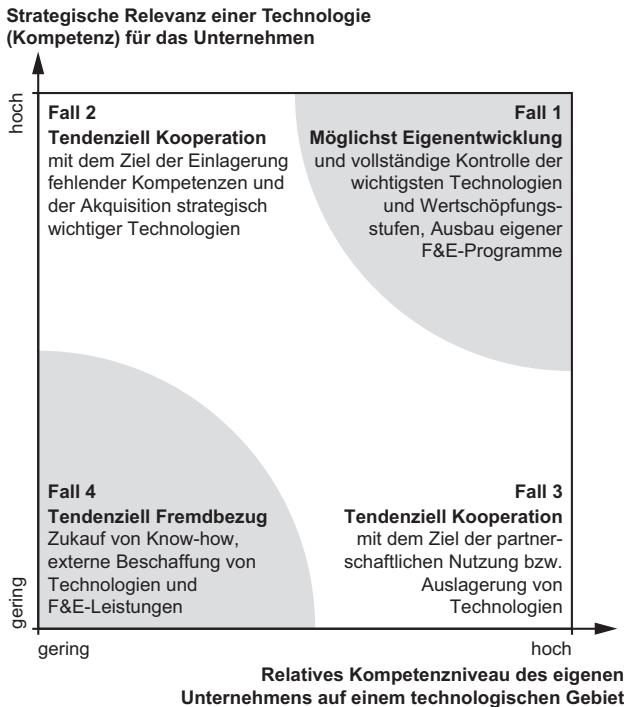


Bild 3-19: Kompetenzportfolio zur Ableitung einer Make-or-Buy-Entscheidung nach GERYBADZE [Ger04, S. 178]

Nach der generellen Make-or-Buy-Entscheidung auf Basis von Normstrategien wird abschließend die konkrete Make-or-Buy-Entscheidung in Abhängigkeit vom Typus der Technologie und von der Technologiestrategie getroffen. Dazu wird eine Matrix aufgestellt, welche die generischen Technologiestrategien (z.B. Technologieführerschaft) in

den Spalten und die möglichen Positionen der Technologie auf der S-Kurve (z.B. Basis-technologie) in den Zeilen enthält. Für jede sinnvolle Kombination wird eine Empfehlung aus den Kategorien *Make*, *Cooperate* oder *Buy* ausgesprochen. Nachdem die konkrete Technologiestrategie des Geschäftsfeldes formuliert ist, wird diese in die Technologiestrategien auf Unternehmens- und Konzernebene integriert [Ger04, S. 179ff.].

Bewertung

Der Ansatz nach GERYBADZE beschreibt ein anwendungstaugliches Vorgehen für das Technologie- und Kompetenzmanagement und liefert konkrete Ergebnisse für die Umsetzungsplanung. Die generischen Technologiestrategien haben konkreten Anwendungsbezug und durch die Gegenüberstellung des Soll- und Ist-Technologieprofils lassen sich gezielte Maßnahmen ableiten. Die Unterscheidung von Technologien und Kompetenzen ist jedoch häufig fließend und nicht klar abgetrennt. Durch die generelle und konkrete Make-or-Buy-Entscheidung kommt es zu einer Überbestimmung der Entscheidungsbasis. Dabei ist eine Widerspruchsfreiheit nicht sichergestellt. Auch der Bezug zur strategischen Produktplanung wird nicht hergestellt. Die Kriterien der Kompetenz- und Relevanzbewertung sind auf einem guten Abstraktionslevel beschrieben und das Empfehlen von Kooperationsformen neben dem rein internen oder externen Aufbau zeigt zusätzlich die hohe Praxisrelevanz.

3.3.5 Strategisches Kompetenz-Sourcing nach HINTERHUBER

HINTERHUBER beschreibt in seinen Arbeiten ein umfassendes Vorgehen und Methodenrepertoire zur strategischen Unternehmensführung. Ausgehend von einer Szenario-basierten Planung des zukünftigen Geschäfts, wird eine Umwelt- und Unternehmensanalyse durchgeführt. Darauf aufbauend erfolgt eine stark kundenorientierte Identifikation und Bewertung von (erforderlichen) Kernkompetenzen des betrachteten Unternehmens [Hin11, S. 119ff.].

Zur Analyse von Kompetenzen verwendet HINTERHUBER das in Bild 3-20 dargestellte Portfolio. Die Abszisse wird durch die **relative Kompetenzstärke** des Unternehmens beschrieben, welche im Vergleich zu den wichtigsten Wettbewerbern erhoben wird. Die Ordinate enthält den **Kundenwert**. Dieser gibt an, wie wertvoll einem Kunden eine spezifische Kompetenz erscheint. Das resultierende Portfolio ist in vier Quadranten unterteilt. Jeder Quadrant enthält Handlungsempfehlungen zum **strategischen Sourcing** von Kompetenzen [Hin11, S. 138ff.]. Die Quadranten und Handlungsempfehlungen werden im Folgenden vorgestellt [HHM03, S. 115ff.], [Hin11, S. 143ff.]:

- **Kompetenz-Standards:** Bei gleichermaßen niedriger Kompetenzstärke und Kundenwert wird eine Outsourcing-Strategie empfohlen. Kompetenzen dieses Quadranten können i.d.R. ohne großen Koordinations- und Kostenaufwand bei spezialisierten Lieferanten bezogen werden.

- **Kompetenz-Gaps:** Für Kompetenzen mit hohem Kundenwert, jedoch geringer relativer Kompetenzstärke ist selektiv vorzugehen. Kompetenzen, die am Markt etabliert sind, können extern beschafft werden. Kompetenzen mit hohem Differenzierungspotential sollten intern aufgebaut werden.
- **Kompetenz-Potentiale:** Für diesen Quadranten wird ebenfalls eine selektive Sourcing-Strategie vorgeschlagen. Kompetenzen mit hohem Zukunftspotential sind intern aufzubauen. Zukünftig unbedeutende Kompetenzen sind extern zu beschaffen.
- **Kernkompetenzen:** Kompetenzen mit hohem Kundenwert und hoher relativer Kompetenzstärke sind entscheidend für den Erfolg im Wettbewerb. Sie müssen intern aufgebaut, kontinuierlich gepflegt und ausgebaut werden.

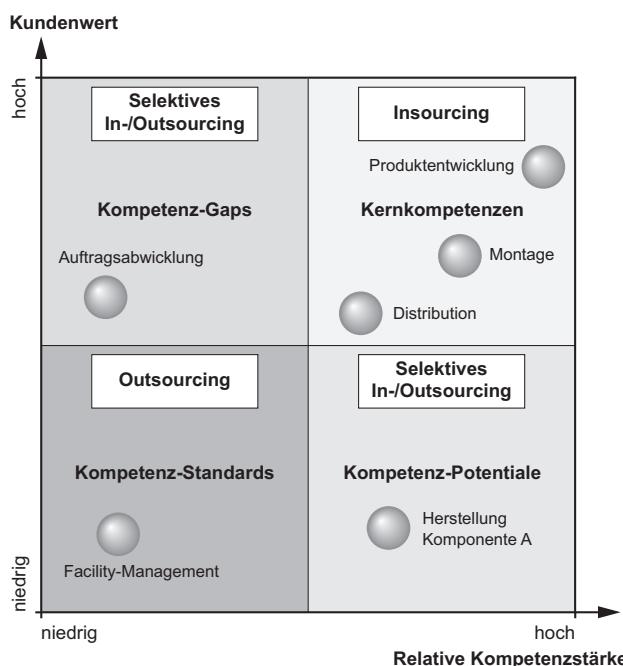


Bild 3-20: Kompetenzportfolio nach HINTERHUBER [Hin11, S. 143ff.], [GP14, S. 141]

Die gewählte Sourcing-Strategie sollte nach HINTERHUBER vor der Umsetzung hinsichtlich ihrer **Transaktionskosten** bewertet werden. Je höher die Transaktionskosten, desto enger sollte die Kompetenz am Unternehmen gehalten werden.

Bewertung

HINTERHUBER wählt einen stark kundenorientierten Ansatz zur Kompetenzbewertung. Er geht dabei jedoch nicht auf produkt- oder technologiespezifische Kompetenzen ein, sondern betrachtet rein die Unternehmensebene. Die detaillierte Auseinandersetzung mit der

Frage des internen oder externen Kompetenzaufbaus bzw. der relevanten Mischformen ist auch für die Zielsetzung dieser Arbeit relevant. Insbesondere aufgrund der Berücksichtigung von Transaktionskosten wird der Ansatz als praxistauglich bewertet. Es mangelt jedoch an einer systematischen Herleitung der betrachteten Kompetenzen.

3.3.6 Portfolioansatz zum Kompetenz-Sourcing nach LEHNER

Der Portfolioansatz zum Kompetenz-Sourcing ist Bestandteil des Verfahrens zur Entwicklung geschäftsmodellorientierter Diversifikationsstrategien nach LEHNER⁴³. Ein Element dieser Diversifikationsstrategien sind sog. Schlüsselkompetenzen, welche benötigt werden, um das zugrundeliegende geplante Geschäftsmodell zu realisieren. Ausgangspunkt der sog. Make, M&A⁴⁴ or Buy-Entscheidung ist ein Geschäftsmodellrahmen. Dieser enthält Gestaltungsoptionen eines geplanten Geschäftsmodells, wie bspw. Schlüsselfähigkeiten. Kombiniert mit Schüsselressourcen, werden daraus Kompetenzen abgeleitet. Beispiele für Kompetenzen in diesem Zusammenhang sind „Marketing und Imagepflege“ oder „Produktion Thermometer“ [Leh14b, S. 145f.].

LEHNER nutzt einen Portfolioansatz zur Ermittlung der optimalen Bezugsquelle aufzubauender Kompetenzen (vgl. Bild 3-21). Die Abszisse des Portfolios enthält dabei die **Kompetenzposition des eigenen Unternehmens**. Diese wird durch die Kriterien *Fähigkeitsstärke*, *Ressourcenstärke* und *Entwicklungspotential* bewertet. Die Ordinate wird durch die vom Unternehmen nicht beeinflussbare **strategische Kompetenzrelevanz** beschrieben. Dieser Größe liegen die Kriterien *Relevanz für Kundensegment*, *Wettbewerbsvorteil* und *Verfügbarkeit bei „Lieferanten“* zugrunde. [Leh14b, S. 146].

Das resultierende Portfolio ist in vier Bereiche unterteilt, für die die folgenden Normstrategien formuliert sind [Leh14b, S. 146f.]:

- **Im Unternehmen umsetzen:** Kompetenzen, die im Portfolio oben rechts positioniert sind, haben besondere Relevanz für das Unternehmen. Sie sind zwingend intern zu entwickeln.
- **M&A prüfen/planen:** Der obere linke Bereich beschreibt Kompetenzen, die strategisch zwar relevant sind, bei denen das Unternehmen jedoch schwach aufgestellt ist. Für diese Kompetenzen ist ein Erwerb eines oder mehrerer Unternehmen zu erwägen.

⁴³ Für eine Erläuterung des gesamten Verfahrens vergleiche [Leh14b, S. 93ff.].

⁴⁴ Merger & Acquisition (M&A) beschreibt den Zusammenschluss zweier Unternehmen (Merger) bzw. den Erwerb von Unternehmen oder Unternehmensanteilen durch einen Käufer (Acquisition) [Brä08, S. 227], [Pic12, S. 2].

- Selektiv im Unternehmen umsetzen:** Im Bereich unten rechts besetzt das Unternehmen eine starke Position; die Relevanz der Kompetenz ist jedoch gering. LEHNER schlägt hier ein selektives Vorgehen vor. Kompetenzen mit hohem Entwicklungspotential sollten bspw. intern aufgebaut werden.
- Bei Lieferanten zukaufen:** Kompetenzen, die von geringer strategischer Relevanz sind und bei denen das Unternehmen eine schwache Position besitzt, sind über externe Lieferanten zu beziehen.

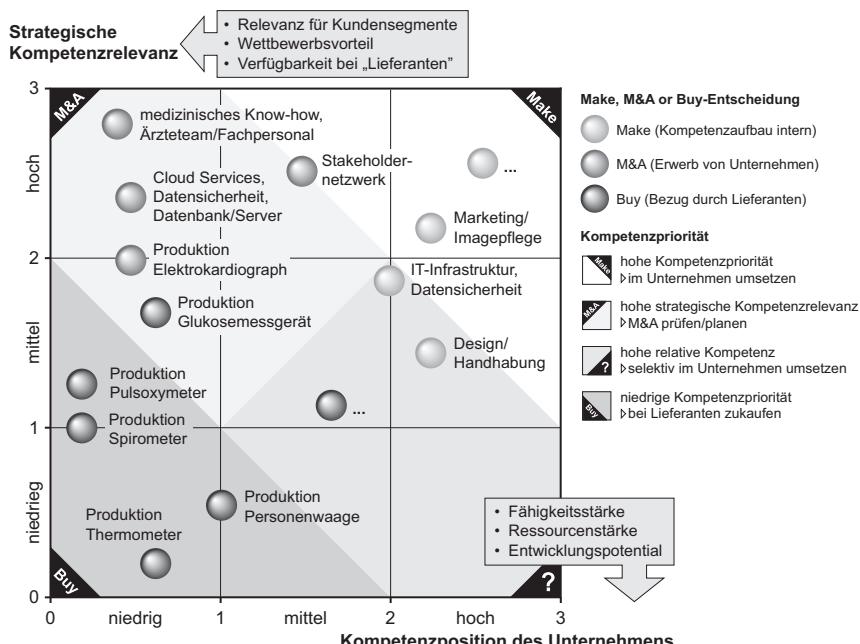


Bild 3-21: Portfolio zur Make, M&A or Buy-Entscheidung von Kompetenzen nach LEHNER [Leh14b, S. 147]

Bewertung

Der Portfolioansatz zum Kompetenz-Sourcing nach LEHNER zielt auf die Bewertung von Diversifikationsstrategien ab. Für die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ist die Kompetenzbeschreibung daher zu generisch. Weiterhin fehlt es an der Bewertung der Kompetenzen untereinander sowie der Verknüpfung zur Technologiestrategie. Als positiv sind die gewählten Achsen des Portfolios zu werten. Die verwendeten Kriterien sind auch für Fragestellungen dieser Arbeit relevant. Ferner sind das Betrachten von Mischformen des externen bzw. internen Bezugs sowie die gute Visualisierung hervorzuheben.

3.4 Handlungsbedarf

Dieser Abschnitt beinhaltet die zusammenfassende Bewertung der analysierten Ansätze. Tabelle 3-2 zeigt dazu eine Gegenüberstellung der Ansätze mit den in Abschnitt 2.6 aufgestellten Anforderungen an die Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung. Das Ergebnis der Bewertung wird folgend erläutert. Zudem wird auf den verbleibenden Handlungsbedarf eingegangen.

A1 Identifikation des Kompetenzbedarfs eines Entwicklungsvorhabens

Die untersuchten Ansätze sind größtenteils auf die Identifikation und Bewertung von Kompetenzen auf Unternehmensebene ausgerichtet; konkrete Entwicklungsvorhaben werden nicht als Betrachtungsgegenstand in Erwägung gezogen. Das Vorgehen nach EDGE ET AL. erfüllt die Anforderung noch am besten, da mögliche zukünftige Produkteigenschaften simuliert und entsprechende Kompetenzdefizite identifiziert werden. Diesen Ansatz gilt es in die Systematik zu integrieren.

A2 Berücksichtigung vorhandener Kompetenzen eines Unternehmens

Einige der betrachteten Ansätze berücksichtigen vorhandene Kompetenzen. Besonders geeignet sind die Ansätze nach MIEKE und EDGE ET AL. Ausgehend vom gesamten Kompetenzbedarf nutzen beide Ansätze die Informationen über vorhandene Kompetenzen, um bisher nicht beherrschte Kompetenzen zu identifizieren. Dieser Ansatz kann für die Systematik adaptiert werden, muss jedoch auf einem deutlich feineren Abstraktionslevel erfolgen.

A3 Berücksichtigung von Alternativen des Kompetenzaufbaus

Der Ansatz des strategischen Kompetenz-Sourcings nach HINTERHUBER und der Portfolioansatz zum Kompetenz-Sourcing nach LEHNER liefern nützliche Optionen zur Ermittlung von Alternativen des Kompetenzaufbaus. Auch GERYBADZE beschreibt ein entsprechendes Portfolio. Verwendete Kriterien und Handlungsempfehlungen sind auf das benötigte Detaillierungsniveau zu transferieren und in die Systematik zu integrieren.

A4 Beschreibung konkreter Handlungsempfehlungen

Zur Beschreibung konkreter Handlungsempfehlungen sind die Ansätze nach EDGE ET AL. und HINTERHUBER generell geeignet. Für die zu entwickelnde Systematik können diese Ansätze als Orientierung dienen. Für den benötigten Konkretisierungsgrad müssen jedoch spezifische Handlungsempfehlungen ausgearbeitet werden.

A5 Systematische Beschreibung und Konkretisierung von Produktideen

Für diese Anforderung sind die Vorgehen nach PAHL/BEITZ und GAUSEMEIER ET AL. sowie dessen Erweiterungen nach VIENENKÖTTER und BRINK sehr gut geeignet. Bei der Entwicklung der Systematik kann das Vorgehen nach BRINK teilweise adaptiert werden. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass die genannten Vorgehen nicht zur Kompetenzplanung entwickelt wurden und diese somit eine andere Zielsetzung verfolgen.

Tabelle 3-2: Bewertung der untersuchten Ansätze hinsichtlich ihrer Erfüllung der gestellten Anforderungen

A6 Einbindung in den Innovationsprozess

Generell ist bei allen Ansätzen eine Integration in den Innovationsprozess vorstellbar. Eine explizite Berücksichtigung des Innovationsprozesses leisten jedoch nur wenige Ansätze. Herauszustellen sind hier die Vorgehensmodelle der Ansätze nach BERGER und BRINK. Für die zu entwickelnde Systematik sind verfügbare Eingangsinformationen und benötigte Ausgangsgrößen zu berücksichtigen.

A7 Bereitstellen eines eindeutigen Beschreibungsrahmens für Kompetenzen

Die Beschreibung von Kompetenzen erfolgt bei vielen Ansätzen sehr generisch und in der individuellen Formulierung des Bearbeiters. Lediglich der Ansatz nach SCHUH und VON MANGOLDT gibt eine Struktur zur Dokumentation von technologischen Kompetenzen vor. Diese kann bei der Entwicklung der Systematik herangezogen werden, bedarf jedoch starker Anpassung zur Erreichung der gestellten Zielsetzung.

A8 Einsatz geeigneter IT-Werkzeuge

Die von VIENENKÖTTER und BRINK verwendete Innovations-Datenbank erscheint grundsätzlich geeignet für den Einsatz im Rahmen der zu entwickelnden Systematik. Es gilt, die vorhandenen Funktionalitäten in die Systematik zu integrieren und bei Bedarf zu erweitern.

A9 Prägnante Darstellung der Ergebnisse

Die analysierten Ansätze bieten eine Fülle unterschiedlicher Visualisierungsformen. BRINK stellt bspw. Steckbriefe zur Dokumentation von Technologien und Produktideen vor. Portfolios zur Entscheidungsfindung werden u.a. von HINTERHUBER und LEHNER eingesetzt und VIENENKÖTTER und MIEKE beschreiben zeitliche Abläufe in Form von Roadmaps. Diese Visualisierungsformen sind bedarfsgerecht auf die Systematik zu adaptieren.

A10 Skalierbares und praxistaugliches Vorgehen

Eine Skalierbarkeit der Ansätze ist häufig nicht vorgesehen. Lediglich BRINK und EDGE ET AL. schlagen optionale Phasen vor. Die Praxistauglichkeit ist stark vom Informationsbedarf und Bewertungsaufwand der Ansätze abhängig. Bei der Entwicklung der Systematik sind diese Aspekte daher besonders zu berücksichtigen.

Fazit

Keiner der analysierten Ansätze kann die gestellten Anforderungen vollumfänglich erfüllen. Auch eine triviale Kombination der Ansätze führt nicht zur vollständigen Erfüllung der Anforderungen. Einige Ansätze liefern geeignete Elemente, die es jedoch weiterzu entwickeln und zu integrieren gilt. Es besteht somit **Handlungsbedarf** zur Entwicklung einer Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung.

4 Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung

„Erfolg besteht darin, dass man genau die Fähigkeiten hat, die im Moment gefragt sind.“ – HENRY FORD –

Das vierte Kapitel beschreibt die Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung. Die Systematik zielt auf die Planung des Kompetenzaufbaus für Innovationsvorhaben ab. Sie verbessert damit die Entscheidungsbasis zur Erteilung eines Entwicklungsauftrags und unterstützt bei der Beschreibung von Maßnahmen zum Kompetenzaufbau. Ferner soll die Systematik der in Kapitel 1 formulierten Zielsetzung gerecht werden, die Anforderungen der Problemanalyse aus Kapitel 2 erfüllen und dem in Kapitel 3 identifizierten Handlungsbedarf nachkommen.

Die Aufgaben der Systematik folgen einem übergeordneten Vorgehensmodell, welches in Abschnitt 4.1 vorgestellt wird. In den Abschnitten 4.2 bis 4.6 werden die einzelnen Phasen der Systematik detailliert erläutert. Einige Aufgaben werden durch die Innovations-Datenbank (vgl. Abschnitt 2.4.3) softwaretechnisch unterstützt. Die dabei eingesetzten Funktionen sowie notwendige Erweiterungen am Datenmodell werden in Abschnitt 4.7 beschrieben. Abschließend wird die Systematik in Abschnitt 4.8 anhand der in Abschnitt 2.6 aufgestellten Anforderungen bewertet.

Die Systematik wurde bei einem mittelständischen Automobilhersteller angewendet. Die anonymisierten Praxisbeispiele werden zur Verdeutlichung der Systematik in den einzelnen Phasen beschrieben.

4.1 Übersicht des Vorgehensmodells zur Systematik

Die Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung lässt sich anhand des in Bild 4-1 dargestellten Vorgehensmodells beschreiben. Das Vorgehen ist in fünf Phasen unterteilt, wobei die erste Phase einen vorbereitenden Charakter aufweist. Die Aufgaben dieser Phase dienen der generellen Informationsbeschaffung. Diese sind regelmäßig zu überprüfen, jedoch nicht für jedes betrachtete Vorhaben erneut zu durchlaufen; die übrigen Phasen sind für jedes Vorhaben spezifisch zu durchlaufen⁴⁵.

Die Systematik beginnt in der ersten Phase mit einer **Analyse der Ausgangssituation** zur Identifikation strategischer Ziele sowie bestehender Technologien und Kompetenzen. Zunächst erfolgt eine Analyse der Unternehmens- und Geschäftsstrategie. Die darin beschriebenen Kernkompetenzen und strategischen Erfolgspositionen legen den Handlungsspielraum der Kompetenzplanung fest (vgl. Abschnitt 2.3.2). Des Weiteren erfolgt

⁴⁵ Das beschriebene Vorgehensmodell stellt den idealtypischen Ablauf der Systematik dar. Bei Innovationsvorhaben mit geringem Umfang können ggf. einzelne Aufgaben ausgelassen werden. Besonders komplexe Vorhaben können einen iterativen Durchlauf einzelner oder mehrere Phasen erfordern.

eine Technologieinventur zur Erfassung und Dokumentation der technologischen Basis des betrachteten Unternehmens. Ferner wird ein Kompetenz-Beschreibungsrahmen entwickelt, der eine systematische und eindeutige Beschreibung von Kompetenzen ermöglicht. Zum Erfassen bereits im Unternehmen vorhandener Kompetenzen wird abschließend eine Kompetenzinventur durchgeführt. Die Aufgaben der Technologie- und Kompetenzinventur werden durch die Innovations-Datenbank unterstützt (vgl. Abschnitt 4.2).

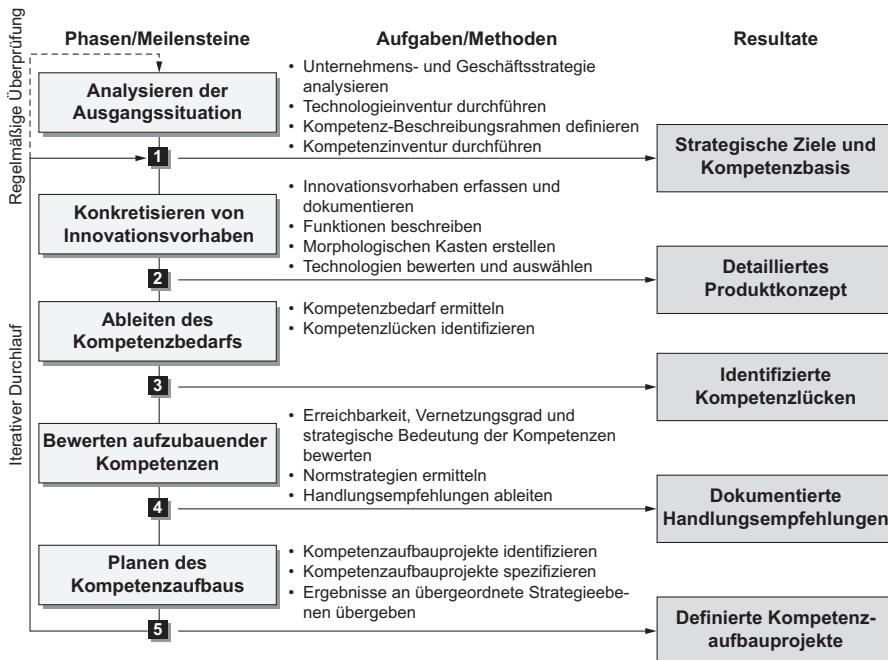


Bild 4-1: Vorgehensmodell zur innovationsorientierten Kompetenzplanung

Mit dem **Konkretisieren von Innovationsvorhaben** beginnen die stets zu durchlaufenden Phasen der Systematik. Ziel der zweiten Phase ist ein detailliertes Produktkonzept. Dazu wird das grundsätzliche Vorgehen zur Konzipierung nach PAHL und BEITZ in der Erweiterung nach BRINK angewendet und in das übergeordnete Vorgehensmodell der Systematik integriert. Ein für die Kompetenzplanung vorgesehenes Innovationsvorhaben wird demnach systematisch dokumentiert und eine Anforderungsliste erarbeitet. Ferner wird eine lösungsneutrale Funktionshierarchie des Innovationsvorhabens aufgestellt. Mithilfe eines Morphologischen Kastens werden den ermittelten Funktionen Technologien zugeordnet, die zur Erfüllung der jeweiligen Funktion eingesetzt werden können. Abschließend werden mögliche Technologien hinsichtlich ihrer Erfüllung der gestellten Anforderungen und ihrer gegenseitigen Verträglichkeit bewertet. Ergebnis der Phase ist ein konkretes Produktkonzept, welches die gestellten Anforderungen bestmöglich erfüllt und dessen geplante Technologien konfliktfrei gemeinsam eingesetzt werden können (vgl. Abschnitt 4.3).

Die folgende dritte Phase dient der **Ableitung des Kompetenzbedarfs** eines Produktkonzepts. Unter Einsatz des in der ersten Phase entwickelten Kompetenz-Beschreibungsrahmens werden sämtliche Kompetenzbedarfe des betrachteten Produktkonzepts systematisch erfasst. Dazu wird die Innovations-Datenbank entsprechend erweitert und eine Abfragelogik entwickelt. Im Weiteren wird der Kompetenzbedarf mit den bestehenden Kompetenzen des Unternehmens automatisiert abgeglichen und somit fehlende Kompetenzen identifiziert. Als Ergebnis liegt eine Liste aller Kompetenzlücken vor, die zur Realisierung des angestrebten Produkts erforderlich sind (vgl. Abschnitt 4.4).

In der vierten Phase werden **aufzubauende Kompetenzen bewertet**. Dabei erfolgt eine dezidierte Bewertung jeder aufzubauenden Kompetenz anhand der folgenden Schritte. Die *Erreichbarkeit* wird über den Erschließungsaufwand und die bestehenden Fähigkeiten in Bezug auf die jeweilige Kompetenz ermittelt. Zur Ermittlung des *Vernetzungsgrads* einer Kompetenz im Kompetenzgefüge, kommt eine Einflussmatrix zum Einsatz. Die *strategische Bedeutung* wird mithilfe unternehmensinterner und -externer Kriterien beschrieben. Die Ergebnisse der Bewertung werden im *Entscheidungswürfel des Kompetenzaufbaus* zusammengefasst. Dieser liefert Normstrategien für den internen oder externen Aufbau einer Kompetenz, bzw. einer Mischform wie bspw. Kooperationsstrategien. Abschließend werden die Normstrategien zu konkreten Handlungsempfehlungen ausgearbeitet und in Steckbriefen dokumentiert (vgl. Abschnitt 4.5).

Das **Planen des Kompetenzaufbaus** ist Gegenstand der fünften und letzten Phase. Im ersten Schritt werden dazu die aufzubauenden Kompetenzen durch eine Clusteranalyse zu Kompetenzaufbauprojekten zusammengefasst. Diese Kompetenzaufbauprojekte werden in Steckbriefen charakterisiert und mithilfe einer Roadmap terminiert. Abschließend werden die Ergebnisse der Kompetenzplanung an die Strategieebenen zurück gespielt, wo eine übergeordnete Organisation des langfristigen Kompetenzaufbaus des Unternehmens abgestimmt wird (vgl. Abschnitt 4.6).

4.2 Analysieren der Ausgangssituation

Gegenstand der ersten Phase ist eine Analyse und Aufbereitung von relevanten Eingangsinformationen für die Kompetenzplanung. Abschnitt 4.2.1 beschreibt dazu die Analyse der Unternehmens- und Geschäftsstrategie, aus der Vorgaben für die Kompetenzplanung hervorgehen. Abschnitt 4.2.2 beinhaltet das Erfassen und Dokumentieren von relevanten Technologien. In Abschnitt 4.2.3 wird der für die vorliegende Arbeit entwickelte Kompetenz-Beschreibungsrahmen vorgestellt. Abschnitt 4.2.4 beinhaltet die Beschreibung von Prozessen der Produktentstehung, die relevant für die spätere Kompetenzermittlung sind und als Bestandteil der Kompetenz-Beschreibung in die Systematik eingehen. Eine Kompetenzinventur ist Gegenstand von Abschnitt 4.2.5. Diese ist initial im Unternehmen durchzuführen, um bereits vorhandene Kompetenzen zu katalogisieren.

4.2.1 Unternehmens- und Geschäftsstrategie analysieren

Die Unternehmens- und Geschäftsstrategien legen die langfristige Ausrichtung eines Unternehmens fest. Sie bilden somit „Leitplanken“ u.a. für die Aktivitäten im Innovationsprozess (vgl. Bild 4-2 und Abschnitt 2.1.1). Ziel der Analyse der Unternehmens- und Geschäftsstrategie sind Vorgaben und Richtlinien für die Kompetenzplanung [GP14, S. 38], [Pei15, S. 91]. Darüber hinaus sollen die Ergebnisse der Kompetenzplanung in der fünften Phase an die Strategieebenen zurückgespielt werden, um einen progressiven Strategieprozess zu gewährleisten (vgl. Abschnitt 4.6.3).

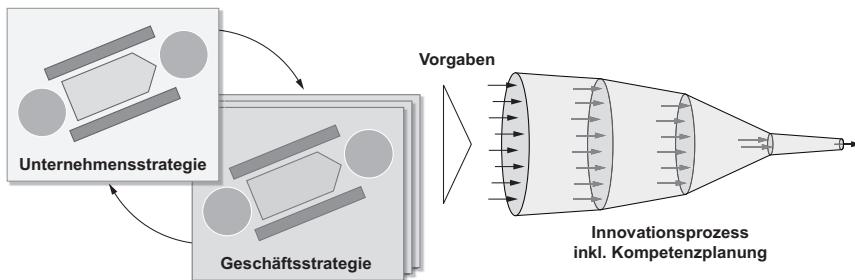


Bild 4-2: Analyse der Unternehmens- und Geschäftsstrategie

Die Systematik basiert auf der Annahme, dass im betrachteten Unternehmen die Strategieentwicklung klassisch nach dem Ansatz der Strategieebenen erfolgt (vgl. Abschnitt 2.3.2). In der Unternehmensstrategie werden die grundsätzlichen Leitlinien und Ziele festgelegt. Die Geschäftsbereiche greifen diese auf und konkretisieren die Inhalte in Bezug auf ihre Aufgaben. In den Funktionsbereichen erfolgt die konkrete Ausgestaltung zur Entwicklung und Herstellung der jeweiligen Produkte. Dabei ist zu beachten, dass die Strategien nicht immer formell abgelegt sind; dennoch sind sie meistens dokumentiert, bspw. in Präsentationen und Protokollen. Diese Dokumente sind zu sichten und deren Inhalte entsprechend aufzubereiten.

Bild 4-3 zeigt einen exemplarischen Ausschnitt der Unternehmens- und Geschäftsstrategie aus dem Validierungsprojekt. Die Strategien sind dabei in die fünf Bereiche nach GAUSEMEIER unterteilt und dokumentiert (vgl. Abschnitt 2.3.2 und [GP14, S. 190]). Aus der Unternehmensstrategie des betrachteten Automobilherstellers geht bspw. die Kernkompetenz *innovative Antriebskonzepte* hervor. Die Geschäftsstrategie des Bereichs *Sportfahrzeuge* beschreibt darauf aufbauend die strategische Erfolgsposition *Applikation von Triebsträngen mit maximaler Kraftentfaltung*. Für die konkrete Kompetenzplanung in den Funktionsbereichen bedeutet dies, dass Fähigkeiten und Ressourcen, die einer strategischen Erfolgsposition zugutekommen, möglichst intern aufgebaut bzw. gehalten werden. Andere Kompetenzen sollten eher extern bezogen werden. Werden zunehmend Bedarfe in einem Bereich erkannt, der nicht durch eine strategische Erfolgsposition adressiert wird, so ist dieser Bereich an die Strategieabteilungen zu melden, wo ggf. eine Anpassung der Strategie erfolgt.

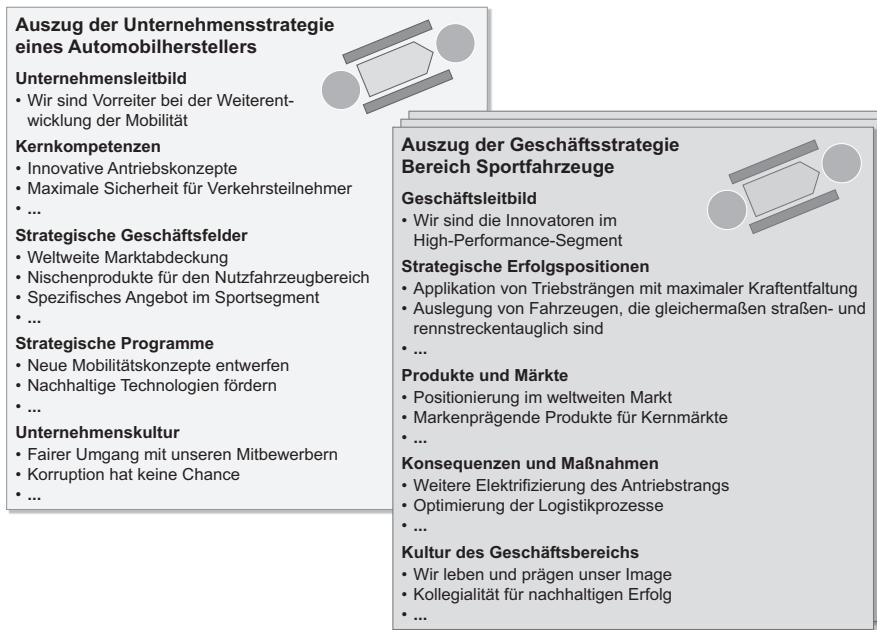


Bild 4-3: Unternehmens- und Geschäftsstrategie eines Automobilherstellers (Auszug)

4.2.2 Technologieinventur durchführen

Ziel der nachfolgenden, zweiten Phase der Systematik ist ein Produktkonzept sowie die Auswahl der darin verwendeten Technologien. Um dieses Ziel erreichen zu können, müssen Unternehmen umfassende Informationen über beherrschte, geplante und beobachtete Technologien besitzen. Im betrachteten Unternehmen werden die erforderlichen Informationen im „**Technologiepool**“ der Innovations-Datenbank gespeichert und gepflegt (vgl. Abschnitt 2.4.3). Die damit verbundenen Aktivitäten sind kontinuierlich durchzuführen und unabhängig von konkreten Innovationsvorhaben [Bri10, S. 127].

Ist das Technologiewissen im Unternehmen nicht systematisch gespeichert, so ist nach IHMELS [Ihm09, S. 128ff.] und BRINK [Bri10, S. 127ff.] eine **Technologieinventur** durchzuführen⁴⁶. Gegenstand der Technologieinventur ist die initiale Erfassung sämtlicher Technologieinformationen des Unternehmens. Ausgangspunkt dafür ist die Identifikation des technologischen Betätigungsfelds durch eine Analyse des Produktportfolios. Aufgabe der Analyse ist, Technologien zu identifizieren, die zur Realisierung bestehender und geplanter Produktfunktionen eingesetzt werden können [Gom07, S. 84ff.].

⁴⁶ Die Inventur des Technologieportfolios und die damit verbundenen Analysen werden von BRINK detailliert beschrieben [Bri10, S. 127ff.]. Auf eine ausführliche Darstellung wird daher an dieser Stelle verzichtet.

Die Identifikation relevanter, bisher jedoch nicht bekannter Technologien ist Aufgabe der **Technologiefrühaufklärung** [Vor14, S. 208]. Zur Durchführung der Technologiefrühaufklärung wird das Vorgehen nach WELLENSIEK ET AL. [WSH+11, S. 102ff.] mit der informationstechnischen Unterstützung nach PLACZEK ET AL. empfohlen. Dies beschreibt eine softwaregestützte, gerichtete Technologiesuche in beliebigen Datenbanken wie bspw. Patentdatenbanken. Die Ergebnisse der Suche werden direkt in der Innovations-Datenbank abgelegt. Aufgabe im Rahmen dieser Systematik ist, die Technologiefrühaufklärung mit konkreten Suchanfragen zu versorgen [PEG15, S. 1655ff.].

Die gesammelten Informationen bilden die **technologische Basis** des Unternehmens ab, die zur Realisierung angestrebter Innovationsvorhaben eingesetzt werden kann. Eine hohe Qualität und Aktualität der Daten ist daher erfolgsentscheidend. BRINK schlägt die Arbeit mit Technologieexperten vor [Bri10, S. 127]. Diese haben die Aufgabe, Datensätze bestehender Technologien zu pflegen, neu identifizierte Technologien zu prüfen und ggf. fehlende Informationen zu ergänzen. Eine wesentliche Aufgabe der Technologieexperten besteht zudem in der Zuordnung der technologischen Standardfunktion, die durch eine Technologie realisiert wird (vgl. Abschnitt 3.1.5). Die Zuordnung wird in Phase 2 verwendet, um geplante Innovationsvorhaben mit Technologien zu kombinieren [Ihm09, S. 130] (vgl. Abschnitt 4.3.2 und 4.3.3).

Die Dokumentation aller Technologien erfolgt zentral, in der Innovations-Datenbank. Es lassen sich Informationen zu einer spezifischen Technologie in Form von Steckbriefen ausleiten. Ein im Validierungsprojekt eingesetzter **Technologiesteckbrief** wird in Bild 4-4 exemplarisch dargestellt. Dieser enthält den Titel der Technologie sowie eine Beschreibung und eine Skizze. Zudem werden die Technologiekategorie sowie die zugeordnete technologische Standardfunktion angegeben. Es werden technische Merkmale beschrieben und Einschätzungen zur Komplexität der Technologie und der erreichbaren Stückzahl abgegeben. Weiterhin werden die Investitionskosten für die interne Entwicklung bis zur Serienreife geschätzt sowie das Weiterentwicklungspotential im Sinne einer erwarteten Steigerung der Leistungsfähigkeit über den Lebenszyklus angegeben.

Besonders relevant für das Unternehmen ist die Einschätzung zur Position der Technologie auf der S-Kurve⁴⁷. Diese Einschätzung wird aus Sicht des eigenen Unternehmens, des besten Lieferanten und des stärksten Wettbewerbers vorgenommen. Dies ermöglicht eine schnelle Erfassung der eigenen relativen Technologieposition. Relevante Lieferanten und Wettbewerber lassen sich mithilfe einer Stakeholderanalyse identifizieren [AKS+12, S. 476f.]. Im Fuß des Steckbriefs sind organisatorische Informationen angegeben.

⁴⁷ Zur Erläuterung des S-Kurven-Konzepts vgl. Abschnitt 2.1.3.

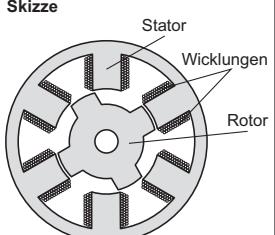
Technologiesteckbrief						
Reluktanzmotor						
<p>Kurzbeschreibung Reluktanz bedeutet magnetischer Widerstand. Ein Reluktanzmotor ist eine Bauform eines Elektromotors ohne Schleifringe und Bürsten [Bab07, S. 122].</p>	<p>Kategorie Antrieb</p>					
<p>Funktionsweise Reluktanzmotoren arbeiten ohne Dauermagnete, was den Verzicht auf seltene Erden ermöglicht. Die Funktion der Magnete übernehmen Spulen, welche magnetisiert werden. Kernstück des Reluktanzmotors ist ein beweglicher Rotor mit ausgeprägten Polen, bestehend aus einem weichmagnetischen Material. Die Bewegung wird dadurch erreicht, dass das System nach minimalem magnetischen Widerstand (Reluktanz) strebt [Bab07, S. 122], [Sch13b, S. 26ff.].</p>	<p>Technische Funktion Energie : wandeln : ändern</p>					
<p>Skizze</p> 						
<p>Technische Merkmale Drehmoment: ~ 250 Nm Leistung: ~ 125 kW Wirkungsgrad: ~ 80%</p>	<p>Einschätzungen Komplexität: gering Stückzahlen: k.A. Investitionskosten: 750.000 € Weiterentwicklungspotential: gering</p>					
<p>Derzeitiger Einsatz • Hybridfahrzeuge • Haushaltsgroßgeräte</p>	<p>Vorteile • Kein Einsatz seltener Erden • Hoher Wirkungsgrad</p>					
<p>Position auf der S-Kurve</p> 						
<p>Verfügbarkeit im Unternehmen</p> <table border="1"> <tr> <td>Nicht verfügbar</td> <td>Prinzipiell möglich</td> <td>Konzepttauglich (2015)</td> <td>Serienreif (2018)</td> </tr> </table>		Nicht verfügbar	Prinzipiell möglich	Konzepttauglich (2015)	Serienreif (2018)	<p>Name / Abteilung: Markus Meier, Triebstrang-Entwicklung</p>
Nicht verfügbar	Prinzipiell möglich	Konzepttauglich (2015)	Serienreif (2018)			
<p>Verfügbarkeit bei Lieferanten</p> <table border="1"> <tr> <td>Nicht verfügbar</td> <td>Prinzipiell möglich</td> <td>Konzepttauglich</td> <td>Serienreif (2010)</td> </tr> </table>		Nicht verfügbar	Prinzipiell möglich	Konzepttauglich	Serienreif (2010)	<p>Anbieter: Inverto nv (Belgien)</p>
Nicht verfügbar	Prinzipiell möglich	Konzepttauglich	Serienreif (2010)			
<p>Einsatz bei Wettbewerbern</p> <table border="1"> <tr> <td>Nicht verfügbar</td> <td>Prinzipiell möglich</td> <td>Konzepttauglich</td> <td>Serienreif (2013)</td> </tr> </table>		Nicht verfügbar	Prinzipiell möglich	Konzepttauglich	Serienreif (2013)	<p>Wettbewerber / Produkt: BMW i3 Range Rover Evoque</p>
Nicht verfügbar	Prinzipiell möglich	Konzepttauglich	Serienreif (2013)			
<p>Ersteller: Christoph Söllner Bearbeiter: René Rübelke</p>		<p>Datenbank ID: T547</p>				
		<p>Erstellt am: 18. Oktober 2013 Letzte Aktualisierung: 19. März 2015</p>				

Bild 4-4: Exemplarischer Technologiesteckbrief eines Reluktanzmotors

4.2.3 Kompetenz-Beschreibungsrahmen definieren

Kompetenzen sind in Abschnitt 2.1.5 definiert als *Fähigkeiten*, die unter Einsatz der erforderlichen *Ressourcen*, *zielgerichtet* – in Bezug auf eine konkrete Technologie – *angewendet* werden⁴⁸. Diese Definition stellt bereits klare Anforderungen an die Beschreibung von Kompetenzen, legt jedoch lediglich deren Elemente fest. Zur operativen⁴⁹ Beschreibung von Kompetenzen bedarf es zusätzlich einer Strukturierung dieser Elemente. Insbesondere die beabsichtigte informationstechnische Verarbeitung erfordert eine eindeutige und reproduzierbare Kompetenzbeschreibung.

Vor diesem Hintergrund wird der in Bild 4-5 dargestellte Kompetenz-Beschreibungsrahmen⁵⁰ entwickelt. Dieser ist gemäß der im Rahmen der Arbeit verwendeten Kompetenzdefinition aufgebaut und ist in dieser Phase unternehmensspezifisch auszugestalten. Ziel des Beschreibungsrahmens ist eine strukturierte und reproduzierbare Beschreibung von Kompetenzen, welche in einem Datenbanksystem abgebildet werden kann. Realisiert wird dies durch eine Erweiterung der am Heinz Nixdorf Institut entwickelten Innovations-Datenbank⁵¹ (vgl. Abschnitt 2.4.3) [RDG+15].

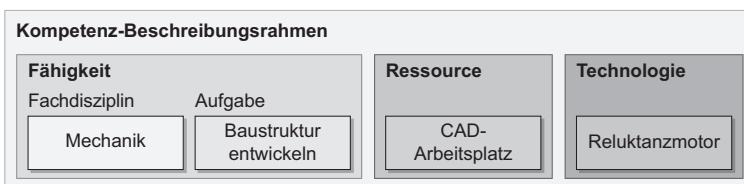


Bild 4-5: Kompetenz-Beschreibungsrahmen

Der Kompetenz-Beschreibungsrahmen setzt sich aus den folgenden Elementen zusammen:

- **Fähigkeit:** Das Element Fähigkeit wird beschrieben durch eine adressierte Fachdisziplin (z.B. Mechanik) und der konkreten Aufgabe, die es zu erfüllen gilt (z.B. Baustruktur entwickeln). Damit beschreibt die Fähigkeit die erforderliche Wissensbasis. Die Unterteilung in Fachdisziplin und Aufgabe dient der effizienten Erfassung einer Fähigkeit. Wird eine Fachdisziplin ausgeschossen, müssen sämtliche damit verbundenen Aufgaben nicht weiter betrachtet werden.

⁴⁸ Der Kompetenzbegriff wird in Abschnitt 2.1.5 vorgestellt und diskutiert. Auf die Herleitung der genannten Definition wird daher an dieser Stelle verzichtet.

⁴⁹ Die Operationalisierung ist nach WUNDERER und BRUCH eine der wesentlichen Herausforderungen der Kompetenzforschung [WB00, S. 22].

⁵⁰ Der Kompetenz-Beschreibungsrahmen wird an dieser Stelle vorgestellt, da er eine Voraussetzung für den nachfolgenden Schritt darstellt. Er ist stets unternehmensspezifisch anzupassen.

⁵¹ Die Weiterentwicklung des Datenmodells der Innovations-Datenbank wird in Abschnitt 4.7 erläutert.

- **Ressource:** Unter Ressourcen werden physische Einrichtungen betrachtet wie bspw. Teststände für die Hardware-Erprobung. Dabei sind auch Lizenzen z.B. für eine Konstruktions- oder Berechnungs-Software zu berücksichtigen. Ressourcen stehen immer im direkten Bezug zur Fähigkeit und sind Voraussetzung dafür, dass die genannte Fähigkeit angewendet werden kann⁵².
- **Technologie:** Durch die Technologie werden Fähigkeit und Ressource in einen konkreten Anwendungskontext gebracht. Sie stellt das Bindeglied zu den übrigen Inhalten der Innovations-Datenbank und zu einem konkreten Produkt dar. Ein Beispiel für eine Technologie ist der Reluktanzmotor.

Der Beschreibungsrahmen ist durch die geringe Anzahl beschreibender Elemente effizient einzusetzen. Die Elemente selbst sind durch Begriffe zu beschreiben, die im Unternehmen verbreitet sind und mit denen die Entwickler vertraut sind, sodass keine weitere Erläuterung erforderlich ist. Durch das Element *Technologie* wird ein direkter Bezug zum angestrebten Produkt hergestellt. Ferner ist die Technologie bereits als Entität in der Innovations-Datenbank enthalten, sodass eine problemlose Erweiterung des Datenmodells erfolgen kann (vgl. Abschnitt 2.4.3). Die Notation des Beschreibungsrahmens bildet die Grundlage der Kompetenzbeschreibung im Rahmen dieser Arbeit; die Erweiterung des Datenmodells ist Inhalt von Abschnitt 4.7.

4.2.4 Relevante Prozesse der Produktentwicklung analysieren und beschreiben

In der frühen Phase der Produktentstehung werden Kompetenzen häufig nicht oder nur auf sehr generischem Level geplant. Um jedoch eine fundierte Aussage über benötigte Fähigkeiten und Ressourcen treffen zu können, müssen konkrete Prozesse analysiert werden. Dabei wird sowohl die Komplexität, als auch die Ergebnisqualität wesentlich durch die berücksichtigten Aufgaben determiniert. Für eine hohe Ergebnisqualität ist es nicht ausreichend, sich lediglich den derzeitig im Unternehmen zu erfüllenden Aufgaben zuzuwenden. Vielmehr kommt es darauf an, auch zukünftig relevante Aufgaben vorauszudenken, um neue Kompetenzbedarfe frühzeitig zu erkennen. Zur Reduzierung der Komplexität gilt es jedoch, sich auf wesentliche Prozessschritte zu konzentrieren.

Der vorgestellte Kompetenz-Beschreibungsrahmen lässt sich prinzipiell auf sämtliche Prozesse der Produktentstehung anwenden. Es lassen sich sowohl Kompetenzen für die Produkt- und Dienstleistungsentwicklung ermitteln, als auch für erforderliche Vertriebs- und Produktionsaufgaben. Zur Ermittlung der benötigten Informationen sind die folgenden Schritte zu durchlaufen: Zu Beginn sind Organisationseinheiten mit analyserlevanten Kompetenzen zu identifizieren und beteiligte Fachdisziplinen zu benennen. Darauf

⁵² Personelle Ressourcen werden nicht explizit aufgenommen. Sie sind implizit im Element *Fähigkeit* enthalten.

aufbauend werden Prozessbeschreibungen gesichtet und fachdisziplinspezifische Aufgaben abgeleitet. Im Validierungsprojekt wurde der Fokus auf die Produktentwicklung gelegt. Die folgenden Beispiele beziehen sich daher stets auf Aufgaben entlang des Produktentwicklungsprozesses, welcher zunächst zu beschreiben, bzw. für die Kompetenzplanung aufzubereiten ist.

Die Literatur bietet eine Fülle an Modellbeschreibungen für die Planung und Beschreibung von Entwicklungsprozessen. Beispiele sind die Entwicklungsmethodik nach PAHL ET AL. oder der VDI Richtlinien 2221 [PBF+04, S. 165ff.], [VDI2221]. Erweiterte Prozesse beinhalten für den Anwendungskontext wesentliche Aufgaben; für die Entwicklung mechatronischer Systeme eignen sich bspw. das V-Modell nach BENDER oder die VDI Richtlinie 2206 [Ben05], [VDI2206]. Die Prozesse gilt es bedarfsgerecht zu analysieren und für die Kompetenzbeschreibung unternehmensspezifisch auszugestalten. Als umfassende Ausgangsbasis wird der *Referenzprozess zur Entwicklung selbstoptimierender Systeme* nach GAUSEMEIER ET AL. empfohlen, welcher in Summe 77 Entwicklungsschritte in fünf Disziplinen beschreibt [GRS14, S. 65ff.]. Bild 4-6 zeigt in einer vereinfachten Darstellung die betrachteten Entwicklungsdisziplinen.

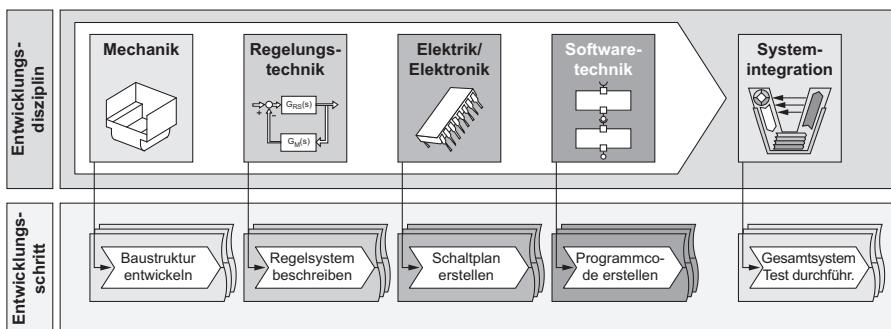


Bild 4-6: Vereinfachte Darstellung eines Entwicklungsprozesses in Anlehnung an GAUSEMEIER ET AL. [GRS14, S. 65ff.]

Für das betrachtete Unternehmen der Automobilindustrie wurde im Rahmen der Validierung ein unternehmensspezifischer Prozess mit der Methode OMEGA⁵³ modelliert. Dieser orientiert sich an den fünf Disziplinen des Referenzprozesses zur Entwicklung selbstoptimierender Systeme nach GAUSEMEIER ET AL.: Mechanik, Regelungstechnik, Elektrik/Elektronik, Softwaretechnik und Systemintegration. Den Disziplinen sind 29 Entwicklungsschritte zugeordnet, welche die wesentlichen heutigen und zukünftigen Entwicklungsaufgaben widerspiegeln. Bei der Modellierung des Prozesses hat es sich als

⁵³ Die Methode OMEGA (Objektorientierte Methode zur Geschäftsprozessmodellierung und -analyse) ermöglicht die vollständige Modellierung einer Ablauforganisation in einem Modell. Sie wurde am Heinz Nixdorf Institut entwickelt [Fah95] und wird zur einfachen und prägnanten Planung, Visualisierung und Analyse von Geschäftsprozessen eingesetzt [GP14, S. 254].

zweckmäßig erwiesen, in kleinen, jedoch interdisziplinären Teams mit Vertretern aller Entwicklungsabteilungen zu arbeiten.

Die beschriebenen Entwicklungsdisziplinen und -aufgaben werden als Stammdaten⁵⁴ in die Innovations-Datenbank aufgenommen. Sie sind regelmäßig hinsichtlich ihrer Aktualität und Vollständigkeit zu prüfen. Bei der Beschreibung von Kompetenzen im Rahmen der Kompetenzinventur und der Kompetenzbedarfsermittlung werden diese Informationen als Vorschlagslisten bereitgestellt (vgl. Abschnitt 4.2.5 und 4.4.1).

4.2.5 Kompetenzinventur durchführen

Zur effizienten Planung des Kompetenzaufbaus ist die Kenntnis über die im Unternehmen vorhandenen Kompetenzen von zentraler Bedeutung [REG+13, S. 6ff.]. Allerdings ist dies besonders in großen, stark diversifizierten Unternehmen ohne strukturierte Beschreibung und informationstechnische Verarbeitung nahezu nicht realisierbar. Beim erstmaligen Durchlaufen der Systematik ist daher eine Kompetenzinventur⁵⁵ durchzuführen. Zur Erfassung bestehende Kompetenzen wird eine Abfragelogik eingesetzt, die sich an der Notation des vorgestellten Beschreibungsrahmens orientiert (vgl. Abschnitt 4.2.3). Die Abfrage erfolgt über die in Bild 4-7 dargestellte Eingabemaske der Innovations-Datenbank.

Mit der Inventarisierung der Kompetenzen werden die Entwickler des Unternehmens beauftragt. Der jeweilige Entwickler ruft die Seite der Innovations-Datenbank in Intranet auf und wählt die Kategorie „Kompetenzen – Inventur“. Die Eingabe der Kompetenzen erfolgt zeilenweise (vgl. Bild 4-7). Als Startpunkt wählt der Entwickler die **Fachdisziplin** in der er tätig ist aus einer Drop-Down-Liste aus. Anschließend wird eine konkrete, beherrschte **Aufgabe** ausgewählt. Als drittes Element wird die **Ressource** angegeben, die für die jeweilige Aufgabe verwendet wird. Vorgeschlagene Fachdisziplinen, Aufgaben und Ressourcen sind zuvor unternehmensspezifisch definiert worden (vgl. Abschnitt 4.2.4). Der Anwender hat zudem die Möglichkeit, fehlende Informationen in den Stammdaten nachzutragen. Anschließend wird die **Technologie** aus dem Technologiepool angegeben, auf die die Kombination aus Fachdisziplin, Aufgabe und Ressource bereits angewendet wurde. Durch den „Hinzufügen“-Button wird die Eingabe abgeschlossen, die Kompetenz in den Kompetenzpool der Innovations-Datenbank eingetragen und eine neue Eingabezeile geöffnet. Nach dem vorgestellten Schema geben alle Entwickler die von ihnen eingebrachten Kompetenzen ein.

⁵⁴ Stammdaten sind Datenbestände die selten verändert werden. Sie werden zentral gespeichert und vorgangsbezogen eingesetzt. Dem gegenüber stehen Bewegungsdaten, welche sich häufig ändern. Sie werden für jeden Vorgang spezifisch erstellt bzw. aus den Stammdaten abgeleitet [PG08, S. 147].

⁵⁵ Die Kompetenzinventur stellt einen initialen Aufwand dar. Sie ist unabhängig von konkreten Innovationsvorhaben durchzuführen. Im fortlaufend wiederkehrenden Kompetenzplanungsprozess erfolgt die Pflege der entsprechenden Daten im Rahmen des Technologiemanagements (vgl. Abschnitt 4.2.2).

Fachdisziplin	Aufgabe	Ressource	Technologie
Mechanik	Baustuktur erstellen	CatiaV5-Arbeitsplatz	Mechanisches Differentialgetriebe
Mechanik	Baustuktur erstellen	CatiaV5-Arbeitsplatz	Monoscroll-Turbolader
Mechanik	Baustuktur erstellen	CatiaV5-Arbeitsplatz	Mechanisches Differentialgetriebe
Mechanik	Baustuktur erstellen	CatiaV5-Arbeitsplatz	Turbolader mit Registeraufladung
Mechanik	Thermodynamische Analyse durchführen	MatLab-Berechnungssoft	Monoscroll-Turbolader
Softwaretechnik	Hardware-Anforderungen ableiten	NX-Arbeitsplatz	Hydraulischer Ventiltrieb - variabel
Softwaretechnik	Hardware-Anforderungen ableiten	NX-Arbeitsplatz	Turbolader mit Registeraufladung
Mechanik	Regel-Parameter identifizieren	CatiaV5-Arbeitsplatz	Hydraulischer Ventiltrieb - statisch

Regelungstechnik ▾ Regel-Parameter identifizieren ▾ -Ressource wählen- ▾ -Technologie wählen- ▾ Hinzufügen

Technologien Produktideen Marktsegmente Benchmarking Innovations-Manager Verwaltung Feedback

Bild 4-7: Screenshot der Kompetenzinventur unter Einsatz der Innovations-Datenbank

Besondere Bedeutung kommt der Eingabe der Technologie zu. Über die Technologie erfolgt die Verknüpfung der kompetenzbezogenen Daten zu den übrigen Daten der Innovations-Datenbank⁵⁶. Diese Verbindung ermöglicht es, vorhandene Kompetenzen mit dem Kompetenzbedarf einer gewählten prinzipiellen Lösung abzugleichen (vgl. Abschnitt 4.3.4 und 4.4.2).

Im Validierungsprojekt hat es sich als zielführend erwiesen, einen Mitarbeiter des zentralen Innovationsmanagements als Promoter und Ansprechpartner für die Kompetenzinventur zu benennen. Er hat die Aufgabe, den Ergebnisfortschritt zu überwachen und den Entwicklern die Arbeit mit der Innovations-Datenbank vertraut zu machen.

4.3 Konkretisieren von Innovationsvorhaben

Ziel der zweiten Phase ist ein konkretes Produktkonzept eines betrachteten Innovationsvorhabens. Bei der Ermittlung des Produktkonzepts kommen im Stand der Technik betrachtete Ansätze zum Einsatz. Diese werden auf die Systematik angepasst und in das übergeordnete Vorgehensmodell integriert. Im Wesentlichen orientiert sich das Vorgehen an der Konstruktionsmethodik nach PAHL und BEITZ (vgl. Abschnitt 3.1.1). In Anlehnung

⁵⁶ Die dafür erforderliche Erweiterung des Datenmodells der Innovations-Datenbank wird in Abschnitt 4.7 beschrieben.

an BRINK werden dabei zahlreiche Aufgaben durch die Innovations-Datenbank unterstützt (vgl. Abschnitt 3.1.5). In Abschnitt 4.3.1 wird zunächst ein Innovationsvorhaben erfasst und systematisch dokumentiert. Die lösungsneutrale Beschreibung der Funktionen des zukünftigen Produkts ist Inhalt von Abschnitt 4.3.2. In Abschnitt 4.3.3 wird vorgestellt, wie mithilfe der Innovations-Datenbank automatisiert ein Morphologischer Kasten für das betrachtete Innovationsvorhaben erstellt wird. Abschließend erfolgt in Abschnitt 4.3.4 eine Bewertung der vorgeschlagenen Technologien. Als Ergebnis der zweiten Phase liegt ein Produktkonzept vor, das eine Liste ausgewählter Technologien enthält, welche die an das Produkt gestellten Anforderungen erfüllen und konfliktfrei gemeinsam einsetzbar sind.

4.3.1 Innovationsvorhaben erfassen und dokumentieren

Die Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung ist auf die Bewertung identifizierter Innovationsvorhaben ausgerichtet. Einleitend wird daher lediglich kurz auf deren Herleitung eingegangen. Das Finden und Konkretisieren von Produktideen folgt einem unternehmensindividuell gestalteten Innovationsprozess (vgl. Abschnitt 2.4.1). Quellen von Innovationsvorhaben können intuitive, zufällige Ideen einzelner Mitarbeiter sein. Besonders bei komplexen Produkten kommen jedoch häufig diskursive Methoden wie ein Morphologischer Kasten zum Einsatz (vgl. Abschnitt 3.1.2) [Ehr06, S. 64f.]. Die Systematik ist von der Quelle des betrachteten Innovationsvorhabens unabhängig. Es werden lediglich einige Eingangsinformationen benötigt, welche es systematisch zu erfassen gilt. Diese Informationen bilden den Ausgangspunkt der Systematik und werden im Weiteren sukzessive konkretisiert. Im zugrundeliegenden Validierungsprojekt wurde ein Verfahren zur Ermittlung konsistenter Innovationsvorhaben angewendet⁵⁷.

Jedes der ermittelten Innovationsvorhaben stellt ein potentielles Entwicklungsprojekt dar, welches hinsichtlich des Kompetenzbedarfs analysiert werden muss. Im Folgenden wird exemplarisch das Innovationsvorhaben „Sportwagen mit Hybrid-Antrieb“ betrachtet. Eingangsinformationen der Systematik sind in einem Steckbrief des Innovationsvorhabens sowie einer Anforderungsliste zu dokumentieren; beide Dokumente werden im Folgenden vorgestellt.

Der **Steckbrief des Innovationsvorhabens** fasst interne und externe Informationen managementgerecht zusammen. Es wird empfohlen, die Felder des Steckbriefs unternehmensspezifisch anzupassen, unternehmensintern jedoch zu standardisieren, sodass eine Vergleichbarkeit der Innovationsvorhaben gewährleistet ist.

Der im Validierungsprojekt verwendete Steckbrief des Innovationsvorhabens „Sportwagen mit Hybrid-Antrieb“ ist in Bild 4-8 dargestellt. Darin enthalten ist zunächst eine

⁵⁷ Das Vorgehen zur Ermittlung konsistenter Innovationsvorhaben ist nicht Bestandteil der entwickelten Systematik und wird daher nicht weiter erläutert. Für eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens sei auf [RSG15] und [SGR15] verwiesen.

Skizze zur schnellen visuellen Erfassung des Vorhabens. Weiterhin werden strategisch relevante Kenngrößen angegeben, wie der Beitrag zu den Unternehmenszielen, der geplante Markteinführungszeitpunkt, ein eventuelles Vorgänger-Produkt sowie wesentliche Wettbewerbsprodukte. Zudem werden im Steckbrief eine kurze Beschreibung des Innovationsvorhabens und erwartete Chancen und Risiken dokumentiert. Ferner wird bereits eine erste Kategorisierung hinsichtlich Aufbauform, Antriebskonzept und Produktlinie vorgenommen und technische Zielwerte benannt. Ergänzend werden das adressierte Marktsegment und die geplanten Absatzregionen angegeben.

Steckbrief des Innovationsvorhabens				
Sportwagen mit Hybrid-Antrieb				
Skizze Legende 1 Elektroantrieb 2 Verbrennungskraftmaschine 3 Leistungselektronik 4 Akkumulator 5 Getriebe 6 Torque Tube		Beitrag zu Unternehmenszielen Markenbeitrag: Return on Sales: Stückzahl: 		
Markteinführung 2020		Vorgänger R199		
Haupt-Wettbewerber <ul style="list-style-type: none"> Porsche 911 Aston Martin DB9 Audi R8 				
Kurzbeschreibung Ziel ist ein markenprägendes Coupé im Sportwagensegment, das weltweit vertrieben werden kann. Return on Sales und Stückzahlen auf niedrigem Niveau werden akzeptiert. Hauptwettbewerber sind klassische Sportwagen der Marken Porsche, Aston Martin und Audi. Als Antrieb wird ein Hybridkonzept mit hoher Systemleistung eingesetzt. Das Antriebslayout fokussiert dabei eine ausgewogene Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse. Fahrdynamisch liegt der Fokus auf querdynamischen Größen; als Zielgröße wird die Rundenzeit auf der Nürburgring Nordschleife herangezogen. Verbrauchs- und Emissionswerte müssen auf Wettbewerbsniveau liegen. Eine eingeschränkte Alltagstauglichkeit wird akzeptiert.				
Aufbauform <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Coupé <input type="checkbox"/> Cabrio <input type="checkbox"/> Limousine <input type="checkbox"/> Kombi <input type="checkbox"/> SUV/SUC 	Antriebskonzept <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> VKM <input type="checkbox"/> VKM elektrifiziert <input checked="" type="checkbox"/> Hybrid <input type="checkbox"/> rein elektrisch 	Produktlinie <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sport <input type="checkbox"/> Performance <input checked="" type="checkbox"/> Rennsport 	Absatz-Region <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Europa <input checked="" type="checkbox"/> NAFTA <input checked="" type="checkbox"/> China <input checked="" type="checkbox"/> VAE <input checked="" type="checkbox"/> Rest of World 	Marktsegment <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Compact <input type="checkbox"/> Mid-Size <input type="checkbox"/> Full-Size <input type="checkbox"/> Large & Luxury <input checked="" type="checkbox"/> Sportwagen
Technische Zielwerte 0-100 km/h: 4,2 s V-max.: > 305 km/h Leistungsgew.: < 4 kg/kW Nordschleife: 7:30 min	Chancen <ul style="list-style-type: none"> Nischenprodukt Geringe Preisempfindlichkeit der Kunden Starke Wettbewerbsposition 	Risiken <ul style="list-style-type: none"> Besteuerung der Verbrennungsmotoren Entwicklung des Performance-Segments 	Erstellt am: 18. März 2015 Letzte Aktualisierung: 10. April 2015	
Ideengeber: Christoph Söllner Bearbeiter: René Rübbelke				

Bild 4-8: Steckbrief des Innovationsvorhabens "Sportwagen mit Hybrid-Antrieb"

Der beschriebene Steckbrief fasst strategische, technische und marktseitige Informationen zusammen und schafft einen ersten Gesamteindruck des Innovationsvorhabens. Enthaltene Informationen werden in verschiedenen Abteilungen erarbeitet, in der Innovations-Datenbank abgelegt und bei Bedarf in dargestellter Form ausgeleitet.

Zur weiteren technischen Konkretisierung werden die vorliegenden Informationen abstrahiert und in Form einer **Anforderungsliste** beschrieben. Anforderungslisten enthalten sowohl qualitative als auch quantitative Anforderungen, die gewünschte und abzuwende Eigenschaften des zu entwickelnden Produktes beschreiben. Die Anforderungen sollten dabei lösungsneutral, positiv formuliert sowie eindeutig beschrieben sein und deren Zielsetzung zwar anspruchsvoll, aber erreichbar sein [Lin07, S. 97], [PBF+04, S. 188ff.]. Tabelle 4-1 zeigt einen Auszug der Anforderungsliste für das betrachtete Innovationsvorhaben. Die Anforderungen werden in Kategorien wie „Abmessungen“ oder „Fahrdynamik“ zusammengefasst und fortlaufend nummeriert.

Tabelle 4-1: Auszug der Anforderungsliste des Innovationsvorhabens „Sportwagen mit Hybrid-Antrieb“ in Anlehnung an PAHL und BEITZ [PBF+04, S. 190]

Anforderungsliste Sportwagen mit Hybrid-Antrieb					Stand: 15. April 2015	
Nr.	F/W	Beschreibung	Wert		Einheit	Bearbeiter
			min.	exakt		
1 Abmessungen						
1.1	W	Länge	4.200	4.800	mm	C.S.
1.2	W	Höhe	1.250	1.350	mm	C.S.
1.3	F	Breite	1.850	2.050	mm	C.S.
1.4	F	Radstand		2.600	mm	C.S.
1.5	W	Sitzplätze		2	Anzahl	C.S.
1.6	W	Kofferraumvolumen	180		l	C.S.
2 Fahrdynamik						
2.1	F	Rundenzeit-Nürburgring		7:30	min	C.S.
2.2	F	Beschleunigung (0 - 100 km/h)		4,2	s	C.S.
2.3	F	Bremsweg, kalt (100 - 0 km/h)		35,0	m	C.S.
2.4	W	Höchstgeschwindigkeit	305		km/h	C.S.
2.5	W	Systemdrehmoment	700		Nm	C.S.
2.6	W	Systemleistung	400		kW	C.S.
2.7	F	Spreizung Komfort - Sportlichkeit durch Fahrmodi			qualitativ	R.R.
3 Verbrennungskraftmaschine (VKM)						
3.1	F	Leistung VKM	300		kW	C.S.
3.2	F	Drehmoment VKM	550		Nm	C.S.
3.3	F	Drehzahl (max.) VKM	6.000		1/min	C.S.
4 Elektrischer Antrieb (E-Antrieb)						
4.1	F	Leistung E-Antrieb	100		kW	C.S.
4.2	F	Drehmoment E-Antrieb	250		Nm	C.S.
5 Leichtbau						
5.1	W	Leergewicht		1.600	Kg	C.S.
5.2	F	Anteil Leichtbau-Materialien	75		%	R.R.
6 Verbrauch und Emission						
6.1	F	Verbrauch fossil nach WLTP		8,0	l/100 km	C.S.
6.2	F	Verbrauch elektrisch nach WLTP		25,0	kWh/100 km	R.R.
6.3	F	Co2 Emission nach WLTP		199	g Co2/100km	R.R.

Legende

F Festanforderung W Wunschanforderung

WLTP Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures

Analog zu PAHL und BEITZ wird zwischen Fest- und Wunschanforderungen unterschieden. Wunschanforderungen sollten möglichst erfüllt werden, wohingegen Festanforderungen in jedem Fall zu erfüllen sind [PBF+04, S. 189], [Bri10, S. 117]. Zur Quantifizierung der Anforderungen wird ein Zielkorridor durch Angabe eines minimalen und maximalen Werts aufgespannt, bzw. bereits ein exakter Wert definiert. Somit kann eine spätere Überprüfung der Ergebnisse erfolgen [Lin07, S. 96]. Zur besseren Nachvollziehbarkeit wird der verantwortliche Bearbeiter der letzten Änderung einer Anforderung genannt [PBF+04, S. 191].

Wesentliche **Quelle von Anforderungen** sind Kundenwünsche. Ergänzend können bestehende Produkte des eigenen Unternehmens und relevanter Wettbewerber analysiert sowie gesetzliche Regularien einbezogen werden. Unterstützend kann die Hauptmerkmalsliste nach PAHL und BEITZ eingesetzt werden, um an neue Anforderungen innovativer Produkte zu gelangen [FG13, S. 331]. Im Folgenden werden die Anforderungen zur Ableitung einer Funktionshierarchie und zur Auswahl geeigneter Technologien eingesetzt.

4.3.2 Funktionen des Innovationsvorhabens beschreiben

Gemäß der Konstruktionssystematik nach PAHL und BEITZ, folgt der Anforderungsliste das **Aufstellen einer Funktionshierarchie** zur weiteren lösungsneutralen Ausgestaltung des Innovationsvorhabens. Mit der Entwicklung der Funktionshierarchie ist eine Abstraktion und Kondensation der Aufgaben auf deren allgemeingültigen und wesentlichen Inhalten verbunden [FG13, S. 344], [VDI2221], [VDI2803-1].

Ziel ist eine abstrakte Problemformulierung, die als Gesamtfunktion des zu entwickelnden Produkts angegeben werden kann. Zur Reduzierung der Komplexität ist die Gesamtfunktion weiter in eine „zweckmäßige“ Anzahl Teifunktionen zu unterteilen [FG13, S. 345]. Erfahrungen aus dem Validierungsprojekt zeigen, dass die Anzahl der betrachteten Teifunktionsebenen (der sog. Auflösungsgrad) sich stark an der Wertschöpfungstiefe des Unternehmens orientieren sollte. So empfiehlt sich bei Systemintegratoren (z.B. Automobilherstellern) eine flache, jedoch breite Betrachtung der Funktionen des Gesamtsystems. Bei Spezialisten (z.B. Herstellern von Sensoreinheiten) empfiehlt sich hingegen eine deutlich stärkere Auflösung der Teifunktionsebenen. Es gilt, die Gesamtfunktion so weit aufzugliedern, dass sich Technologien zur Lösung einer Teifunktion zuordnen lassen [Bri10, S. 123]. Bild 4-9 zeigt die Funktionshierarchie des betrachteten Innovationsvorhabens. Die Gesamtfunktion „Mobilität ermöglichen“ ist auf bis zu drei Ebenen in Teifunktionen aufgegliedert.

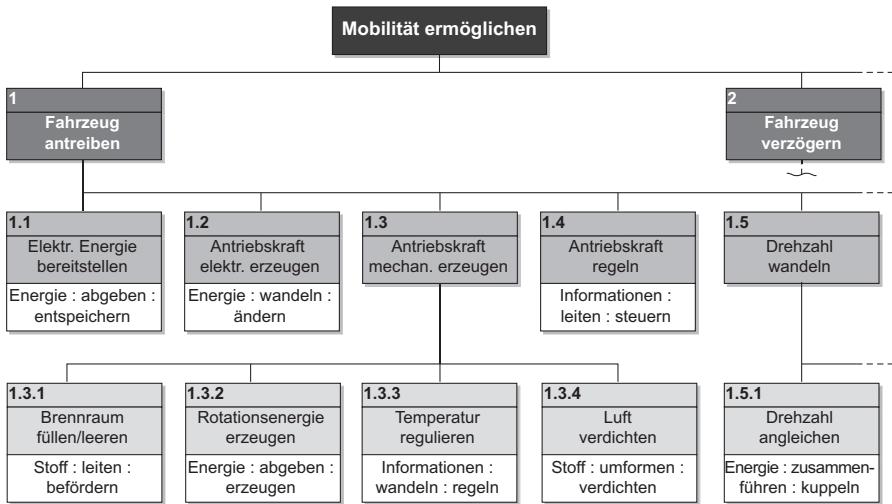


Bild 4-9: Funktionshierarchie des Innovationsvorhabens "Sportwagen mit Hybrid-Antrieb"

Die Teilfunktionen werden zunächst individuell in der *Sprache des Entwicklers* erfasst (in Bild 4-9 blau hinterlegt). Zur weiteren Verarbeitung in der Innovations-Datenbank ist jedoch eine standardisierte Beschreibung erforderlich. Dazu müssen den Teilfunktionen der untersten Hierarchieebene technische Standardfunktionen zugewiesen werden (in Bild 4-9 weiß hinterlegt) [Ihm09, S. 111]. Es existieren bereits umfangreiche Kataloge mit Standardfunktionen, auf die an dieser Stelle zurückgegriffen wird. Im Validierungsprojekt dient der deutschsprachige Katalog von VIENENKÖTTER als Ausgangsbasis [Vie07, S. A-21ff.]⁵⁸. Zur Steigerung der Effizienz und Akzeptanz wird jedoch empfohlen, den Standardfunktions-Katalog unternehmensspezifisch anzupassen.

4.3.3 Morphologischen Kasten erstellen

Zur Ermittlung technologischer Lösungsalternativen wird der Morphologische Kasten nach ZWICKY verwendet und analog zur Konstruktionssystematik nach PAHL und BEITZ angewendet (vgl. Abschnitt 3.1.1 und 3.1.2). Demnach werden in den Kopfspalten die Teilfunktionen des betrachteten Innovationsvorhabens eingetragen. In die Zeilen werden Technologien zur Erfüllung der jeweiligen Teilfunktion zugeordnet [PBF+04, S. 136f.].

⁵⁸ VIENENKÖTTER beschreibt technologische Standardfunktionen als eine Kombination aus einer Funktionsgröße (Energie, Stoff oder Information), einem allgemeinen Funktionsverb (z.B. speichern) und einer spezifischen Funktion (z.B. aufnehmen). Zur Herleitung der Standardfunktionen wird auf [Vie07, S. 72ff.] verwiesen.

Das Füllen des Morphologischen Kastens erfolgt automatisiert mithilfe der Innovations-Datenbank, analog zum Verfahren zur Entwicklung konsistenter Produkt- und Technologiestrategien nach BRINK (vgl. Abschnitt 3.1.5) [Bri10, S. 136]. Tabelle 4-2 zeigt einen Auszug des Morphologischen Kastens aus dem Validierungsprojekt. Es werden zusätzlich zu den identifizierten Teilfunktionen, die zugeordneten Standard-Funktionen des gewählten Innovationsvorhabens in die Kopfspalten eingetragen (vgl. Abschnitt 4.3.2). Aus dem Technologiepool werden jene Technologien eingetragen, denen die gleiche Standard-Funktion zugeordnet ist (vgl. Abschnitt 4.2.2). Beispielsweise werden für die Funktion 1.1 „Elektrische Energie bereitstellen“ fünf Akkumulator-Technologien wie „Natrium-Nickelchlorid-Akkumulator“ vorgeschlagen.

Tabelle 4-2: Auszug aus dem Morphologischen Kasten des Innovationsvorhabens "Sportwagen mit Hybrid-Antrieb"

Nr.	Teilfunktion in der Sprache des Entwicklers	Standard Funktion	Technologie 1	Technologie 2	Technologie 3	Technologie 4
1.1	Elektr. Energie bereitstellen	Energie : abgeben : entspeichern	Lithium-Ionen-Akkumulator	Redox-Flow-Akkumulator	Bleiakkumulator	Natrium-Nickelchlorid-Akkumulator (ZEBRA)
1.2	Antriebskraft elektr. erzeugen	Energie : wandeln : ändern	Permanentmagnet Synchron-Motor	Linearmotor	Reluktanzmotor	
1.3.1	Brennraum füllen/leeren	Stoff : leiten : befördern	Hydraulischer Ventiltrieb - statisch/konstant	Hydraulischer Ventiltrieb - variabel verstellbar	Hydraulischer Ventiltrieb - partiell abschaltbar	Hydraulischer Ventiltrieb - verstellbar & abschaltbar
1.3.2	Rotationsenergie erzeugen	Energie : abgeben : erzeugen	Gebauter Kurbelwelle	Geschmiedete Kurbelwelle	Gegossene Kurbelwelle	
1.3.3	Temperatur regulieren	Informationen : wandeln : regeln	Mechanisch-gesteuertes Kühlssystem	Elektrisch-gesteuertes Kühlssystem	Passive Luftkühlung	
1.3.4	Luft verdichten	Stoff : umformen : verdichten	Monoscroll-Turbolader	Twinscroll-Turbolader	Turbolader mit Registeraufladung	Elektrischer Turbolader

Sollten für eine Funktion keine passenden Technologien in der Innovations-Datenbank dokumentiert sein, so ist ein konkreter Suchauftrag an die Technologiefrühaufklärung auszusprechen (vgl. Abschnitt 4.2.2). Ziel ist, dass jeder Teilfunktion mindestens eine Technologie zugeordnet ist.

4.3.4 Technologien bewerten und auswählen

Im nächsten Schritt wird das „Technologie-Set“ ermittelt, das die Anforderungen des betrachteten Innovationsvorhabens bestmöglich erfüllt. Dazu wird eine Matrix aufgespannt, welche in den Zeilen alle identifizierten Technologien aus dem Morphologischen Kasten und die zu erfüllenden Teilfunktionen enthält. In die Spalten der Matrix wird die bereits erstellte Anforderungsliste des Innovationsvorhabens transponiert (vgl. Abschnitt 4.3.1). Ziel der Bewertung ist die Vorauswahl eines Produktkonzepts für das betrachtete Innovationsvorhaben. Bild 4-10 zeigt die resultierende Anforderungs-Erfüllungsmatrix. Der

Bewertung liegt die Fragestellung „Wie wirkt Technologie i (Zeile) auf die Erfüllung der Anforderung j (Spalte)?“ zugrunde. Die Beantwortung dieser Frage erfolgt anhand der folgenden Skala:

- 2 = **konfliktär** – Technologie verhindert die Erfüllung der Anforderung
- 1 = **nachteilig** – Technologie behindert die Erfüllung der Anforderung, kann jedoch durch andere Technologien kompensiert werden
- 0 = **neutral** – Technologie und Anforderung stehen nicht in Beziehung zueinander
- 1 = **begünstigend** – Technologie trägt zur Erfüllung der Anforderung bei
- 2 = **stark begünstigend** – Technologie ist wesentlich für die Erfüllung der Anforderung

Die Bewertung wird von den Technologie-Experten des Unternehmens durchgeführt. Dabei wird empfohlen in Kleingruppen von zwei bis vier Personen zu arbeiten.

		Anforderungs-Erfüllungsmatrix	Fragestellung: „Wie wirkt Technologie i (Zeile) auf die Erfüllung der Anforderung j (Spalte)?“	Bewertungsskala: -2 = konfliktär -1 = nachteilig 0 = neutral 1 = begünstigend 2 = stark begünstigend	Anforderung	min. exakt	max. EH	F/W	Abmessungen			Fahrdynamik			AW										
									TF	Technologie	Nr.	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	
Elektr. Energie Bereitstellen	Lithium-Ionen-Akkumulator	1A	0 0 0 1 1 1	1 1 1 -1 -1 0	Radstand	4.200	4.800	mm	7:30	min	F	...	13												
	Redox-Flow-Akkumulator	1B	0 0 0 0 0 -1	-1 -1 0 0 0 0	Sitzplätze	1.250	1.350	mm	4.2	s	F	...	3												
	Bleiakkumulator	1C	0 0 0 -1 -1 -1	-2 -1 -1 0 0 0	Kofferraumvolumen	1.850	2.050	mm	35,0	m	F	...	-10	x											
	Natrium-Nickelchlorid-Akkumulator (ZEBRA)	1D	0 0 0 1 1 1	1 1 1 0 0 0	Rundenzeit-Nürburgring				305	km/h		...	11												
	Nickel-Metallhydrid-Akkumulator (NiMH)	1E	0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0	Beschleunigung (0-100km/h)				700	Nm		...	7												
Antriebskraft erzeugen	Permanentmagnet Synchron-Motor	2A	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	Bremsweg, kalt (100-0 km/h)				400	kW		...	4												
	Linearmotor	2B	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	Höchstgeschwindigkeit				305	km/h		...	-2	x											
	Reluktanzmotor	2C	0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0	Systemdrehmoment				700	Nm		...	7												
/	Hydraulischer VT - ^{„Volumenkonstante“}	3A	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	Spiegelung Komfort - Sportlichkeit				400	kW		0	0												

Legende

AW Auswertung EH Einheit TF Teilfunktion VT Ventiltrieb F Festanforderung W Wunschanforderung

Bild 4-10: Anforderungs-Erfüllungsmatrix des betrachteten Innovationsvorhabens

Das **Ergebnis** der Bewertung ist in den beiden letzten Spalten angegeben. Zum einen wird der „Beitrag zur Anforderungs-Erfüllung“ als absoluter Wert der Zeilensumme ermittelt. Dieser Wert ist separat für die Technologien jeder Teilfunktion zu betrachten und beschreibt die relative Umsetzungspriorität einer Technologie. Für die Teilfunktion „*Elektrische Energie bereitstellen*“ erzielt die Technologie 1A „*Lithium-Ionen-Akkumulator*“ bspw. den höchsten Beitrag zur Erfüllung der Anforderungen und wird somit für die weitere Betrachtung ausgewählt.

Des Weiteren gilt es zu prüfen, ob **Ausschlusskriterien** vorliegen. Dies ist der Fall, wenn die Kombination aus einer Technologie und einer Festanforderung mit „- 2 = konfliktär“ bewertet ist. Die Auswahl einer solchen Technologie hätte zur Folge, dass die spätere Lösung nicht alle an sie gestellten Anforderungen erfüllen kann; es ist wesentlich, solche Technologien besonders früh zu identifizieren und auszuschließen.

Für das betrachtete Produktkonzept sind somit Technologien vorgeschlagen, bei denen kein Ausschlusskriterium erfüllt ist und die den jeweils höchsten Beitrag zur Erfüllung einer Teilfunktion leisten. Die Bewertung erfolgt bislang jedoch rein aus Anforderungs-sicht. Es ist nicht sichergestellt, dass alle Technologien gemeinsam in einer Lösung ein-setzbar sind. Um dies zu gewährleisten, wird die **technische Verträglichkeit** anhand der Bewertungsmatrix nach BERGER ermittelt (vgl. Bild 4-11) [Ber06, S. 90], [Bri10, S. 131f.].

Verträglichkeitsmatrix		Technologie								
			Lithium-Ionen-Akkumulator	Reluktanzmotor	Hydraulischer Ventiltrieb - verstellbar & abschaltbar	Gebauter Kurbelwelle	Elektrisch-gesteuertes Kühl-system	Elektrischer Turbolader	CAN-Bus-System - vernetzt mit Fahrerasistenzsystemen	Magnesium-Karosseriebau-teile
Technologie		Nr.	1A	2C	3D	4A	5B	6E	7B	25A
Lithium-Ionen-Akkumulator	1A									
Reluktanzmotor	2C	0								
Hydraulischer Ventiltrieb - verstellbar & abschaltbar	3D	0	0							
Gebaute Kurbelwelle	4A	0	0	0						
Elektrisch-gesteuertes Kühl-system	5B	0	0	0	0					
Elektrischer Turbolader	6E	0	0	0	0	0				
CAN-Bus-System - vernetzt mit Fahrerasistenzsystemen	7B	0	0	0	0	0	0			
⋮	⋮									
Magnesium-Karosseriebauteile	25A	0	0	0	0	0	0	0		
Summe		0	0	0	0	0	0	0	...	0

Bild 4-11: Matrix zur Bewertung von Konflikttechnologien nach BERGER [Ber06, S. 90]

Der Matrix liegt die Frage „Sind die betrachteten Technologien technisch zusammen einsetzbar?“ zugrunde. Die Bewertung erfolgt ungerichtet in einer Dreiecksmatrix mit der binären Skala: 0 = Kombination technisch zulässig und 1 = Kombination technisch nicht zulässig [Ber06, S. 90]. Liegt ein Konflikt zwischen zwei priorisierten Technologien vor, so ist die substituierende Technologie zur Realisierung einer Teilaufgabe auszuwählen, die den nächst höheren Beitrag zur Erfüllung der Anforderungen aufweist. Diese Technologie ist wiederum auf ihre Verträglichkeit zu prüfen. Ist eine Summe der Gesamt-Matrix von Null erreicht, ist die beste, technisch verträgliche Lösung für das Innovationsvorhaben identifiziert.

Tabelle 4-3 zeigt erneut den Morphologischen Kasten. Technologien, für die ein Ausschlusskriterium vorliegt sind durchgestrichen. Die im Validierungsprojekt ausgewählte Lösung ist als sog. Lösungspfad dargestellt. Dieser Lösungspfad wird im Folgenden als Produktkonzept⁵⁹ bezeichnet und hinsichtlich des Kompetenzbedarfs analysiert.

Tabelle 4-3: Morphologischer Kasten mit Lösungspfad

Nr.	Teilaufgabe in der Sprache des Entwicklers	Standard Funktion	Technologie 1	Technologie 2	Technologie 3	Technologie 4	
1.1	Elektr. Energie bereitstellen	Energie : abgeben : entspeichern	Lithium-Ionen-Akkumulator	Redox-Flow-Akkumulator	Bleiakkumulator	Natrium-Nickelchlorid-Akkumulator (ZEBRA)	
1.2	Antriebskraft elektr. erzeugen	Energie : wandeln : ändern	Permanentmagnet Synchron-Motor	Linearmotor	Rücktanzmotor		
1.3.1	Brennraum füllen/leeren	Stoff : leiten : befördern	Hydraulischer Ventiltrieb - statisch/konstant	Hydraulischer Ventiltrieb - variabel verstellbar	Hydraulischer Ventiltrieb - partiell abschaltbar	Hydraulischer Ventiltrieb - verstellbar & abschaltbar	
1.3.2	Rotationsenergie erzeugen	Energie : abgeben : erzeugen	Gebauter Kurbelwelle	Geschmiedete Kurbelwelle	Gegossene Kurbelwelle		Legende ● Lösungspfad
1.3.3	Temperatur regulieren	Informationen : wandeln : regeln	Mechanisch-gesteuertes Kühlsystem	Elektrisch-gesteuertes Kühlsystem	Passive Lufthebung		
1.3.4	Luft verdichten	Stoff : umformen : verdichten	Monoscroll-Turbolader	Twinscroll-Turbolader	Turbocharger mit Registeraufladung	Elektrischer Turbolader	

Ergebnis der zweiten Phase ist ein konkretes Produktkonzept des betrachteten Innovationsvorhabens, welches die gestellten Anforderungen bestmöglich erfüllt und dessen geplante Technologien konfliktfrei gemeinsam eingesetzt werden können. Das erarbeitete Konzept ist jedoch im Grunde von jedem Unternehmen der Branche erschließbar. Eine vorteilhafte Wettbewerbsposition eines Unternehmens entsteht erst, wenn es in der Lage ist, vorhandene und benötigte Kompetenzen effizient einzusetzen und aufzubauen. Diese Betrachtung steht im Fokus der folgenden Phasen.

⁵⁹ Nach EHRENSPIEL beschreibt ein (Produkt-)Konzept eine prinzipielle Lösung eines Produkts, die aus mehreren Lösungsvarianten ausgewählt ist und die gestellten Anforderungen am wahrscheinlichsten und optimal erfüllt [Ehr06, S. 251f.].

4.4 Ableiten des Kompetenzbedarfs

Ziel der dritten Phase ist die Identifikation und Beschreibung von Kompetenzen, die zur Entwicklung des gewählten Produktkonzepts erforderlich sind, über die das betrachtete Unternehmen derzeit jedoch nicht verfügt. Dazu wird der bereits vorgestellte Kompetenz-Beschreibungsrahmen eingesetzt (vgl. Abschnitt 4.2.3) und auf die Ergebnisse der Kompetenzinventur aus Abschnitt 4.2.5 zurückgegriffen. In Abschnitt 4.4.1 wird beschrieben, wie mithilfe der Innovations-Datenbank der Kompetenzbedarf eines Produktkonzepts ermittelt wird. In Abschnitt 4.4.2 wird die Identifikation von Kompetenzlücken erläutert und der Transfer der fragmentierten Kompetenzbeschreibung in eine semantische Beschreibungsform erläutert.

4.4.1 Kompetenzbedarf ermitteln

Bei der Ermittlung des Kompetenzbedarfs kommt erneut die Notation des Kompetenz-Beschreibungsrahmens zum Einsatz (vgl. Abschnitt 4.2.3). Im Vergleich zur Kompetenzinventur (vgl. Abschnitt 4.2.5) wird eine veränderte Abfragelogik verwendet. Bild 4-12 zeigt einen Screenshot der Kompetenzbedarfsermittlung unter Einsatz der Innovations-Datenbank.

The screenshot shows the Innovations-Datenbank interface with the following details:

- Navigation:** Includes links for Kompetenzen, Technologien, Produktideen, Datenpool, Eigene, Vorselektion, Selektion, Roadmap, and Morphologischer Kasten.
- Meine IDB:** Shows 'Datenpool'.
- Search Bar:** Displays 'Kompetenzen : Sportwagen mit Hybrid-Antrieb'.
- Table:** Shows a list of competence requirements categorized by function, technology, discipline, task, and resource. The first row is for an electric drive system, and the second row is for a hybrid system.

Funktion	Technologie	Fachdisziplin	Aufgabe	Ressource
Antriebskraft elektr. erzeugen	Reluktanz-motor	Mechanik	Baustruktur entwickeln	CatiaV5-Arbeitsplatz
Energie : wandeln : ändern		Regelungstechnik	Regelungssystem beschreiben	CoDeSys-Entwicklungsrum
		Softwaretechnik	Hardware-Anforderungen ableiten	NX-Arbeitsplatz
		Softwaretechnik	Programmcode erstellen	INCA-Software
		Softwaretechnik	Prüfkonzept erstellen	INCA-Software
		Elektrik/Elektronik	Lösungselemente auswählen	E-Plan-Software
		Systemintegration	Hardware-Prototypen erstellen	Prototypen-Werkstatt

Buttons at the bottom include: 'Disziplin wählen', 'Aufgabe wählen', 'Ressource wählen', and 'Hinzufügen'.

Bild 4-12: Screenshot der Kompetenzbedarfsermittlung unter Einsatz der Innovations-Datenbank

Für die Bedarfsermittlung ist ein ggf. bereits benannter Projektleiter bzw. der Innovationsmanager verantwortlich. Besonders bei sehr spezifischen Technologien wird zudem

empfohlen, einen Technologie-Experten hinzuzuziehen. Durch die geführte Abfrage über das Web-Interface der Innovations-Datenbank wird diese Zusammenarbeit unterstützt. Ausgangspunkt bilden die ausgewählten Technologien des Produktkonzepts (vgl. Abschnitt 4.3.4). Gemäß des Beschreibungsrahmens wird für jede **Technologie** abgefragt, welche **Fachdisziplinen** angesprochen werden und welche **Aufgaben** erforderlich sind, um die Technologie **intern** aufzubauen. Des Weiteren wird jeder Aufgabe die benötigte Ressource zugeordnet. Die beschreibenden Elemente sind in den Stammdaten der Innovationsdatenbank hinterlegt und werden dem Anwender in Drop-Down-Listen bereitgestellt. Im Validierungsprojekt ergibt sich somit bspw. der Kompetenzbedarf „*Magneto-Rheologisches Aggregatelager – Regelungstechnik – Regelungssystem beschreiben – CoDeSys-Entwicklungsumgebung*“.

Die Abfrage des Kompetenzbedarfs ist für jede der gewählten Technologien durchzuführen. Es sind jeweils sämtliche Fachdisziplinen hinsichtlich ihres Einsatzbedarfs zu prüfen. Wird eine Disziplin von der betrachteten Technologie nicht angesprochen, ist eine Abfrage der zugehörigen Aufgaben nicht erforderlich. Durch die zweistufige Abfrage der Fähigkeiten als *Disziplin* und *Aufgabe* kann somit eine zum Teil erhebliche Reduzierung des Abfrageaufwands erzielt werden. Als Resultat liegt der vollständige Kompetenzbedarf des Produktkonzepts vor. Diesen gilt es im Folgenden mit bestehenden Kompetenzen abzugleichen und somit fehlende, neu aufzubauende Kompetenzen zu identifizieren.

4.4.2 Kompetenzlücken identifizieren

Ziel des folgenden Schrittes sind identifizierte Kompetenzen, die zur Realisierung des Produktkonzepts erforderlich sind, über die das betrachtete Unternehmen derzeit jedoch nicht verfügt – sog. Kompetenzlücken. Durch die im Vorangegangenen beschriebene Ermittlung des Kompetenzbedarfs und die kontinuierliche Pflege der Daten des Kompetenzbestands liegen diese Informationen implizit bereits vor.

Die konkrete Aufgabe ist somit die Aufbereitung und **Externalisierung** dieser Informationen zur weiteren Verarbeitung im Rahmen der Kompetenzplanung. Dazu kommt erneut die Innovations-Datenbank zum Einsatz. Der ermittelte Kompetenzbedarf wird durch definierte **Datenbankabfragen** mit dem Kompetenzbestand abgeglichen. Als Ergebnis liegen die Kompetenzen vor, die zur Entwicklung des Produktkonzepts neu aufgebaut werden müssen. Diese Kompetenzlücken liegen zunächst in der bereits vorgestellten fragmentierten **Beschreibungsform** vor (vgl. Abschnitt 4.2.3). Zur weiteren Verarbeitung der Kompetenzen wird allerdings eine semantische Beschreibungsform angestrebt, welche automatisiert durch die Innovations-Datenbank zu erzeugen ist. Diese Art der Beschreibung wird gewählt, da sie die kognitive Erfassung der Informationen begünstigt, was insbesondere für den Bewertungsprozess in Abschnitt 4.5 bedeutend ist.

Bild 4-13 veranschaulicht den **Transfer** von der fragmentierten zur semantischen Kompetenzbeschreibung. Die Reihenfolge der Elemente des Kompetenz-Beschreibungsrahmens bleibt dabei erhalten. Es wird das Verb der Aufgabe in die Aktiv-Form der dritten

Person, Singular konjugiert; bspw. wird „Baustruktur *entwickeln*“ zu „*entwickelt* Baustruktur“. Durch die kausalen Präpositionen „mittels“ und „für“ werden Fähigkeiten, Ressourcen und Technologien semantisch verknüpft. Ein Beispiel einer so transferierten Kompetenzbeschreibung lautet: „*Mechanik entwickelt Baustruktur mittels CatiaV5-Arbeitsplatz für Reluktanzmotor*“. Die fragmentierte und semantische Beschreibungsform sind bewusst ähnlich gehalten und entsprechen der Notation des eingeführten Kompetenz-Beschreibungsrahmens (vgl. Abschnitt 4.2.3). Damit wird eine gute Nachvollziehbarkeit und Durchgängigkeit der Daten gewährleistet. Zur automatisierten Generierung der semantischen Kompetenzbeschreibung, ist die konjugierte Form der Aufgaben in den Stammdaten der Innovations-Datenbank hinterlegt. Die identifizierten und transferierten Kompetenzlücken können zur weiteren Verarbeitung exportiert werden.

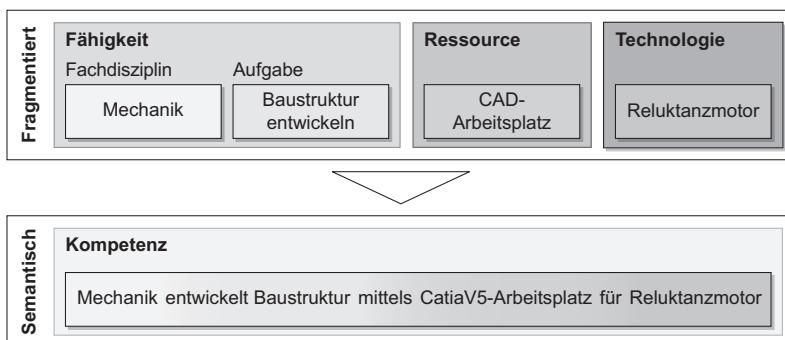


Bild 4-13: Transformation von der fragmentierten zur semantischen Kompetenzbeschreibung

Als **Ergebnis** der dritten Phase liegt somit eine Liste aller Kompetenzlücken vor, die zur Realisierung des angestrebten Produkts zu schließen sind. Die Kompetenzlücken sind folgend zu bewerten und Handlungsempfehlungen für deren Erschließung auszuarbeiten.

4.5 Bewerten aufzubauender Kompetenzen

Die vierte Phase der Systematik dient der Bewertung identifizierter Kompetenzlücken sowie der Ableitung daraus resultierender Handlungsempfehlungen. Zur Realisierung des betrachteten Produktkonzepts sind alle ermittelten Kompetenzen erforderlich. Die folgende Bewertung zielt somit nicht auf die Priorisierung bzw. Reduktion der Betrachtungsgegenstände ab, sondern vielmehr auf die Kategorisierung der Kompetenzlücken vor dem Hintergrund ihrer Erschließung.

In Abschnitt 4.5.1 wird dazu die Erreichbarkeit jeder fehlenden Kompetenz aus Sicht des betrachteten Unternehmens bewertet. In Abschnitt 4.5.2 erfolgt die Ermittlung der Vernetzung der aufzubauenden Kompetenzen untereinander. Die Bewertung der strategischen Bedeutung einer Kompetenz in Hinblick auf das gesamte Unternehmen ist Inhalt von Abschnitt 4.5.3.

In Abschnitt 4.5.4 wird der Entscheidungswürfel des Kompetenzaufbaus eingeführt. Des- sen Dimensionen resultieren aus den Ergebnissen der vorangegangenen Bewertungs- schritte. Der Würfel ist in acht Felder aufgeteilt, die jeweils Normstrategien zum Kom- petenzaufbau enthalten. Diese Normstrategien werden in Abschnitt 4.5.5 zu dezidierten Handlungsempfehlungen konkretisiert. Abschließend werden die generierten Ergebnisse in Kompetenzsteckbriefen dokumentiert.

4.5.1 Erreichbarkeit bewerten

Für die Bewertung der Erreichbarkeit werden der Aufwand, der mit der Erschließung einer Kompetenz verbunden ist sowie bestehende Erfahrungen ermittelt. Die Bewertung der **Erfahrung** des betrachteten Unternehmens in Bezug auf eine konkrete Kompetenz wird über die enthaltene Fähigkeit abgeleitet. Durch den Aufbau des Kompetenz-Be- schreibungsrahmens (vgl. Abschnitt 4.2.2) und den Einsatz der Innovations-Datenbank, kann die Auswertung **automatisiert** erfolgen. Für jede fehlende Kompetenz wird abge- fragt, wie häufig die benötigte Fähigkeit bereits im Kompetenzbestand enthalten ist. Bspw. ist die in der Kompetenz „*Mechanik legt Aktuatorennergie fest mittels MatLab-Berechnungssoftware für Reluktanzmotor*“ enthaltene Fähigkeit „*Mechanik legt Aktuator- energie fest*“ bereits 123 Mal in Kombination mit anderen Technologien oder Ressourcen in der Innovations-Datenbank gespeichert. Die Erfahrung des Unternehmens in Bezug auf diese Fähigkeit ist daher als relativ hoch zu bewerten. Tabelle 4-4 zeigt einen exemplarischen Ausschnitt der Ergebnisse.

Tabelle 4-4: Ermittlung der Erfahrung auf Grundlage bestehender Fähigkeiten

Ermittlung der Erfahrung auf Grundlage bestehender Fähigkeiten		Anzahl der in bestehenden Kompetenzen enthaltenen Fähigkeiten	
Kompetenz	Nr.	normiert auf 100	
Mechanik legt Aktuatorennergie fest mittels MatLab-Berechnungssoftware für Rekuktanzmotor	K4	123	86
Softwaretechnik erstellt Programmcode mittels INCA-Software für Rekuktanzmotor	K6	21	15
Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für elektrischer Turbolader	K13	41	29
Elektrik/Elektronik erstellt Funktionsmodell mittels NX-Arbeitsplatz für elektrischer Turbolader	K19	67	47
Softwaretechnik erstellt Software-Spezifikation & Architektur mittels INCA-Software für CAN-Bus-System – vernetzt mit Fahrerassistenzsystem	K21	87	61
Systemintegration erstellt Hardware-Prototypen mittels Prototypen-Werkstatt für Elektrische Lenkwinkeleinstellung	K44	143	100
Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für	K46	41	29

Die Anzahl der in bestehenden Kompetenzen enthaltenen Fähigkeiten wird jeweils als Absolutwert aus der Datenbank ausgeleitet. Zur besseren Visualisierung und Vergleichbarkeit im abschließenden Portfolio (vgl. Bild 4-14) erfolgt eine Normierung auf den Basiswert 100.

Der mit dem Aufbau einer Kompetenz verbundene **Aufwand** wird über monetäre und zeitliche Bedarfe des Ressourcenaufbaus ermittelt. Beide Größen werden quantitativ erhoben. Dabei gilt es, den zusätzlichen Aufwand aus der heutigen, unternehmensspezifischen Situation zu bewerten. Wird für eine Kompetenz bspw. ein Motoren-Teststand benötigt, der heute bereits in ausreichender Güte vorhanden ist und auf dem ausreichend freie Kapazität vorhanden ist, so ist der zusätzliche **monetäre** Aufwand zur Erschließung der damit verbundenen Kompetenz marginal. Ist die Kapazität der vorhandenen Teststände jedoch voll ausgeschöpft, sodass der Aufbau eines zusätzlichen Teststands erforderlich ist, ist der finanzielle Aufwand entsprechend wesentlich höher zu bewerten. Beispielsweise entstehen monetäre Aufwände im Ressourcenaufbau durch den Einkauf von Hardware, Lizenzgebühren oder zusätzlichen Raum- und Personalbedarf. Die Bewertung des **zeitlichen** Aufwands erfolgt analog. Bewertet wird dabei der erwartete Zeitraum, vom Beschluss des Kompetenzaufbaus bis zu deren vollständigen Verfügbarkeit. Durch das beschriebene Vorgehen wird eine besonders praxisnahe Entscheidungsbasis generiert. Es wird empfohlen, den Leiter der jeweiligen Entwicklungsabteilung mit der Bewertung vertraut zu machen. Tabelle 4-5 zeigt einen Ausschnitt der Ergebnisse.

Tabelle 4-5: Ermittlung des Erschließungsaufwands einer Kompetenz

Ermittlung des Erschließungsaufwands			Kosten des zusätzlichen Ressourcenaufbaus	Erschließungs-dauer	Kosten	Dauer	Gewichtete Kosten	Gewichtete Dauer	Summe Kosten und Dauer
Kompetenz	Nr.	TE	Monate	normiert auf 100	normiert auf 100	Gew.: 0,65	Gew.: 0,35	normiert auf 100	
Mechanik legt Aktuatorennergie fest mittels MatLab-Berechnungssoftware für Rekultanzmotor	K4	25	2	15	17	10	6	16	
Softwaretechnik erstellt Programmcode mittels INCA-Software für Rekultanzmotor	K6	15	8	9	67	6	23	29	
Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für elektrischer Turbolader	K13	120	10	71	83	46	29	75	
Elektrik/Elektronik erstellt Funktionsmodell mittels NX-Arbeitsplatz für elektrischer Turbolader	K19	70	11	41	92	27	32	59	
Softwaretechnik erstellt Software-Spezifikation & Architektur mittels INCA-Software für CAN-Bus-System – vernetzt mit Fahrerassistenzsystem	K21	40	9	24	75	15	26	41	
Systemintegration erstellt Hardware-Prototypen mittels Prototypen-Werkstatt für Elektrische Lenkwinkeleinstellung	K44	170	9	100	75	65	26	91	
Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für	K46	90	12	53	100	34	35	69	

Die erhobenen Werte werden auf einen Basiswert von 100 normiert, entsprechend ihrer unternehmensspezifischen Bedeutung gewichtet und zusammengefasst. Bspw. wird für die Kompetenz „*Systemintegration führt Gesamtsystemtest durch mittels Triebstrang-Teststand für Reluktanzmotor*“ die bisher nicht vorhandene Ressource „*Triebstrang-Teststand*“ für Reluktanzmotoren benötigt. Deren Aufbau ist mit hohen Kosten und einer entsprechenden Dauer verbunden. Die normierten und gewichteten finanziellen und zeitlichen Bedarfe gehen zusammengefasst als Aufwand in die weitere Bewertung ein.

Das in Bild 4-14 dargestellte Portfolio führt die Ergebnisse der vorangegangenen Bewertung zusammen. Die Abszisse enthält den normierten Wert der Erfahrung. Auf der Ordinate wird der normierte Aufwand abgetragen. Über die Diagonale kann somit die Erreichbarkeit einer Kompetenz abgelesen werden.

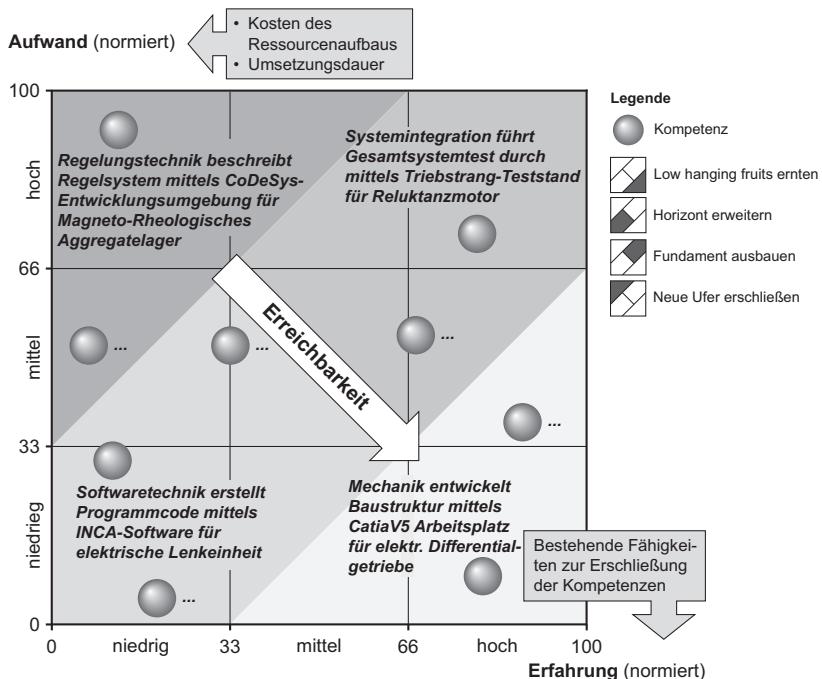


Bild 4-14: Portfolio zur Ermittlung der Erreichbarkeit einer Kompetenz

Nach Abschluss der Bewertung, kann bereits eine grobe Kategorisierung der Kompetenzen erfolgen. Dazu werden die folgenden vier Felder des Portfolios unterschieden [RDG+15]:

- **Low hanging fruits ernten** – Kompetenzen mit geringem Erschließungsaufwand und einer hohen Erfahrungsbasis sind tendenziell einfach zu erreichen und können „im Tagesgeschäft“ aufgebaut werden.

- **Horizont erweitern** – Durch den Aufbau von Kompetenzen aus diesem Bereich des Portfolios, können mit wenig Aufwand neue Handlungsfelder erschlossen werden.
- **Fundament ausbauen** – Baut eine Kompetenz auf einem hohen Erfahrungsschatz des Unternehmens auf und benötigt deren Erschließung dennoch viel Aufwand, deutet dies auf den Einsatz spezifischer, physischer Ressourcen hin. Kompetenzen in diesem Bereich adressieren i.d.R. die Kerntätigkeiten des betrachteten Unternehmens.
- **Neue Ufer erschließen** – Kompetenzen, die mit hohem Aufwand bei geringem Erfahrungsschatz aufgebaut werden müssen, deuten auf grundsätzlich neue Handlungsfelder für das betrachtete Unternehmen hin.

Die Bewertung der Erreichbarkeit sowie die vorgenommene Kategorisierung, lassen erste Einschätzungen zur Erschließung einer Kompetenz zu. Die Bewertung erfolgte bisher jedoch ohne Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung der aufzubauenden Kompetenzen oder deren strategischer Bedeutung. Für eine fundierte Aussage sind daher weitere Bewertungen erforderlich, welche folgend beschrieben werden.

4.5.2 Vernetzungsgrad ermitteln

Der Vernetzungsgrad wird mithilfe einer Einflussanalyse ermittelt und dient der Abbildung des systemischen Verhaltens der aufzubauenden Kompetenzen. Somit kann die Rolle einer spezifischen Kompetenz im Wirkgefüge ermittelt werden. Im ersten Schritt wird der **direkte Einfluss** zwischen den betrachten Kompetenzen ermittelt. Dazu werden die Kompetenzen in die Zeilen und Spalten der sog. **Einflussmatrix**⁶⁰ eingetragen und einer paarweisen Bewertung unterzogen (vgl. Bild 4-15). Der Bewertung liegt dabei die folgende Fragestellung zugrunde: „Wie stark beeinflusst die Beherrschung von Kompetenz i (Zeile) den Aufbau der Kompetenz j (Spalte)?“. Bewertet wird gerichtet, anhand einer Skala von „0 – kein Einfluss“ bis „3 – starker Einfluss“. Bei der Bewertung ist stets zu beachten, dass nur der direkte Einfluss berücksichtigt wird. Die indirekten Einflüsse werden im nachfolgenden Schritt betrachtet.

Nach vollständiger Bewertung der direkten Einflussmatrix wird die Aktiv- und Passivsumme jeder Kompetenz berechnet. Diese sind wie folgt zu interpretieren [GP14, S. 52]:

- Die **Aktivsumme** entspricht der Zeilensumme einer Kompetenz in der Einflussmatrix. Sie gibt an, wie stark eine Kompetenz auf alle anderen Kompetenzen wirkt. Sie gibt somit den **Einfluss** einer Kompetenz an.

⁶⁰ Die Einflussmatrix wurde 1973 von DUPPERIN und GODET entwickelt. Für deren Herleitung und für eine detaillierte Beschreibung der Einflussanalyse siehe [DG73] sowie [GP14, S. 51f.]

- Die **Passivsumme** entspricht der Spaltensumme einer Kompetenz in der Einflussmatrix. Sie zeigt an, wie stark auf eine Kompetenz durch alle übrigen Kompetenzen eingewirkt wird. Sie gibt somit die **Beeinflussung** einer Kompetenz an.

Einflussmatrix		Kompetenz	Mechanik legt Aktuatorennergie fest mittels MatLab-Berechnungs... Softwaretechnik erstellt Programmcode mittels INCA-Software für ... Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entw... Elektrik/Elektronik erstellt Funktionsmodell mittels NX-Arbeitsplatz für ... Systemintegration erstellt Hardware-Prototypen mittels Prototypen-Werkstatt... ...					Aktivsumme
Kompetenz	Nr.		K4	K6	K13	K19	K52	
Mechanik legt Aktuatorennergie fest mittels MatLab-Berechnungssoftware für Rekuktanzmotor	K4			0	1	0	0	26
Softwaretechnik erstellt Programmcode mittels INCA-Software für Rekuktanzmotor	K6	1			1	0	0	30
Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für elektrischer Turbolader	K13	3	1			2	0	55
Elektrik/Elektronik erstellt Funktionsmodell mittels NX-Arbeitsplatz für elektrischer Turbolader	K19	0	0	1			0	52
:								
Systemintegration erstellt Hardware-Prototypen mittels Prototypen-Werkstatt für Magneto-Rheologisches Aggregatelager	K52	0	0	3	1			45
Passivsumme		48	37	40	41		22	

Bild 4-15: Einflussmatrix mit direkter Bewertung der Kompetenzen

Für die Kompetenz K13 „Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für elektrischen Turbolader“ ergibt sich beispielsweise eine Aktivsumme von 55 und eine Passivsumme von 40. Dies bedeutet, dass die Beherrschung dieser Kompetenz einen starken (positiven) Einfluss auf den Aufbau vieler weiterer Kompetenzen hat. Gleichzeitig hat auch eine beträchtliche Anzahl an Kompetenzen Einfluss auf den Aufbau der Kompetenz K13. Aus der Kombination von Aktiv- und Passivsumme einer Kompetenz lässt sich bereits auf deren Vernetzung mit den übrigen Kompetenzen schließen.

Die Betrachtung der direkten Beziehungen zwischen den Kompetenzen ist jedoch nicht ausreichend. Kompetenzen beeinflussen sich untereinander über mehrere Stufen und unterschiedliche Pfade. Erst die zusätzliche Berücksichtigung dieser **indirekten Einflüsse** erlaubt ein korrektes Abbilden der Vernetzung des Gesamtsystems der Kompetenzen [Leh14b, S. 122f.], [Ock10, S. 90]. Bild 4-16 zeigt die Analyse unter Berücksichtigung der indirekten Einflüsse.

Einflussmatrix unter Berücksichtigung indirekter Einflüsse		Kompetenz						Aktivsumme	Rang
Kompetenz	Nr.		K4	K6	K13	K19	...		
Mechanik legt Aktuatorennergie fest mittels MatLab-Berechnungssoftware für Rekuktanzmotor	K4		0,84	1,69	1,69		1,27	77,19	33
Softwaretechnik erstellt Programmcode mittels INCA-Software für Rekuktanzmotor	K6	1,12		1,5	1,5		0,84	76,4	36
Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für elektrischer Turbolader	K13	3	1,69			2,25	2,25	105,81	2
Elektrik/Elektronik erstellt Funktionsmodell mittels NX-Arbeitsplatz für elektrischer Turbolader	K19	2,25	1,12	2,25			1,69	94,38	10
:									
Systemintegration erstellt Hardware-Prototypen mittels Prototypen-Werkstatt für Magneto-Rheologisches Aggregatelager	K52	2,25	1,5	3	1,69			93,42	11
Passivsumme		97,19	79	91,28	86,27	83,32			
Rang		7	33	12	17	23			

Bild 4-16: Einflussmatrix unter Berücksichtigung indirekter Einflüsse der Kompetenzen

Folgendes Beispiel soll die indirekte Einflussanalyse verdeutlichen: Die Kompetenz K52 hat keinen direkten Einfluss auf K4 (vgl. Bild 4-15). K52 übt jedoch Einfluss auf K13 aus und K13 wiederum auf K4⁶¹. Es besteht somit ein indirekter Einfluss von K52 auf K4 (vgl. Bild 4-16). Dieses Beispiel zeigt, dass die betrachteten Kompetenzen in einem komplexen vernetzten System eingebettet sind. Es ist nahezu unmöglich, dieses Wirkgefüge manuell zu erfassen. Die Auswertung erfolgt daher mithilfe der Scenario-Software⁶². Als Ergebnis der Einflussanalyse⁶³ wird eine Rangfolge der Kompetenzen gemäß ihrer Aktiv- bzw. Passivsumme ausgegeben. Durch die Berücksichtigung der indirekten Beziehungen wird das gesamte Wirkgefüge der betrachteten Kompetenzen abgebildet [GP14, S. 53].

⁶¹ Bei der Berechnung der indirekten Vernetzung wird ein Dämpfungsfaktor berücksichtigt, um den stufenweise schwächeren Einfluss einer Kompetenz über die Wirkkette abzubilden. Im Validierungsprojekt wurde ein Dämpfungsfaktor von 0,75 verwendet.

⁶² Die Scenario-Software ist eine vom Heinz Nixdorf Institut und der UNITY AG entwickelte Software zur Erstellung von Szenarien, die u.a. die Auswertung der indirekten Einflussanalyse unterstützt (vgl. [GP14, S. 74f.]).

⁶³ Der Berechnung der indirekten Einflussanalyse liegt der Floyd-Warshall-Algorithmus zugrunde. Für weitere Informationen zum verwendeten Algorithmus vgl. bspw. [KN12, S. 190f.].

Die Ergebnisse der Einflussanalyse unter Berücksichtigung indirekter Einflüsse werden im sog. Aktiv-Passiv-Grid dargestellt (vgl. Bild 4-17). Dies wird erzeugt, indem die Werte der Aktivsumme auf der Ordinate und die Passivsummen auf der Abszisse aufgetragen werden. Die Achsen werden dabei nach Rängen skaliert, wodurch eine trennscharfe und klare Darstellung der Ergebnisse gewährleistet wird. Die Diagonale bildet den Vernetzungsgrad⁶⁴ und damit das systemische Verhalten einer Kompetenz ab.

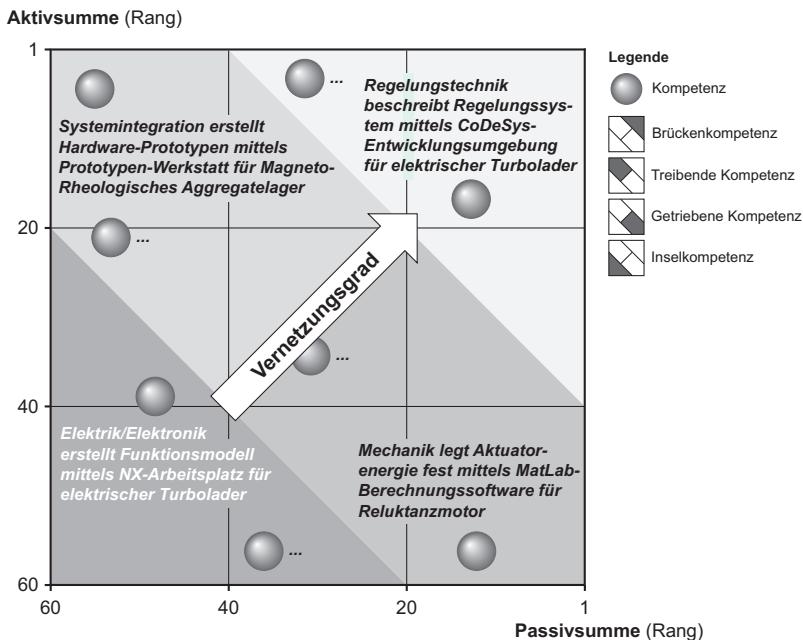


Bild 4-17: Aktiv-Passiv-Grid der Einflussanalyse zur Ermittlung des Vernetzungsgrads unter Berücksichtigung indirekter Einflüsse

Das Aktiv-Passiv-Grid ist in vier Bereiche unterteilt, welche die enthaltenen Kompetenzen wie folgt kategorisieren [RDG+15]:

- **Brückenkompetenzen** sind Kompetenzen mit einer hohen Aktivsumme und einer hohen Passivsumme. Sie haben einen besonders hohen Vernetzungsgrad und sind daher immer im Verbund mit weiteren Kompetenzen zu betrachten.

⁶⁴ In der Literatur wird auch häufig der Dynamik-Index als Produkt aus Aktiv- und Passivsumme in Verbindung mit dem Vernetzungsgrad diskutiert (vgl. bspw. [GP14, S. 52]). Die Ermittlung der Vernetzung über die Diagonale des Aktiv-Passiv-Grids führt zu gleichen Aussagen und wird für diese Systematik als zielführend angesehen.

- **Inselkompetenzen** stehen dem gegenüber. Diese sind nur sehr schwach vernetzt und können daher isoliert behandelt werden, ohne Auswirkungen auf das übrige Kompetenzgefüge zu erzeugen.
- Als **treibende Kompetenzen** werden Kompetenzen mit hoher Aktivsumme bei gleichzeitig geringer Passivsumme bezeichnet. Sie beeinflussen das betrachtete Kompetenzgefüge stark, ohne dabei selbst beeinflusst zu werden.
- **Getriebene Kompetenzen** weisen eine geringe Aktivsumme bei gleichzeitig hoher Passivsumme auf. Sie werden stark durch andere Kompetenzen beeinflusst, haben selbst jedoch lediglich geringen Einfluss auf andere Kompetenzen.

Der ermittelte Vernetzungsgrad beschreibt die Rolle einer Kompetenz im Wirkgefüge der aufzubauenden Kompetenzen. Die Ergebnisse lassen jedoch noch keine Rückschlüsse auf die unternehmensweite Bedeutung einer Kompetenz zu. Daher wird im Folgenden die strategische Bedeutung je Kompetenz bewertet.

4.5.3 Strategische Bedeutung bewerten

Die Bewertung der strategischen Bedeutung dient der Einschätzung der **unternehmensweiten Relevanz** einer Kompetenz, losgelöst vom konkreten Produktkonzept. Die vorangegangenen Bewertungsschritte sind auf die heutige Situation des betrachteten Unternehmens bzw. isoliert auf ein Produktkonzept gerichtet. Mit der strategischen Bedeutung wird ein Bewertungsschritt eingeführt, der auf den zukünftigen Erfolg des Unternehmens gerichtet ist.

Kompetenzen, die den zukünftigen Erfolg und damit die Wettbewerbsfähigkeit sichern, werden auch als Kernkompetenzen bezeichnet (vgl. Abschnitt 2.1.5). Für deren Bewertung sind in der Literatur verschiedene Ansätze bekannt (vgl. Abschnitt 3.3). Die hier durchgeführte Bewertung der strategischen Bedeutung einer Kompetenz greift auf diese Ansätze zurück und orientiert sich an der Ermittlung des Kernkompetenzpotentials nach BERGER [Ber06, S. 106ff.].

Die Auswertung der strategischen Bedeutung erfolgt mithilfe einer Profilmatrix (vgl. Bild 4-18). Dabei werden die zugrundeliegenden Bewertungskriterien unternehmensspezifisch gewichtet. Die Bewertung der einzelnen Kriterien erfolgt durch Experten-Teams des betrachteten Unternehmens. Dabei liegt eine Skala von „1 – geringe Bedeutung“, über „3 – mittlere Bedeutung“ bis „5 – hohe Bedeutung“ zugrunde. Die stärkere quantitative Spreizung der Skala hat sich in diesem Fall bewährt, da sie zu trennscharfen Resultaten führt. Zur Visualisierung der Ergebnisse werden diese als Kompetenzprofil ausgegeben.

Strategische Bedeutung	Skala 1 = geringe Bedeutung 3 = mittlere Bedeutung 5 = hohe Bedeutung	Externe Kriterien			Interne Kriterien		Summe gewichtet	Kernkompetenzprofil
		Differenzierungspotential	Nachhaltigkeit	Innovationspotential	Venwendungshäufigkeit	Strategic fit		
Kompetenz	Nr.	Gew.: 0,1	Gew.: 0,15	Gew.: 0,2	Gew.: 0,3	Gew.: 0,25	G.: 1	gering hoch
Mechanik legt Aktuatorennergie fest mittels MatLab-Berechnungssoftware für Reluktanzmotor	K4	1 0,1	1 0,15	1 0,2	3 0,9	3 0,75	2,1	●
Softwaretechnik erstellt Programmcode mittels INCA-Software für Reluktanzmotor	K6	3 0,3	3 0,45	3 0,6	5 1,5	3 0,75	3,6	●
Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für elektrischer Turbolader	K13	5 0,5	5 0,75	3 0,6	5 1,5	5 1,25	4,6	●
Elektrik/Elektronik erstellt Funktionsmodell mittels NX-Arbeitsplatz für elektrischer Turbolader	K19	3 0,3	3 0,45	5 1	1 0,3	3 0,75	2,8	●
Softwaretechnik erstellt Software-Spezifikation & Architektur mittels INCA-Software für CAN-Bus-System – vernetzt mit Fahrerassistenzsystem	K21	1 0,1	5 0,75	5 1	3 0,9	1 0,25	3	●
Systemintegration erstellt Hardware-Prototypen mittels Prototypen-Werkstatt für Elektrische Lenkwinkelstellung	K44	3 0,3	3 0,45	3 0,6	1 0,3	1 0,25	1,9	●
Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für Magneto-Rheologisches Aggregatelager	K46	3 0,3	5 0,75	5 1	5 1,5	5 1,25	4,8	●
Softwaretechnik erstellt Programmcode mittels INCA-Software für Magneto-Rheologisches Aggregatelager	K48	3 0,3	3 0,45	3 0,6	5 1,5	3 0,75	3,6	●
Softwaretechnik erstellt Prüfkonzept mittels INCA-Software für Magneto-Rheologisches Aggregatelager	K49	1 0,1	1 0,15	3 0,6	3 0,9	1 0,25	2	●
Systemintegration erstellt Hardware-Prototypen mittels Prototypen-Werkstatt für Magneto-Rheologisches Aggregatelager	K52	3 0,3	3 0,45	3 0,6	1 0,3	3 0,75	2,4	●

Bild 4-18: Profilmatrix zur Bewertung der strategischen Bedeutung aufzubauender Kompetenzen

Der Bewertung zugrunde liegende **Kriterien** werden im Folgenden erläutert. Ihre Anzahl ist zu Gunsten des Bewertungsaufwands bewusst niedrig gehalten. Die Auswahl der Kriterien kann unternehmensindividuell variieren. Es wird allerdings empfohlen, stets sowohl externe als auch interne Bewertungskriterien zu berücksichtigen.

Externe Kriterien:

- **Differenzierungspotential** – Die Eignung einer Kompetenz zur Generierung eines wahrgenommenen Kundennutzens, welcher eine Differenzierung zum Wettbewerb mit sich bringt, wird als Differenzierungspotential beschrieben [Thi97, S. 54f.].

- **Nachhaltigkeit** – Das Kriterium Nachhaltigkeit bewertet die langfristige Sicherung des Wettbewerbsvorteils, der sich aus einer potentiellen Kompetenz ergibt. Darunter werden die Merkmale *Nicht-Imitierbarkeit*, *Nicht-Substituierbarkeit* und *Seltenheit* subsummiert [Ber06, S. 107].
- **Innovationspotential** – Das Innovationspotential zielt auf zukünftige Weiterentwicklungsmöglichkeiten ab. Ausgehend vom heutigen Entwicklungsstand werden erwartete Ausbaustufen bewertet [BKO+95, S. 199].

Interne Kriterien:

- **Verwendungshäufigkeit** – Die Verwendungshäufigkeit zeigt die unternehmensweite Bedeutung bzw. das Synergiepotential einer Kompetenz auf. Bewertet wird die erwartete zukünftige Einsatzbreite der Kompetenz. Abteilungs- und bereichsübergreifende Einsatzmöglichkeiten führen zu Synergieeffekten und damit zu höherer Kapitalrendite [Thi97, S. 72f.].
- **Strategic Fit** – Passt eine Kompetenz besonders gut zu den strategischen Zielen eines Unternehmens, wird dies über das Kriterium Strategic Fit angegeben. Bewertet wird, wie gut eine Kompetenz zur Erreichung der strategischen Ziele des betrachteten Unternehmens beiträgt [BKO+95, S. 197f.].

Im Validierungsprojekt wurde bspw. für die Kompetenz „*Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für Magneto-Rheologisches Aggregatelager*“ eine besonders hohe strategische Bedeutung ermittelt. Kompetenzen mit hoher strategischer Bedeutung werden i.d.R. langfristig im Unternehmen benötigt und sollten unternehmensintern verfügbar sein. Eine geringe strategische Bedeutung deutet auf eine lediglich temporäre Relevanz hin.

4.5.4 Normstrategien ermitteln

Die Literatur zum Technologie- und Innovationsmanagement bietet eine Vielzahl an Modellen und Methoden, die bei der Entscheidung zwischen dem internen Aufbau bzw. der externen Beschaffung von Technologien unterstützt⁶⁵. Es mangelt jedoch an Entscheidungshilfen für die Auswahl von internen, externen oder auch kooperativen Aufbaualternativen für (technische) Kompetenzen⁶⁶.

Aus den vorangegangenen Bewertungen der Erreichbarkeit, der Vernetzung und der strategischen Bedeutung können jeweils wichtige Informationen in Bezug auf die Erschlie-

⁶⁵ Diese Ansätze werden häufig als „Make-or-Buy“ Entscheidung (bzw. „Build-or-Buy“ oder „Develop-or-Buy“) bezeichnet, vgl. z.B. [Ger07, S. 173], [Vie07, S. 131] oder [Bri10, S. 153].

⁶⁶ LEHNER beschreibt die „Make, M&A or Buy-Entscheidung“ für Kompetenzen im Rahmen der Entwicklung von Diversifikationsstrategien [Leh14b, S. 147] (vgl. Abschnitt 3.3.6).

ßung der aufzubauenden Kompetenzen entnommen werden. Durch die isolierte Darstellung der Ergebnisse und der teils hohen Anzahl zu bewertender Kompetenzen ist es jedoch nur schwer möglich, eine konsolidierte Empfehlung auszusprechen. Daher wird der **Entscheidungswürfel des Kompetenzaufbaus** eingeführt, welcher in Bild 4-19 dargestellt ist.

Die Dimensionen des Würfels greifen die vorliegenden Bewertungsergebnisse auf. Die Achse Erreichbarkeit reicht von *schnell und einfach* bis *langwierig mit viel Aufwand*. Die strategische Bedeutung verteilt sich auf der Achse von *temporär* bis *langfristig* und der Vernetzungsgrad reicht von der *Inselkompetenz* zur *Brückenkompetenz*. Über die genannte Skalierung der Achsen, wird der Würfel in acht Felder unterteilt. Für jedes dieser Felder werden im Folgenden Handlungsoptionen in Form von Normstrategien vorgestellt. Diese Normstrategien sind jeweils auf den internen oder externen Aufbau einer Kompetenz gerichtet bzw. adressieren eine Mischform wie bspw. Kooperationsstrategien. Die konkreten Normstrategien werden im Folgenden vorgestellt [RDG+15]:

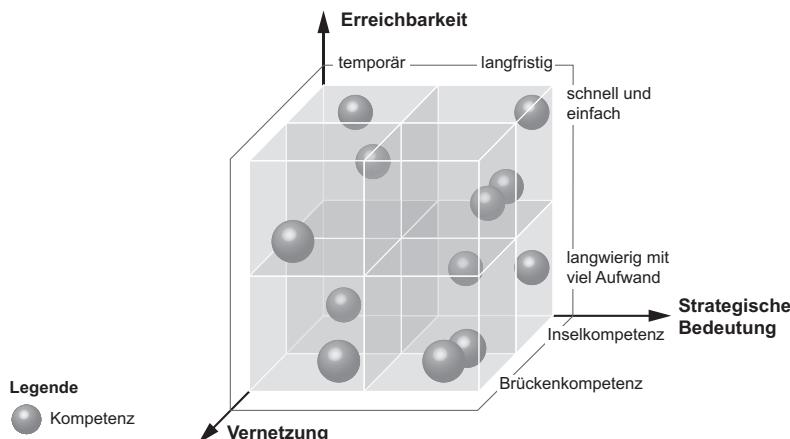


Bild 4-19: Entscheidungswürfel des Kompetenzaufbaus



„Vollständig intern aufbauen“ – Brückenkompetenzen mit hoher strategischer Bedeutung und guter Erreichbarkeit sind besonders wichtig für das betrachtete Produktkonzept und gleichzeitig attraktiv für das Unternehmen. Kompetenzen in diesem Feld sind daher möglichst vollständig im eigenen Unternehmen zu beherrschen.



„Ausbauen und integrieren“ – Kompetenzen die zwar schwach im Produktkonzept vernetzt sind, jedoch gut erreichbar und von hoher strategischer Relevanz sind, sind ebenfalls intern aufzubauen. Zudem ist zu prüfen, inwiefern diese Kompetenzen stärker in heutige und zukünftige Produkte eingebracht werden können.



„Projektbezogen einsetzen“ – Schwach vernetzte und strategisch unbedeutende Kompetenzen sind i.d.R. nur temporär von Bedeutung. Sie sind dementsprechend projektbezogen aufzubauen. Trotz guter Erreichbarkeit ist eine externe Beschaffung zu prüfen.



„Aus Tagesgeschäft erschließen“ – Gut erreichbare und stark vernetzte Kompetenzen lassen sich i.d.R. gut in bestehende Prozesse integrieren. Aufgrund der geringen strategischen Bedeutung dieses Bereichs, sollte den Kompetenzen jedoch keine exponierte Rolle zukommen.



„Dienstleister intern beschäftigen“ – Eine schlechte Erreichbarkeit bei geringer strategischer Bedeutung machen Kompetenzen aus unternehmerischer Sicht unattraktiv. Aufgrund des hohen Vernetzungsgrads empfiehlt es sich jedoch, Dienstleiter im eigenen Haus einzusetzen.



„Langfristige Kooperation oder M&A“ – Kompetenzen mit hoher strategischer Bedeutung und starker Vernetzung sind für das Unternehmen langfristig relevant. Aufgrund der schlechten Erreichbarkeit empfiehlt es sich jedoch, langfristige Partnerschaften einzugehen. Bei besonders starker Ausprägung sind zudem Mergers & Acquisitions-Tätigkeiten als Möglichkeit zum Kompetenzaufbau zu betrachten⁶⁷.



„Projektbezogene Kooperationen forcieren“ – Schlechte Erreichbarkeit und eine geringe Vernetzung deuten auf hohe Ausfallrisiken hin. Aufgrund der hohen strategischen Bedeutung empfiehlt sich allerdings eine partnerschaftliche Kooperation mit Spezialisten, um die Kompetenzen mit adäquatem Aufwand verfügbar zu machen.



„Vollständig extern beschaffen“ – Schlechte Erreichbarkeit, schwache Vernetzung und geringe strategische Bedeutung deuten auf unattraktive, lediglich temporär relevante Kompetenzen hin. Diese sollten möglichst vollständig extern zugekauft werden.

Die Normstrategien des Entscheidungswürfels zum Kompetenzaufbau unterstützen Unternehmen bei der Gestaltung des Kompetenzaufbaus. Sie geben eine generelle Stoßrichtung vor und fassen die Ergebnisse der durchgeführten Bewertung prägnant zusammen. Für jede aufzubauende Kompetenz ist dennoch eine dezidierte und individuelle Ausgestaltung des Aufbaus zu erarbeiten.

⁶⁷ Vgl. dazu bspw. [Leh14b].

4.5.5 Handlungsempfehlungen ableiten

Basierend auf den Ergebnissen der vorangegangenen Bewertungen werden nun konkrete Handlungsempfehlungen für den Aufbau einer spezifischen Kompetenz erarbeitet. Bspw. ist für die Kompetenz „*Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für elektrischer Turbolader*“ die Normstrategie „*Langfristige Kooperation oder M&A*“ ermittelt worden. Diese naturgemäß allgemein formulierte Stoßrichtung gibt die klare Empfehlung zum partnerschaftlichen Aufbau der Kompetenz, lässt jedoch Handlungsalternativen hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung offen.

Es werden daher spezifische **Handlungsempfehlungen** erarbeitet. Für das genannte Beispiel wird von Mergers & Acquisitions-Tätigkeiten abgeraten. Es werden langfristige Partnerschaften empfohlen; Kooperationspartner sind dabei gleichermaßen bei Herstellern von Kfz-Steuengeräten und Abgasturboladern zu suchen⁶⁸. Zusätzlich zur Handlungsempfehlung werden die erforderlichen **nächsten Schritte** festgelegt. Die Ergebnisse werden im **Kompetenzsteckbrief** dokumentiert, welcher in Bild 4-20 dargestellt ist.

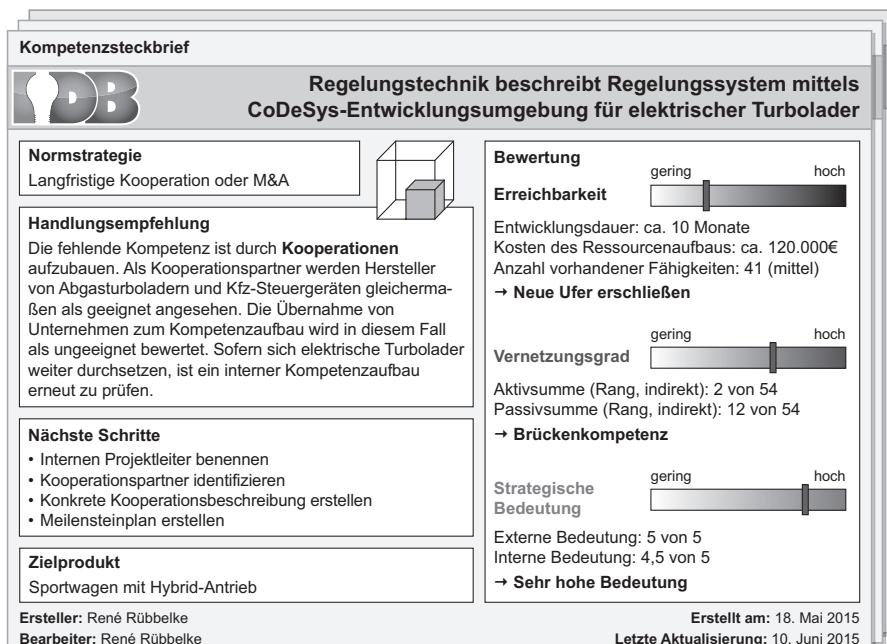


Bild 4-20: Exemplarischer Kompetenzsteckbrief

⁶⁸ Zur Identifikation relevanter und geeigneter Kooperationspartner wird eine Stakeholderanalyse empfohlen. Vgl. dazu [AKS+12, S. 476ff.] und [Leh14b, S. 119ff.].

Neben der Normstrategie, Handlungsempfehlungen und nächsten Schritten wird das **Zielprodukt** der betrachteten Kompetenz angegeben und somit die Verbindung zum eingangs erstellten *Steckbrief des Innovationsvorhabens* hergestellt (vgl. Abschnitt 4.3.1). Zudem enthält der Kompetenzsteckbrief eine Zusammenfassung der generierten **Bewertungsergebnisse**. Es werden wesentliche Kennwerte zur Erreichbarkeit, zur Vernetzung und zur strategischen Bedeutung angegeben und ein Bezug zu den jeweils generierten Portfolien hergestellt (vgl. Abschnitt 4.5). Die Fußzeile enthält redaktionelle Angaben zur schnellen Identifikation von Ansprechpartnern und zur Rückverfolgbarkeit von Änderungen.

Die erzeugten Kompetenzsteckbriefe fassen die wesentlichen Informationen der durchgeführten Bewertungsschritte übersichtlich zusammen. Sie ermöglichen eine schnelle Einarbeitung in die Ergebnisse und gewährleisten somit deren Nutzung bei den folgenden Aktivitäten des Kompetenzaufbaus.

4.6 Planen des Kompetenzaufbaus

Gegenstand der fünften Phase ist die Operationalisierung der erarbeiteten Ergebnisse. In Abschnitt 4.6.1 werden die Kompetenzbedarfe auf Basis ihrer inhaltlichen Ähnlichkeit zu **Kompetenzaufbauprojekten** zusammengefasst. Diese werden in Abschnitt 4.6.2 in Steckbriefen erfasst und charakterisiert. Zudem wird eine **Roadmap** erstellt, aus der die zeitliche Abfolge der Kompetenzaufbauprojekte sowie Abhängigkeiten im Projektgefüge hervorgehen. Abschließend wird in Abschnitt 4.6.3 die **Übergabe der Ergebnisse** an die Ebenen der Geschäfts- und Unternehmensstrategie beschrieben.

4.6.1 Kompetenzaufbauprojekte identifizieren

Die bisher durchgeführten Analysen führen zu detaillierten Ergebnissen und die in Steckbriefen erfassten Handlungsempfehlungen enthalten präzise Angaben zum Aufbau einer spezifischen Kompetenz. Auf Grund der hohen Quantität, ist die Gesamtheit der Handlungsempfehlungen jedoch nur schwer zu erfassen. Zudem wurden die notwendigen Aktivitäten bisher nur isoliert betrachtet. Es entstehen jedoch einige sehr **ähnliche Handlungsempfehlungen**, die möglichst gemeinsam umgesetzt werden sollten.

Gegenstand dieses Abschnitts ist daher das Zusammenfassen von Handlungsempfehlungen zu **Kompetenzaufbauprojekten**. Im ersten Schritt gilt es dabei die Ähnlichkeit der ermittelten Kompetenzen zu bestimmen. Dazu wird eine sog. **Distanzmatrix**⁶⁹ verwendet. Die eingetragenen Werte geben die Distanz zwischen zwei Kompetenzen an; je höher der Distanzwert ist, desto unähnlicher ist das bewertete Kompetenzpaar (vgl. Bild 4-21).

⁶⁹ Die Distanzmatrix wird im Rahmen der Clusteranalyse eingesetzt, welche zu den statistischen Datenanalyseverfahren gehört [GP14, S. 63f]. Für detaillierte Informationen siehe bspw. [Bac94] oder [BEP+03].

Distanzmatrix					Normstrategie	Vollständig extern beschaffen		Ausbauen und integrieren		Vollständig intern aufbauen		Aus Tagesgeschäft erschließen		Vollständig intern aufbauen	
Disziplin	Aufgabe	Ressource	Technologie	Norm-strategie		Nr.	K4	K6	K13	K19	K21
Mechanik	Aktuatorenenergie festlegen	MatLab-Berechnungssoftware	Reluktanzmotor	Vollständig extern beschaffen	K4										
Softwaretechnik	Programmcode erstellen	INCA-Software	Reluktanzmotor	Ausbauen und integrieren	K6	4									
Regelungstechnik	Regelungssystem beschreiben	CoDeSys-Entwicklungs-umgebung	elektrischer Turbolader	Vollständig intern aufbauen	K13	5	5								
Elektrik/Elektronik	Funktionsmodell erstellen	NX-Arbeitsplatz	elektrischer Turbolader	Aus Tagesgeschäft erschließen	K19	5	5	4							
Softwaretechnik	Software-Spez. & Architektur erst.	INCA-Software	CAN-Bus-System-vernetzt mit Fahrerassistenzsys.	Vollständig intern aufbauen	K21	5	3	4		5					
Systemintegration	Hardware-Prototypen erstellen	Prototypen-Werkstatt	Elektrische Lenkwinkelinstellung	Aus Tagesgeschäft erschließen	K44	5	5	5	4	5					
:															:

Bild 4-21: Bewertete Distanzmatrix zur Ermittlung der Ähnlichkeit von Kompetenzen

Bild 4-21 zeigt einen Ausschnitt der verwendeten Distanzmatrix. Dieser liegt die Frage „Wie stark unterscheidet sich die Kompetenz i (Zeile) von der Kompetenz j (Spalte)?“ zugrunde. Die Skala reicht dabei von „5 – völlig unterschiedlich“ bis „1 – übereinstimmend in vier von fünf Elementen“. Um den effizienten Einsatz der Systematik zu gewährleisten, soll keine weitere manuelle Bewertung erfolgen. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, muss auf bestehende Kriterien zurückgegriffen werden, welche die Kompetenz dennoch eindeutig charakterisieren. Es kommt daher erneut der entwickelte Kompetenz-Beschreibungsrahmen mit den Elementen *Fachdisziplin*, *Aufgabe*, *Ressource* und *Technologie* zum Einsatz (vgl. Abschnitt 4.2.3); weiterhin wird die jeweils empfohlene *Normstrategie* als Kriterium aufgenommen. Die Bewertung kann somit automatisiert erfolgen. Es wird abgefragt, wie viele gleiche Elemente eine Kompetenzpaarung enthält. Je mehr gleiche Elemente vorhanden sind, desto geringer ist der Distanzwert.

Die Ergebnisse der Distanzmatrix werden mithilfe einer **multidimensionalen Skalierung** (MDS)⁷⁰ visualisiert. Dabei werden die betrachteten Kompetenzen auf eine zweidimensionale Ebene projiziert und gemäß ihrer Ähnlichkeit angeordnet. Ähnliche Kompetenzen liegen nah beieinander, unähnliche weit voneinander entfernt [Wen09, S. 102f.], [GP14, S. 67f.].

⁷⁰ Für detaillierte Informationen zur multidimensionalen Skalierung siehe bspw. [DS79] oder [BEP+03].

Bild 4-22 zeigt die im Validierungsprojekt generierte multidimensionale Skalierung⁷¹. Es ist deutlich zu erkennen, dass sich **Gruppen** ähnlicher Kompetenzen bilden. Diese sind potentiell dafür geeignet, in einem gemeinsamen **Kompetenzaufbauprojekt** (KAP) behandelt zu werden.

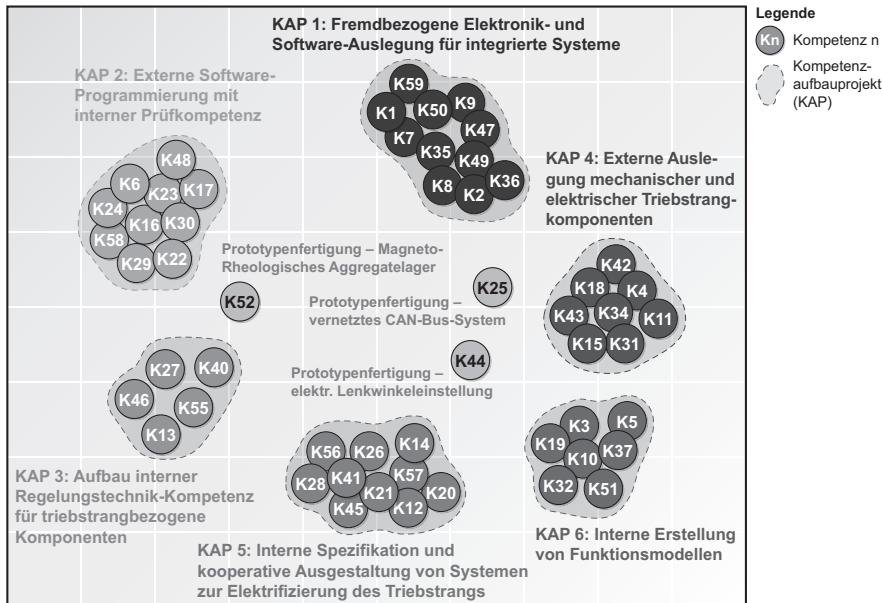


Bild 4-22: Visualisierung der ermittelten Kompetenzaufbau-Projekte mittels multidimensionaler Skalierung

Es hat sich als besonders zielführend erwiesen, die multidimensionale Skalierung als Kernelement eines Workshops mit Mitarbeitern aus verschiedenen Ebenen der Entwicklungsabteilungen zu verwenden. Ziel des Workshops ist die Definition der Kompetenzaufbauprojekte. Dabei gilt es, die errechneten Gruppen kritisch zu hinterfragen und ggf. Kompetenzen zu identifizieren, die nicht weiter zusammengefasst werden sollten. So stellt bspw. die Kompetenz K52 „Systemintegration erstellt Hardware-Prototypen mittels Prototypen-Werkstatt für Magneto-Rheologisches Aggregatelager“ ein eigenständiges Projekt dar, das nicht mit weiteren Kompetenzbedarfen zusammengefasst werden sollte. Es wird entsprechend der Normstrategie „ausbauen und integrieren“ für den internen Kompetenzaufbau vorgesehen und kann nach Entwicklungs freigabe direkt als Projekt an die Prototypen-Werkstatt übergeben werden.

⁷¹ Im Rahmen dieser Arbeit wurde zur Berechnung der multidimensionalen Skalierung die Statistiksoftware SPSS verwendet. Grundlage der Berechnung ist die Distanzmatrix.

Für die meisten Kompetenzen bietet sich jedoch eine Gruppierung an. Dies lässt sich anschaulich am Beispiel der Aufgabe „*Regelsystem beschreiben*“ erläutern. Diese Aufgabe ist in den Kompetenzen K13, K27, K40, K46 und K55 enthalten und zielt jeweils auf unterschiedliche Technologien des betrachteten Innovationsvorhabens ab. Zudem wurde für alle genannten Kompetenzen die Normstrategie „vollständig intern aufbauen“ ermittelt; ein isolierter Aufbau dieser Kompetenzen ist daher nicht sinnvoll. Sie werden zusammengefasst zum Kompetenzaufbauprojekt (KAP) 3: „*Aufbau interner Regelungstechnik-Kompetenz für triebstrangbezogene Komponenten*“.

Gemäß diesem Vorgehen wurden im Validierungsprojekt 54 Kompetenzen zu neun Kompetenzaufbauprojekten zusammengefasst. Diese Projekte werden im Folgenden beschrieben und als Entscheidungsvorlage aufbereitet.

4.6.2 Kompetenzaufbauprojekte spezifizieren

Durch die vorangegangenen Schritte dieser Phase sind die Kompetenzaufbauprojekte inhaltlich abgegrenzt. Zur **Projektdefinition** im Sinne des Projektmanagements fehlen jedoch noch wesentliche Informationen. Für jedes Projekt sind konkrete Ziele zu definieren und ein Start- und Endzeitpunkt zu terminieren. Ferner gilt es, Verantwortlichkeiten eindeutig festzulegen und Ressourcenbedarfe zu planen [DIN69901], [Jak13, S. 7]. Dokumentiert werden diese Informationen im **Steckbrief des Kompetenzaufbauprojekts**.

Steckbrief – Kompetenzaufbauprojekt											
KAP 3		Aufbau interner Regelungstechnik-Kompetenz für triebstrangbezogene Komponenten									
Zielsetzung Hauptsächliche Zielsetzung des Kompetenzaufbauprojekts ist die interne Beherrschung der unten aufgeführten Kompetenzen. Darüber hinaus wird ein langfristiger Auf- und Ausbau der Regelungstechnik-Kompetenz verfolgt; insbesondere für triebstrangrelevante Technologien. Es wird angestrebt, entsprechende Kompetenzen zu einer strategischen Erfolgsposition des Geschäftsfelds auszubauen.	Start 1. Aug. 2017 Dauer 15 Monate Ende 30. Nov. 2018	Budget 185.000€ Personalbedarf 2 Personen p.a.									
Liste adressierter Kompetenzbedarfe <ul style="list-style-type: none"> • K13: Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für elektrischen Turbolader • K27: Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für Elektrisches Differentialgetriebe • K46: Regelungstechnik beschreibt Regelungssystem mittels CoDeSys-Entwicklungsumgebung für Magneto-Rheologisches Aggregatelager • ... 	Verantwortlichkeit <table> <tr> <td>Bereich</td><td>Triebstrangentwicklung</td></tr> <tr> <td>Abteilung</td><td>Applikation</td></tr> <tr> <td>Abteilungsleiter</td><td>Friedhelm Müller</td></tr> <tr> <td>Projektleiter</td><td>Hans Meier</td></tr> </table>	Bereich	Triebstrangentwicklung	Abteilung	Applikation	Abteilungsleiter	Friedhelm Müller	Projektleiter	Hans Meier		
Bereich	Triebstrangentwicklung										
Abteilung	Applikation										
Abteilungsleiter	Friedhelm Müller										
Projektleiter	Hans Meier										
Vorgänger KAP 5 KAP 6	Nachfolger KAP 2 KAP 4 K52	Quelle Innovationsvorhaben: Sportwagen mit Hybrid-Antrieb	Erstellt am: 18. Juni 2015 Letzte Aktualisierung: 14. Juli 2015								
Ersteller: René Rübelke Bearbeiter: René Rübelke											

Bild 4-23: Exemplarischer Steckbrief eines Kompetenzaufbauprojekts

Die Ermittlung der enthaltenen Informationen erfolgt im selben Workshop, in dem die Diskussion der multidimensionalen Skalierung erfolgt. Nach Festlegung der Kompetenzaufbauprojekte, werden diese von den Experten charakterisiert und einer Abteilung des Unternehmens zugeordnet. Die Ergebnisse werden in Steckbriefen festgehalten (vgl. Bild 4-23). Der entsprechende Abteilungsleiter benennt einen Projektleiter, dem die Überprüfung und Ergänzung der erarbeiteten Informationen obliegt.

Der Steckbrief des Kompetenzaufbauprojekts enthält die oben genannten Kriterien zur Beschreibung eines Projekts. Darüber hinaus wird die Quelle des Projekts dokumentiert; im Validierungsprojekt ist dies das Innovationsvorhaben „Sportwagen mit Hybrid-Antrieb“. Durch die Nennung der adressierten Kompetenzbedarfe können die Handlungsempfehlungen aus Abschnitt 4.5.5 zugeordnet werden, sodass die Informationen nicht erneut erfasst werden müssen und bereits konkrete Schritte zum Kompetenzaufbau genannt werden können.

Ferner werden Vorgänger- und Nachfolgerprojekte genannt. Dies ist besonders für die zeitliche Planung relevant, da zunächst häufig nur die Dauer eines Projekts angegeben werden kann. Erst durch den erforderlichen Projektverbund lassen sich konkrete Zeitpunkte bestimmen. In diesem Zusammenhang bietet sich die Erstellung einer **Kompetenzaufbau-Roadmap** an, wie sie in Bild 4-24 dargestellt ist.

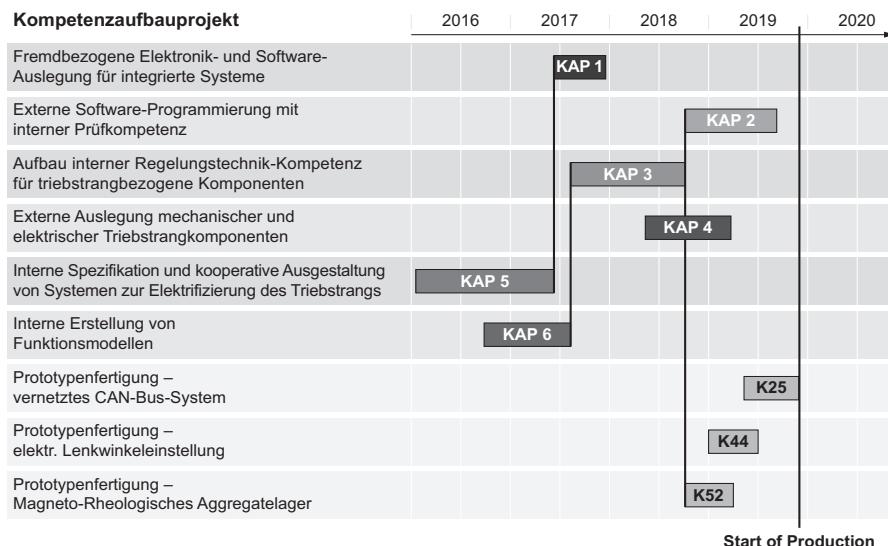


Bild 4-24: Roadmap der geplanten Kompetenzaufbauprojekte

Mithilfe der Roadmap lässt sich die Abfolge der Kompetenzaufbauprojekte visualisieren und planen. Die Projekte werden zeilenweise aufgetragen; der horizontale Verlauf beschreibt die Zeitachse vom heutigen Zeitpunkt bis zum geplanten Markteinführungszeitpunkt des zugrundeliegenden Innovationsvorhabens. Die Projekte werden jeweils nach ihrer Dauer sowie den bekannten Vorgänger-/ Nachfolgerbeziehungen eingetragen. Diese Vorgänger-/ Nachfolgerbeziehungen können bei einer geringen Anzahl von Kompetenzaufbauprojekten Workshop-basiert ermittelten werden; wie im Validierungsprojekt erfolgt. Als Anhaltspunkt dient dabei der zugrundeliegende Entwicklungsprozess. Bei einer großen Anzahl von Betrachtungsobjekten wird der Einsatz einer Design Structure Matrix (DSM) empfohlen. In der Matrix wird paarweise die Abfolge der Betrachtungsobjekte bewertet. Durch Triangularisierung⁷² der Matrix kann daraufhin die Abfolge aller Betrachtungsobjekte ermittelten werden [Bro01, S. 297ff].

Die Roadmap liefert einen Überblick aller Kompetenzaufbauprojekte. Nach erfolgter Entwicklungs freigabe eignet sie sich darüber hinaus als Teil des Entwicklungs-Controllings. In Verbindung mit den Steckbriefen der Kompetenzaufbauprojekte (vgl. Bild 4-23) und den Handlungsempfehlungen der Kompetenzsteckbriefe (vgl. Bild 4-20) ist eine detaillierte Informationsbasis für die Planung und den Aufbau von Kompetenzen gegeben.

Aufgabe des Projektleiters ist nun die weitere Ausgestaltung des Kompetenzaufbaus. Basierend auf der Kompetenzaufbau-Roadmap, ist für das exemplarisch betrachtete Kompetenzaufbauprojekt 3 „*Aufbau interner Regelungstechnik-Kompetenz für triebstrangbezogene Komponenten*“ zunächst ein detaillierter Meilensteinplan zu erstellen. Des Weiteren sind Investitionsbedarfe zu planen, mit den betreffenden Abteilungen abzustimmen und zu budgetieren. Bei Projekten für den internen Kompetenzaufbau kommt der Personalplanung eine besondere Rolle zu. Über die Personalverfügbarkeit hinaus, gilt es die erforderlichen Fähigkeiten aufzubauen. In dem Zusammenhang empfiehlt sich eine enge Zusammenarbeit mit der Personalabteilung. Es sind konkrete Schulungskonzepte für die betreffenden Mitarbeiter des Unternehmens zu erarbeiten und es gilt zu prüfen, ob weitere Stellenausschreibungen erforderlich sind.

Für eine erfolgreiche Kompetenzplanung sind die erarbeiteten Aktivitäten aufeinander abzustimmen. Dies ist Gegenstand des folgenden Schritts.

4.6.3 Ergebnisse an übergeordnete Strategieebenen übergeben

Ziel der abschließenden Übergabe der Ergebnisse der Kompetenzplanung an die Ebenen der **Geschäfts- und Unternehmensstrategie** ist einerseits ein strategiekonformer Kompetenzaufbau. Andererseits wird dadurch eine zukunftsgerichtete Strategieentwicklung unterstützt.

⁷² Für eine detaillierte Auseinandersetzung mit der Design Structure Matrix und Erläuterungen zur Durchführung der Triangularisierung vgl. [Bro01, S. 297ff.], [LMB09] und [Pei15, S. 102ff.].

Dabei erfolgt ein **Abgleich** der ermittelten Kompetenzaufbauprojekte mit den in Abschnitt 4.2.1 analysierten **strategischen Erfolgspositionen** der Geschäftsstrategie und den **Kernkompetenzen** der Unternehmensstrategie. Es gilt zu prüfen, inwieweit ermittelte Kompetenzaufbauprojekte bestehende strategische Erfolgspositionen begünstigen bzw. Potential für neue strategische Erfolgspositionen bieten. Über diesen Abgleich erfolgt der gewünschte Informationsfluss von der Substrategieebene zur Geschäfts- und Unternehmensstrategieebene (vgl. Bild 4-25).

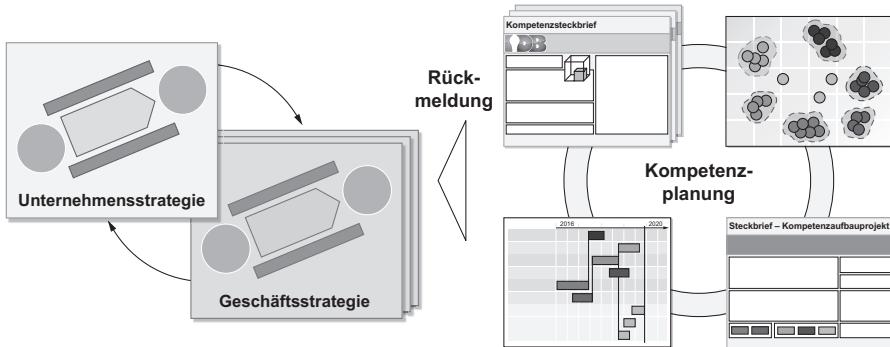


Bild 4-25: Übergabe der Ergebnisse der Kompetenzplanung an übergeordnete Strategieebenen

Beispielsweise ist in den Zielen des gezeigten Kompetenzaufbauprojekts „*Aufbau interner Regelungstechnik-Kompetenz für triebstrangbezogene Komponenten*“ bereits beschrieben, dass mit dem internen Kompetenzaufbau langfristig der Aufbau einer neuen strategischen Erfolgsposition angestrebt wird (vgl. Bild 4-23). Diese Zielsetzung resultiert aus dem starken Bedarf an Kompetenzen dieses Bereichs sowie der durchgängigen Empfehlung zum internen Kompetenzaufbau.

Auf Geschäftsstrategieebene erfolgt eine weitere wesentliche Aufgabe. Es werden die Kompetenzaufbauprojekte aller Innovationsvorhaben und laufender Entwicklungsprojekte abgestimmt. Dabei geht es im Wesentlichen um die Identifikation von **Synergiepotentialen**, auf deren Grundlage die Roadmaps der Kompetenzaufbauprojekte synchronisiert werden können.

Über die Verwendung in den Strategieebenen hinaus, werden die Ergebnisse der Kompetenzplanung bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen eingesetzt. Die konkrete Beschreibung des Produktkonzepts unterstützt beim Erstellen des Angebotsmodells. Die umfassenden Informationen über Kompetenzbedarfe und Kooperationspartner sowie damit verbundenen Aktivitäten, bieten eine hervorragende Ausgangsbasis für die Erarbeitung des Wertschöpfungsmodells [GKR13, S. 17ff.], [Kös14, S. 96ff.].

4.7 Softwareunterstützung der Systematik

Die Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung wird in einigen Phasen durch die Innovations-Datenbank unterstützt. Dieses im Rahmen des Technologieplanungskonzepts des Heinz Nixdorf Instituts (vgl. Abschnitt 2.4.3) entwickelte IT-Werkzeug ist für die Kompetenzplanung in Form eines explorativen Prototypens erweitert worden. Abschnitt 4.7.1 beschreibt die Funktionen, die im Rahmen der vorgestellten Systematik Anwendung finden. In Abschnitt 4.7.2 wird auf die erforderliche Anpassung des Datenmodells eingegangen.

4.7.1 Eingesetzte Funktionen

Der Einsatz der Innovations-Datenbank ist bereits in den einzelnen Phasen der Systematik beschrieben. An dieser Stelle erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der genutzten Funktionalitäten.

Funktionen zur Konkretisierung von Innovationsvorhaben:

- **Innovationsvorhaben dokumentieren** – Mithilfe der Innovations-Datenbank werden Innovationsvorhaben über eine entsprechende Eingabemaske dokumentiert. Die gespeicherten Informationen können als Steckbrief ausgeleitet werden (vgl. Abschnitt 4.3.1).
- **Standardfunktionen zuordnen** – Neben den im Steckbrief ausgegebenen Informationen, werden auch gewünschte Funktionen des angestrebten Produkts angegeben und Standardfunktionen zugeordnet. Die genutzten Standardfunktionen sind in den Stammdaten der Innovations-Datenbank hinterlegt (vgl. Abschnitt 4.3.2).
- **Technologien dokumentieren** – Unabhängig von konkreten Innovationsvorhaben werden bekannte Technologien des Unternehmens in der Datenbank abgelegt. Zudem bietet die Innovations-Datenbank einen Speicherort für die Ergebnisse der Technologie-Frühauklärung (vgl. Abschnitt 4.2.2).
- **Morphologischen Kasten erstellen** – Im Morphologischen Kasten werden die angestrebten Funktionen des Innovationsvorhabens automatisiert mit passenden Technologien verknüpft (vgl. Abschnitt 4.3.3).

Funktionen zur Kompetenzplanung:

- **Kompetenzinventur durchführen** – Für die Kompetenzinventur wird eine Abfragelogik bereitgestellt, die den Nutzer bei der Katalogisierung vorhandener Kompetenzen unterstützt. Erfasste Kompetenzen werden systematisch abgelegt (vgl. Abschnitt 4.2.5).

- **Kompetenzbedarf erfassen** – Zur Erfassung von Kompetenzbedarfen leitet eine Abfragelogik durch die Technologien des betrachteten Produktkonzepts. Dabei wird die Abfrage durch spezifische Stammdaten (Fachdisziplinen, Aufgaben und Ressourcen) unterstützt (vgl. Abschnitt 4.4.1).
- **Kompetenzlücken identifizieren und ausleiten** – Wesentlich für die beschriebene Systematik ist der automatisierte Abgleich von Kompetenzbestand und -bedarf. Resultierende Kompetenzlücken können im Tabellenformat exportiert werden (vgl. Abschnitt 4.4.2).
- **Bestehende Fähigkeiten identifizieren** – Zur Ermittlung der Erreichbarkeit einer Kompetenz ist die Kennzahl „bestehende Fähigkeiten“ ein wesentlicher Faktor. Dieser Wert wird automatisiert ausgeleitet (vgl. Abschnitt 4.5.1).

Die beschriebenen Funktionen wurden im Rahmen des Validierungsprojekts prototypisch umgesetzt. Erforderliche Anpassungen am Datenmodell der Innovations-Datenbank werden folgend erläutert.

4.7.2 Anpassung des Datenmodells

Die beschriebenen Funktionalitäten greifen auf zentrale Elemente des bestehenden Datenmodells der Innovations-Datenbank zurück⁷³. Notwendige technische Erweiterungen resultieren im Wesentlichen aus der Abbildung von Kompetenzen. Bild 4-26 stellt die erforderlichen Entitäten und Kardinalitäten in vereinfachter Form dar⁷⁴.

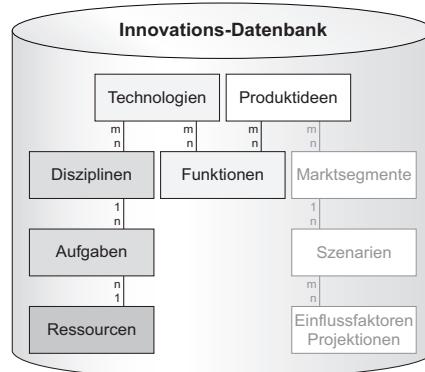


Bild 4-26: Erweitertes semantisches Datenmodell der Innovations-Datenbank (vereinfachte Darstellung)

⁷³ Für eine detaillierte Darstellung des Datenmodells der Innovations-Datenbank wird auf IHMELS [Ihm09, S. 153] verwiesen.

⁷⁴ Die Darstellungen der Innovations-Datenbank erfolgen stets dahingehend vereinfacht, dass auf Zuordnungstabellen verzichtet wird. Die konkrete Umsetzung erfolgt in MySQL.

Bereits vorhanden ist die Funktionalität zur Dokumentation von Innovationsvorhaben (Produktideen) und Technologien. Zudem sind die Zuordnung von Funktionen sowie die Erstellung des Morphologischen Kastens enthalten. Neu sind die Funktionalitäten, die auf Kompetenzen Bezug nehmen. Zu deren Realisierung werden die zusätzlichen **Entitäten Disziplinen, Aufgaben und Ressourcen** implementiert.

Disziplinen stellen die Verbindung zur bestehenden Entität *Technologien* dar. Dabei kann jede Technologie mehrere Disziplinen benötigen, während auch jede Disziplin mehrere Technologien erfüllen kann. Innerhalb einer Disziplin sind wiederum mehrere Aufgaben möglich. Allerdings ist jede Aufgabe nur genau einer Disziplin zugeordnet. Zusätzlich sind Ressourcen zum Erfüllen der Aufgaben erforderlich. Eine Ressource kann dabei wieder für mehrere Aufgaben eingesetzt werden. Jede Aufgabe greift allerdings auf genau eine Ressource zu. Die beschriebenen Entitäten sind als **Stammdaten** in der Innovations-Datenbank hinterlegt; sie können somit bei der Kompetenzbeschreibung als Vorschlagsliste angezeigt werden. Durch den zusätzlichen Einsatz von Zuordnungstabellen (hier nicht dargestellt) werden redundante Daten minimiert und Abfragen ermöglicht, wie das Zählen vorhandener Fähigkeiten.

Im Rahmen des Validierungsprojekts wurde ein explorativer Prototyp des erweiterten Datenbanksystems erstellt. Dieser geht in die Weiterentwicklung der Innovations-Datenbank ein.

4.8 Bewertung der Systematik anhand der Anforderungen

In diesem Abschnitt wird die Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung bewertet. Dazu werden die aus der Problemanalyse resultierenden Anforderungen herangezogen, welche in Abschnitt 2.6 beschrieben sind.

A1 Identifikation des Kompetenzbedarfs eines Entwicklungsvorhabens

Geplante Entwicklungsvorhaben werden im Rahmen der Systematik als Innovationsvorhaben beschrieben und auf ein für die Kompetenzplanung erforderliches Konkretisierungslevel gebracht (vgl. Abschnitt 4.3). Die Identifikation des Kompetenzbedarfs erfolgt in der dritten Phase der Systematik (vgl. Abschnitt 4.4). Mithilfe des in Phase 1 entwickelten Kompetenz-Beschreibungsrahmens (vgl. Abschnitt 4.2.3) wird der Kompetenzbedarf systematisch ermittelt und beschrieben. Durch die Innovations-Datenbank wird dem Entwickler eine Abfragelogik bereitgestellt, die bei der Kompetenzermittlung unterstützt. Ferner werden identifizierte Kompetenzbedarfe in der Innovations-Datenbank gespeichert.

A2 Berücksichtigung vorhandener Kompetenzen eines Unternehmens

Vorhandene Kompetenzen des Unternehmens werden im Rahmen der Kompetenzinventur in der ersten Phase der Systematik erfasst und in der Innovations-Datenbank gespeichert (vgl. Abschnitt 4.2.5). Für ein konkretes Innovationsvorhaben werden vorhandene Kompetenzen bei der Ermittlung des Kompetenzbedarfs in der dritten Phase berücksichtigt. Es wird der Kompetenzbedarf eines Innovationsvorhabens mit den vorhandenen Kompetenzen abgeglichen, sodass nur tatsächlich fehlende Kompetenzen weiter betrachtet werden müssen (vgl. Abschnitt 4.4.2).

A3 Berücksichtigung von Alternativen des Kompetenzaufbaus

Identifizierte Kompetenzbedarfe werden in der vierten Phase detailliert bewertet. Die jeweiligen Bewertungsschritte enthalten bereits erste Stoßrichtungen für den Kompetenzaufbau. Der in Abschnitt 4.5.4 vorgestellte Entscheidungswürfel des Kompetenzaufbaus greift die Bewertungsergebnisse auf und beschreibt acht Alternativen des Kompetenzaufbaus in Form von Normstrategien. Diese Normstrategien sind jeweils auf den internen oder externen Aufbau einer Kompetenz gerichtet oder empfehlen eine Mischform daraus.

A4 Beschreibung konkreter Handlungsempfehlungen

Für jede aufzubauende Kompetenz werden Handlungsempfehlungen in Steckbriefen dokumentiert. Die Handlungsempfehlungen greifen die zuvor ermittelte Normstrategie auf, konkretisieren diese und nennen nachfolgende Schritte zum Aufbau einer spezifischen Kompetenz (vgl. Abschnitt 4.5.5). Ferner werden Kompetenzbedarfe in Abschnitt 4.6 zu Kompetenzaufbauprojekten zusammengefasst und deren Umsetzung konkret geplant.

A5 Systematische Beschreibung und Konkretisierung von Produktideen

Die systematische Beschreibung und Konkretisierung von Produktideen bzw. Innovationsvorhaben erfolgt in der zweiten Phase der Systematik (vgl. Abschnitt 4.3). Betrachtete Innovationsvorhaben werden mittels eines standardisierten Steckbriefs dokumentiert und somit auf einem stets gleichen Informationslevel beschrieben. Darauf aufbauend werden eine Anforderungsliste erstellt, eine Funktionshierarchie aufgestellt und relevante Technologien mithilfe eines Morphologischen Kastens zugeordnet.

A6 Einbindung in den Innovationsprozess

Die Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung ist der Phase *Konkretisierung* des Innovationsprozesses zugeordnet (vgl. Abschnitt 2.4.1). Im Rahmen der Konkretisierung von Innovationsvorhaben (vgl. Abschnitt 4.3) werden vorhandene Informationen aus dem Innovationsprozess aufgenommen und zur Verwendung im Rahmen der Kompetenzplanung weiterverarbeitet. Mit weiteren Ergebnissen, die im Rahmen des Innovationsprozesses erarbeitet werden, dienen die generierten Ergebnisse als Entscheidungsgrundlage für einen Auftrag zur Produktentwicklung (vgl. Abschnitt 4.6).

A7 Bereitstellen eines eindeutigen Beschreibungsrahmens für Kompetenzen

Ein Beschreibungsrahmen zur systematischen und eindeutigen Beschreibung von Kompetenzen wird in Abschnitt 4.2.3 erarbeitet. Durch die vorgegebene Struktur ist eine personenunabhängige und reproduzierbare Kompetenzbeschreibung möglich. Darüber hinaus sind die Elemente des Beschreibungsrahmens in der Innovations-Datenbank abgebildet und die Kompetenzbeschreibung damit informationstechnisch unterstützt.

A8 Einsatz geeigneter IT-Werkzeuge

Die Systematik wird in zahlreichen Aufgaben durch die Innovations-Datenbank unterstützt. Diese ist besonders geeignet, da sie bereits über einige Grundfunktionalitäten verfügt, die im Rahmen der Systematik Anwendung finden (vgl. Abschnitt 2.4.3). Über diese Grundfunktionalitäten hinaus, wurde die Innovations-Datenbank um spezifische Funktionalitäten für die Kompetenzplanung erweitert. Die eingesetzten Funktionen und erforderlichen Anpassungen am Datenmodell sind in Abschnitt 4.7 erläutert.

A9 Prägnante Darstellung der Ergebnisse

Alle relevanten (Zwischen-)Ergebnisse der Systematik werden in geeigneter Form visualisiert. Sollen bspw. zahlreiche Informationen übersichtlich und vergleichbar dargestellt werden, kommen Steckbriefe zum Einsatz (vgl. bspw. Abschnitt 4.3.2 oder 4.5.5). Zur Darstellung von Bewertungsergebnissen und Handlungsoptionen werden Portfolios verwendet (vgl. bspw. Abschnitt 4.5.1 oder 4.5.2) und der Entscheidungswürfel des Kompetenzaufbaus beschrieben (vgl. Abschnitt 4.5.4).

A10 Skalierbares und praxistaugliches Vorgehen

Die Systematik ist in verschiedenen Unternehmen einsetzbar. Bereitgestellte Vorlagen und verwendete Bewertungsskalen können unternehmensspezifisch angepasst werden. Das Vorgehensmodell ist skalierbar gestaltet (vgl. Abschnitt 4.1). Bei weniger umfangreichen Innovationsvorhaben können einzelne Aufgaben ausgelassen werden, sodass der Prozess effizient durchlaufen werden kann. Bei besonders komplexen Vorhaben bietet sich ein iterativer Durchlauf einzelner oder mehrere Phasen an. Die durchgängigen Beispiele aus dem Validierungsprojekt zeigen die Praxistauglichkeit der Systematik.

Fazit

Es ist festzuhalten, dass die entwickelte Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung alle an sie gestellten Anforderungen umfänglich erfüllt. Sie ermöglicht eine detaillierte Planung aufzubauender Kompetenzen in der frühen Phase der Produktentstehung, berücksichtigt verschiedene Sourcing-Strategien des Kompetenzaufbaus und verbessert damit die Entscheidungsgrundlage zur Erteilung eines Entwicklungsauftrags.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit fußt auf der Erkenntnis, dass die Planung von innovationsorientierten Kompetenzen erfolgentscheidend für Unternehmen am Hightech-Standort Deutschland ist. In **Kapitel 1** wurde herausgestellt, dass das kontinuierliche Verbessern und Ausbauen bestehender Kompetenzen längst kein Garant mehr ist, für eine zukünftig wettbewerbsfähige Marktposition. Auch die immer neue Ausrichtung eines Unternehmens auf kurzfristig erfolgversprechende Märkte führt nicht zu nachhaltigem, wirtschaftlichem Erfolg. Unternehmen müssen in der Lage sein, den Kompetenzbedarf ihrer zukünftigen Produkte vorauszudenken und den Kompetenzaufbau frühzeitig zu planen und zu initiieren.

Eine weiterführende Analyse dieser Problematik in **Kapitel 2** zeigt vielfältige Herausforderungen im Zusammenhang mit der Planung von Kompetenzen auf. So bewegt sich die Kompetenzplanung stets im Dilemma zwischen dem kurzfristigen Aufbau von Kompetenzen zur Befriedigung von Marktanforderungen und einem langzeitigen Festhalten an bestehenden Kompetenzen zur Erzielung hoher Renditen. Eine weitere Herausforderung stellt der dezentrale Kompetenzeinsatz dar. Selbst bei bekanntem Kompetenzbedarf kann ohne eine zentrale Kompetenzplanung keine Aussage darüber getroffen werden, welche der benötigten Kompetenzen bereits vorhanden sind bzw. neu aufgebaut werden müssen. Sind fehlende Kompetenzen identifiziert, stehen Unternehmen vor der Herausforderung den Kompetenzaufbau zu gestalten. Kompetenzen, die wesentlich sind für derzeitige Produkte sowie zukünftige Innovationen und damit die Basis der Wettbewerbsfähigkeit beschreiben, sollten intern entwickelt und gehalten werden. Kurzfristige, nicht dem eigentlichen Unternehmenszweck dienliche Bedarfe sollten extern beschafft werden. Eine Analyse des Stands der Technik in **Kapitel 3** macht deutlich, dass keiner der bestehenden Ansätze den Herausforderungen volumnäßig gerecht wird.

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Herausforderungen wurde in **Kapitel 4** die Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung entwickelt und validiert. Diese Systematik besteht aus fünf Phasen welche anhand eines Vorgehensmodells strukturiert sind. Ferner wird das Vorgehen durch ein Datenbanksystem unterstützt – der Innovations-Datenbank, welche am Heinz Nixdorf Institut entwickelt und für diese Arbeit erweitert wurde.

Phase 1 beschreibt die **Analyse der Ausgangssituation** zur Identifikation strategischer Ziele sowie bestehender Technologien und Kompetenzen. Ferner wird ein Kompetenz-Beschreibungsrahmen entwickelt, der einer systematischen und eindeutigen Beschreibung von Kompetenzen dient. Die Aufgaben der ersten Phase sind regelmäßig im Sinne einer Überprüfung der Ergebnisse durchzuführen, jedoch nicht auf ein konkretes Innovationsvorhaben gerichtet.

Mit dem **Konkretisieren von Innovationsvorhaben** in Phase 2 beginnen die stets zu durchlaufenden Phasen der Systematik. Dabei wird ein für die Kompetenzplanung vorgesehenes Innovationsvorhaben systematisch konkretisiert und bewertet. Ergebnis der Phase ist ein konkretes Produktkonzept.

Die folgende dritte Phase dient dem **Ableiten des Kompetenzbedarfs**. Mithilfe der Innovations-Datenbank wird der Kompetenzbedarf ermittelt und mit den bestehenden Kompetenzen des Unternehmens automatisiert abgeglichen. Als Ergebnis liegt eine Liste aller Kompetenzlücken vor, die zur Realisierung des angestrebten Produkts geschlossen werden müssen.

In der vierten Phase werden **aufzubauende Kompetenzen bewertet**. Dabei werden die Teilergebnisse aus der Bewertung der Erreichbarkeit, des Vernetzungsgrads und der strategischen Bedeutung im sog. Entscheidungswürfel des Kompetenzaufbaus zusammengefasst. Ergebnisse sind Normstrategien und konkrete Handlungsempfehlungen für den internen, externen bzw. kooperativen Aufbau einer Kompetenz.

Das **Planen des Kompetenzaufbaus** ist Gegenstand der fünften und letzten Phase. Dabei werden mithilfe einer Clusteranalyse Kompetenzaufbauprojekte ermittelt. Diese werden in Steckbriefen charakterisiert und in einer Roadmap terminiert. Abschließend werden die Ergebnisse der Kompetenzplanung an die übergeordneten Strategieebenen übergeben.

Die Validierung der Systematik in einem Unternehmen der Automobilindustrie belegt deren Praxistauglichkeit. Die Relevanz und Aktualität der bearbeiteten Thematik wurde bestätigt und der Nutzen der Ergebnisse aufgezeigt.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die entwickelte Systematik alle gestellten Anforderungen erfüllt. Sie befähigt Unternehmen dazu, den Kompetenzbedarf einer Produktidee sukzessive zu erarbeiten und zu bewerten. Die Ergebnisse enthalten den konkreten Handlungsbedarf zum Aufbau fehlender Kompetenzen und tragen damit wesentlich zur Verbesserung der Entscheidungsgrundlage für die Erteilung eines Entwicklungsauftrags bei. Nach Entwicklungs freigabe können die Ergebnisse zur schnellen Operationalisierung des Kompetenzaufbaus eingesetzt werden.

Als **Ausblick** können mehrere Forschungsfelder adressiert werden. Dies sind ein Ausbau der Softwareunterstützung, die Applikation der Systematik auf weitere auch branchenfremde kompetenzintensive Prozesse und eine ausgedehntere Nutzung der Ergebnisse.

Die Systematik wird derzeit von der Innovations-Datenbank unterstützt. Insbesondere die datenintensiven Schritte wie die Technologie- und Kompetenzinventur sowie der automatisierte Abgleich von Kompetenzbedarf und -bestand sind implementiert und werden zufriedenstellend unterstützt. Wünschenswert ist darüber hinaus eine **vollständige workflow-basierte Unterstützung** der gesamten Systematik. Der Anwender soll dabei vom System durch die Aufgaben des Vorgehensmodells geführt werden und Vorlagen bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt bekommen. Wesentlich zur Anwendungsfreundlichkeit beitragen würde eine Implementierung der Bewertungsschritte aus Phase 4. Ziel ist es,

die Systematik ohne Medienbrüche vollständig in einem System abzubilden. Darüber hinaus ist auch eine Migrationsfähigkeit in weiter verbreitete Plattformen wie bspw. Microsoft SharePoint zu gewährleisten. Eine Implementierung der Systematik in Plattformen, die im Unternehmen bereits vorhanden sind, erhöht die Akzeptanz erheblich.

Weiterentwicklungspotential bietet darüber hinaus die **Übertragung der Systematik auf weitere kompetenzintensive Prozesse**. Validiert wurde die Systematik für den Produktentwicklungsprozess. Die Adaption für verwandte projektbasierte Prozesse wie bspw. der Produktionsplanung ist mit wenig Aufwand darstellbar. Es gilt jedoch die Übertragbarkeit auf kontinuierliche, verwaltungsnahe Prozesse zu prüfen. So sollte bspw. untersucht werden, inwiefern die Anwendung der Systematik bei der Einführung einer neuen Qualitätsrichtlinie vorteilhaft ist. Es sind dabei die Fragestellungen zu prüfen: „Welche Kompetenzen erfordert die neue Richtlinie? Welche dieser Kompetenzen muss das Unternehmen intern beherrschen und welche Aufgaben sollten über externe Services umgesetzt werden?“ Ferner ist die Anwendbarkeit auf branchenfremde Prozesse zu prüfen und die Systematik ggf. bedarfsgerecht anzupassen.

Zudem ergibt sich weiterer Forschungsbedarf in der Verwertung der Ergebnisse. Die Systematik adressiert die Abstimmung der Ergebnisse mit den Strategieebenen des Unternehmens. Es erfolgt jedoch bisher keine **methodische Einbettung der Ergebnisse in den Prozess der Strategieentwicklung** auf Unternehmens- und Geschäftsbereichsebene. So ist es wünschenswert, die Roadmap der Kompetenzaufbauprojekte über diese Ebenen mit der langfristigen Produkt-Roadmap zu verknüpfen. Synergiepotentiale ließen sich somit schneller erfassen und die Bewertung der strategischen Bedeutung einer Kompetenz zumindest teilautomatisieren.

Abkürzungsverzeichnis

AW	Auswertung
bspw.	beispielsweise
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CAD	Computer Aided Design
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
DSM	Design Structure Matrix
EH	Einheit
et al.	et alli
EUR	Euro (Währung)
F	Festanforderung
F&E	Forschung und Entwicklung
Gew.	Gewichtung
HLB	Hybride Leistungsbündel
HNI	Heinz Nixdorf Institut
i.d.R.	in der Regel
IT	Informationstechnik
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
K	Kompetenz
KAP	Kompetenzaufbauprojekt
Kfz	Kraftfahrzeug
km/h	Kilometer pro Stunde
kW	Kilowatt
l	Liter
m	Meter
M&A	Mergers and Acquisitions
MDS	Multidimensionale Skalierung

Mio.	Millionen
min	Minute
mm	Millimeter
Mrd.	Milliarden
Nm	Newtonmeter
Nr	Nummer
OMEGA	Objektorientierte Methode zur Geschäftsprozessmodellierung und -analyse
RoE	Return on Engineering
RoI	Return on Investment
s	Sekunde
SEP	Strategische Erfolgsposition
SGF	Strategisches Geschäftsfeld
sog.	sogenannt
TF	Teilfunktion
u.a.	unter anderem
VDI	Verband Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
vgl.	vergleiche
VKM	Verbrennungskraftmaschine
VT	Ventiltrieb
W	Wunschanforderung
WLTP	Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures
z.B.	zum Beispiel

Literaturverzeichnis

- [aca14] ACATECH – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN (Hrsg.): Smart Service Welt – Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. Berlin, 2014
- [AG11] ALBERS, S.; GASSMANN, O.: Technologie- und Innovationsmanagement. In: ALBERS, S.; GASSMANN, O. (Hrsg.): Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement. 2. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2011
- [AGN15] ABRAMOVICI, M.; GöBEL, J.C.; NEGES, M.: Smart Engineering as Enabler for the 4th Industrial Revolution. In: FATHI, M. (Ed.): Integrated Systems: Innovations and Applications. Springer Verlag, Berlin, 2015, S. 163-170
- [AKS+12] ANDRICH, B.; KIRSCHFINK, F. J.; SACHS, H.; PEITZ, C.; RÜBBELKE, R.: Markt- und Wettbewerbsstrategien für das MRO-Geschäft der zivilen Luftfahrtindustrie. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 8. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 6. - 7. Dezember 2012, Berlin, Heinz Nixdorf Institut, HNI Verlagsschriftenreihe, Band 306, Paderborn, 2012, S. 471-489
- [AL13] ABRAMOVICI, M.; LINDNER, A.: Knowledge-based decision support for the improvement of standard products. In: CIRP Annals – Manufacturing Technology. Volume 62, Issue 1, Copenhagen, 2013, S.159-162
- [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, Volume 16, No. 3, Elsevier, Amsterdam, 1995, pp. 191-222
- [And71] ANDREWS, K. R.: The Concept of Corporate Strategy. Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1971
- [Ans65] ANSOFF, H. I. (Ed.): Checklist for Competitive and Competence Profiles. In: Corporate Strategy, McGraw-Hill, New York, 1965
- [AS93] AMIT, R.; SCHOEMAKER, P.J.H.: Strategic assets and organizational rent. In: Strategic Management Journal. Vol. 14, 1993, S. 33-46
- [ASF13] AGRAWAL, T.; SAO, A.; FERNANDES, K. J.; TIWARI, M. K.; KIM, D. Y.: A hybrid model of component sharing and platform modularity for optimal product family design. In: International Journal of Production Research, Vol. 51, Issue 2, January 2013, S. 614-625
- [Bab07] BABIEL, G.: Elektrische Antriebe in der Fahrzeugtechnik. Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2007
- [Bac94] BACHER, J.: Clusteranalyse – Anwendungsorientierte Einführung. Oldenbourg-Verlag, München, 1994
- [Bai68] BAIN, J. S.: Industrial organization. 2. Edition, John Wiley & Sons, New York, 1968
- [Bar91] BARNEY, J.: Firm Ressources and Sustaines Competitive Advantage. In: Journal of Management. Vol. 17, No. 1, 1991, Sage Publications, S. 99-120
- [Bät04] BÄTZEL, D.: Methode zur Ermittlung und Bewertung von Strategiealternativen im Kontext Fertigungstechnik. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 141, Paderborn, 2004
- [Bau13] BAUREIS, D.: Eine Methode zur Identifikation erforderlicher Kompetenzen für hybride Leistungsbündel. Europäischer Hochschulverlag, Bremen, 2013
- [BDI15] BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN INDUSTRIE BDI (Hrsg.): Zukunft durch Industrie – Den Wandel als Chance begreifen – Herausforderungen und Implikationen. Industrie-Förderung Verlag, Berlin, 2015

- [Ben05] BENDER, K.: *Embedded Systems – Qualitätsorientierte Entwicklung*. Springer Verlag, Berlin, 2005
- [BEP+03] BACKHAUS, K.; ERICHSON, B.; PLINKE, W.; WEIBER, R.: *Multivariate Analysemethoden – eine anwendungsorientierte Einführung*. Springer Verlag, Berlin, 2003
- [Ber06] BERGER, T.: *Methode zur Entwicklung und Bewertung innovativer Technologiestrategien*. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 176, Paderborn, 2006
- [BGI09] BRINK, V.; GAUSEMEIER, J.; IHMELS, S.: *Informationssystem für ein holistisches Innovationsmanagement*. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): *Vorausschau und Technologieplanung – 5. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung*, Heinz Nixdorf Institut, 19.-20. November 2009, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 265, Paderborn, 2009, S. 31-54
- [BH05] BEA, F. X.; HAAS, J.: *Strategisches Management*. 4. Auflage, Lucius & Lucius Verlag, Stuttgart, 2005
- [BH09] BEA, F. X.; HAAS, J.: *Strategisches Management*. 5. Auflage, UTB Verlag, Stuttgart, 2009
- [BHI08] BRINK, V.; HAUG, J.; IHMELS, S.: *Einführung eines Verfahrens zur strategischen Produkt- und Technologieplanung in einem Unternehmen der elektrischen Antriebstechnik*. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): *Vorausschau und Technologieplanung – 4. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung*, Heinz Nixdorf Institut, 30.-31. Oktober 2008, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 237, Paderborn, 2008, S. 117-140
- [Bir11] BIRKE, F.: *Technologische Kompetenz und Erfolg junger Unternehmen*. Dissertation, Fakultät für Wirtschaft und Management, Technische Universität Berlin, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2011
- [Bir80] BIRKHOFER, H.: *Analyse und Synthese der Funktionen technischer Produkte*. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau und Elektrotechnik, TU Braunschweig, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1980
- [BJ94] BOOS, F.; JARMAI, H.: *Wege, um ein zukunftsweisendes Konzept richtig zu nutzen – Kernkompetenzen gesucht und gefunden*. In: Harvard Business Manager. Ausgaben 4/1994, S. 19-28
- [BK96] BINDER, V.; KANTOWSKY, J.: *Technologiepotentiale – Neuausrichtung der Gestaltungsfelder des strategischen Technologiemanagements*. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität St. Gallen, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 1996
- [BKO+95] BULLINGER, H.J.; KUGEL, R.; OHLHAUSEN, P.; STANKE, A.: *Integrierte Produktentwicklung – Zehn erfolgreiche Praxisbeispiele*. Gabler Verlag, Wiesbaden, 1995
- [Ble80] BLEICHER, K.: *Kompetenz*. In: E. GROCHLA, E. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Organisation*. 2. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1980, S. 1056-1064
- [Ble99] BLEICHER, K.: *Das Konzept Integriertes Management – Visionen, Missionen, Programme*. 6. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt am Main, 1999
- [BMBF06] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG BMBF (Hrsg.): *Die Hightech-Strategie für Deutschland*. Bonn, Berlin, 2006
- [BMBF14] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG BMBF (Hrsg.): *Die neue Hightech-Strategie – Innovationen für Deutschland*. Berlin, 2014
- [Brä08] BRÄHLER, G.: *Umwandlungssteuerrecht – Grundlagen für Studium und Steuerberaterprüfung*. 4. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2008
- [Bri10] BRINK, V.: *Verfahren zur Entwicklung konsistenter Produkt- und Technologiestrategien*. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 280, Paderborn, 2010

- [Bro93] BROCKHOFF, K.: Technologiemanagement – Das S-Kurven-Konzept. In: HAUSCHILDT, J.; GRÜN, O. (Hrsg.): Ergebnisse empirischer betriebswirtschaftlicher Forschung – Zu einer Realtheorie der Unternehmung. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1993, S. 329-353
- [Bro99] BROCKHOFF, K.: Forschung und Entwicklung – Planung und Kontrolle. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1999
- [Bro01] BROWNING, T. R.: Applying the Design Structure Matrix to System Decomposition and Integration Problems – A Review and New Directions. In: IEEE Transactions on Engineering Management. Vol. 48, No. 3, August 2001, pp. 292-306.
- [BS90] BUCHHEIM, G.; SONNEMANN, R.: Geschichte der Technikwissenschaften. Birkhäuser Verlag, Basel, 1990
- [Bul94] BULLINGER, H.-J.: Einführung in das Technologiemanagement – Modelle, Methoden, Praxisbeispiele. Teubner Verlag, Stuttgart, 1994
- [CB14] CRAWFORD, C.M.; DI BENEDETTI, C.A.: New Products Management. 11. Edition, McGraw Hill Education, New York, 2014
- [CF99] CANTWELL, J.; FAI, F.: Firms as the source of innovation and growth – The evolution of technological competence. Journal of Evolutionary Economics, Vol. 9, No. 3, 1999, S. 331-366
- [Chm79] CHMIELEWICZ, K.: Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaft. 2. Auflage, Karl Ernst Poeschel Verlag, Stuttgart, 1979
- [Chr96] CHRISTENSEN, J. F.: Analysing the Technology Base of the Firm. In: FOSS, N. J.; KNUDSEN, C.: Towards a Competence Theory of the Firm. Routledge, London, New York, 1996, S. 111-132
- [Col91] COLLIS, D. J.: A Resource-Based Analysis of Global Competition – The Case of the Bearings Industry. Strategic Management Journal, 1991, S. 49-69
- [Col95] COLLIS, D. J.: Competing on Resources – Strategy in the 1990s. Harvard Business Review, Vol. 73, 1995, S. 118-128
- [Dan02] DANNEELS, E.: The dynamics of product innovation and firm competences. In: Strategic Management Journal, Volume 23, 2002, John Wiley & Sons Inc., S. 1095-1121
- [Dan07] DANNEELS, E.: The process of technological competence leveraging. In: Strategic Management Journal, Volume 28, 2007, John Wiley & Sons Inc., S. 511-533
- [Day94] DAY, G. S.: The Capabilities of Market-Driven Organizations. Journal of Marketing, Volume 58, No. 4, 1994, S. 37-52
- [DDR+97a] DEUTSCH, K. J.; DIEDRICHS, E. P.; RASTER, M.; WESTPHAL, J.: Der Prozeß des Managements von Kernkompetenzen. In: DEUTSCH, K. J.; DIEDRICHS, E. P.; RASTER, M.; WESTPHAL, J. (Hrsg.): Gewinnen mit Kernkompetenzen – Die Spielregeln des Marktes neu definieren. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1997, S. 31-48
- [DDR+97b] DEUTSCH, K. J.; DIEDRICHS, E. P.; RASTER, M.; WESTPHAL, J.: Kernkompetenzen – dynamischer Mechanismus zur signifikanten und nachhaltigen Steigerung von Kundennutzen. In: DEUTSCH, K. J.; DIEDRICHS, E. P.; RASTER, M.; WESTPHAL, J. (Hrsg.): Gewinnen mit Kernkompetenzen – Die Spielregeln des Marktes neu definieren. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1997, S. 20-30
- [DG73] DUPPERIN, J. C.; GODET, M.: Méthode de hiérarchisation des éléments d'un système – Rapport Economique du CEA. R-45-41, Paris, 1973
- [DIN69901] Projektmanagement – Projektmanagementsysteme, 2009
- [Dis05] DISSELKAMP, M.: Innovationsmanagement – Instrumente und Methoden zur Umsetzung im Unternehmen. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2005

- [DS79] DICHTL, E.; SCHOBERT, R.: Mehrdimensionale Skalierung – methodische Grundlagen und betriebswirtschaftliche Anwendungen. Verlag Franz Vahlen, München, 1979
- [DZ02] DECKOW, F.; ZANGER, C.: Kompetenz. In: SPECHT, D.; MÖHRLE, M. G. (Hrsg.): Gabler Lexikon Technologiemanagement – Management von Innovationen und neuen Technologien in Unternehmen. Wiesbaden, 2002, S. 130-136
- [Ehr06] EHRLENSPIEL, K.: Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, München, 2006
- [EKH+95] EDGE, G.; KLEIN, J.; HISCOCKS, P.G.; PLASONIG, G.: Technologiekompetenz und Skill-basierter Wettbewerb. In: ZAHN, E. (Hrsg.): Handbuch Technologiemanagement, Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 1995
- [ER03] ERPENBECK, J.; VON ROSENSTIEL, L.: Handbuch Kompetenzmessung – Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2003
- [Fah95] FAHRWINKEL, U.: Methode zur Modellierung und Analyse von Geschäftsprozessen zur Unterstützung des Business Process Reengineering. Dissertation, Fachbereich für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 1, Paderborn, 1995
- [FG13] FELDHUSEN, J.; GROTE, K.-H. (Hrsg.): Pahl/Beitz Konstruktionslehre – Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung. 8. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2013
- [Fra00] FRAUENFELDER, P.: Strategisches Management von Technologie und Innovation – Tools and Principles. Verlag Industrielle Organisation, Zürich, 2000
- [Fre00] FREILING, J.: Entwicklungslinien und Perspektiven des Strategischen Kompetenz-Managements. In: HAMMANN, P.; FREILING, J. (Hrsg.): Die Ressourcen- und Kompetenzperspektive des Strategischen Managements. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2000, S. 13-45
- [Fre01] FREILING, J.: Resource-based View und ökonomische Theorie – Grundlagen und Positionierung des Ressourcenansatzes. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2001
- [FS10] FEARNS, H.; SCHOTT, M.: Kompetenzmanagement live! Entwicklungskompetenz als Metakompetenz für Unternehmen – eine empirische Untersuchung. In: STEPHAN, M.; KERBER W.; KESSLER, T.; LINGENFELDER, M. (Hrsg.): 25 Jahre ressourcen- und kompetenzorientierte Forschung – Der kompetenzbasierte Ansatz auf dem Weg zum Schlüsselparadigma in der Managementforschung. Gabler Verlag, Springer Fachmedien, Wiesbaden 2010
- [Gab15-ol] GÄBLER WIRTSCHAFTSLEXIKON (Hrsg.): Definition Produkt. Unter: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/73950/produkt-v6.html>, 15. Januar 2015
- [Gäl05] GÄLWEILER, A.: Strategische Unternehmensführung. 2. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt am Main, 2005
- [GBI08] GAUSEMEIER, J.; BRINK, V.; IHMELS, S.: From Foresight to a technology-related development release – Application of the Innovation Database in the Context of Strategic Product and Technology Planning. In: Proceedings of The R&D Management Conference 2008, June 17-20, Ottawa, Canada, 2008
- [GD10] GAUSEMEIER, J.; DEYTER, S.: Spezifikation der Prinziplösung mechatronischer Systeme. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Frühzeitige Zuverlässigkeitssanalyse mechatronischer Systeme. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2010, S. 54-65
- [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

- [Ger00] GERYBADZE, A.: Technological Competence Assessment Within the Firm – Applications of Competence Theory to Managerial Practice. In: SANCHEZ, R.; HEENE A. (Hrsg.): Implementing Competence-Based Strategies. Vol. 6, JAI Press Stamford, 2000, S. 85-110.
- [Ger04] GERYBADZE, A.: Technologie- und Innovationsmanagement - Strategie, Organisation und Implementierung. Verlag Vahlen, München, 2004
- [Ger05] GERPOTT, T. J.: Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement. Schaeffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2005
- [GF99] GAUSEMEIER, J.; FINK, A.: Führung im Wandel – ein ganzheitliches Modell zur zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung. Carl Hanser Verlag, München, 1999
- [GG10] GAUSEMEIER, J.; GAUKSTERN, T.: Einführung in frühzeitige Zuverlässigkeitssanalyse mechanischer Systeme. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Frühzeitige Zuverlässigkeitssanalyse mechanischer Systeme. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2010, S. 13-51
- [GK11] GRÜNING, R.; KÜHN, R.: Methodik der strategischen Planung – Ein prozessorientierter Ansatz für Strategieplanungsprojekte. 6. Auflage, Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien, 2011
- [GKR13] GAUSEMEIER, J.; KÖSTER, O.; RÜBBELKE, R.: Systematik zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 9. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 5. - 6. Dezember 2013, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 318, Paderborn, 2013, S. 5-34
- [GN05] GONZALEZ-ALVAREZ, N.; NIETO-ANTOLIN M.: Protection and internal transfer of technological competencies – The role of causal ambiguity. Industrial Management + Data Systems, Vol. 105, No. 7, 2005, S. 841-856
- [Gom07] GOMERINGER, A.: Eine integrative, prognosebasierte Vorgehensweise zur strategischen Technologieplanung für Produkte. Dissertation, Fakultät für Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik, Universität Stuttgart, Jost-Stetter Verlag, Heimsheim, 2007
- [GP09] GAUSEMEIER, J.; PFÄNDER, T.: Strategische Unternehmensführung mit Szenario-Management. In: BULLINGER, H.-J.; SPATH, D.; WARNECKE, H.-J.; WESTKÄMPFER, E. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation – Strategien, Planung, Umsetzung. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009, S. 140-149
- [GP14] GAUSEMEIER, J.; PLASS, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München, 2014
- [GPW09] GAUSEMEIER, J.; PLASS, C.; WENZELMENN, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensplanung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. Carl Hanser Verlag, München, 2009
- [Gra91] GRANT, R. M.: The Resource Based Theory of Competitive Advantage – Implications for Strategy Formulation. California Management Review, Vol. 33, 1991, S. 114- 135
- [GRS14] GAUSEMEIER, J.; RAMMIG, F. J.; SCHÄFER, W. (Hrsg.): Design methodology for intelligent technical systems – Develop intelligent technical systems of the future. Springer Verlag, Berlin, 2014
- [GS13] GASSMANN, O.; SUTTER, P. (Hrsg.): Praxiswissen Innovationsmanagement. 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, München, 2013
- [Hal92] HALL, R.: The Strategic Analysis of Intangible Resources. In: Strategic Management Journal. Vol. 13, No. 2, 1992, S. 135-145
- [Hal93] HALL, R.: A Framework Linking Intangible Resources and Capabilities to Sustainable Competitive Advantage. In: Strategic Management Journal. Vol. 14, No. 8, 1993, S. 607-618.
- [Ham01] HAMEL, G.: Das Revolutionäre Unternehmen Wer Regeln bricht, gewinnt. Econ Verlag, München, 2001

- [Hen00] HENDERSON, B. D.: Das Konzept der Strategie – Schlag nach bei Darwin. In: VON OETINGER, B. (Hrsg.): Das Boston Consulting Group Strategie-Buch. Econ Verlag, Düsseldorf, 2000
- [HH09] HERING, L.; HERING, H.: Technische Berichte – Verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen. 6. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2009
- [HHM03] HINTERHUBER, H. H.; HANDLBAUER, G.; MATZLER, K.: Kundenzufriedenheit durch Kernkompetenzen – Eigene Potenziale erkennen, entwickeln, umsetzen. 2. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2003
- [Hin04] HINTERHUBER, H. H.: Strategische Unternehmensführung – I. Strategisches Denken: Vision, Unternehmenspolitik, Strategie. 7. Auflage, de Gruyter, Berlin, New York, 2004
- [Hin11] HINTERHUBER, H. H.: Strategische Unternehmensführung – I. Strategisches Denken: Vision, Ziele, Strategie. 8. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 2011
- [Hin82] HINTERHUBER, H. H.: Wettbewerbsstrategie. de Gruyter Verlag, Berlin, New York, 1982
- [HP95] HAMEL, G.; PRAHALAD, C. K.: Wettlauf um die Zukunft: Wie sie mit bahnbrechenden Strategien die Kontrolle über Ihre Branche gewinnen und die Märkte von Morgen schaffen. Ueberreuter, Wien, 1995
- [HS11] HAUSCHILDT, J.; SALOMO, S.: Innovationsmanagement. 5. Auflage, Vahlen Verlag, München, 2011
- [Ihm09] IHMELS, S.: Verfahren zur integrierten informationstechnischen Unterstützung des Innovationsmanagements. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 271, Paderborn, 2009
- [Jak13] JAKOBY, W.: Projektmanagement für Ingenieure – Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg. 2. Auflage, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2013
- [KGB11] KREIKEBAUM, H.; GILBERT, D. U.; BEHNAM, M.: Strategisches Management. 7. Auflage, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 2011
- [KH97] KRÜGER, W.; HOMP, C.: Kernkompetenz-Management – Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb. Gabler Verlag, Wiesbaden, 1997
- [Kla06] KLAPPERT, S.: Systembildendes Technologie-Controlling. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Shaker Verlag, Aachen, 2006
- [KM05] KIM, W. C.; MAUBORGNE, R.: Der blaue Ozean als Strategie – Wie man neue Märkte schafft wo es keine Konkurrenz gibt. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2005
- [KN12] KRUMKE, S. O.; NOLTEMEIER, H.: Graphentheoretische Konzepte und Algorithmen. 3. Auflage, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2012
- [Kok13] KOKOSCHKA, M.: Verfahren zur Konzipierung imitationsgeschützter Produkte und Produktionssysteme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 313, Paderborn, 2013
- [Kös14] KÖSTER, O.: Systematik zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 326, Paderborn, 2014
- [Kot94] KOTLER, P.: Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation and Control. 8. Auflage, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994
- [KS06] KREIDENWEIS, H.; STEINCKE, W.: Wissensmanagement. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, 2006
- [KSA11] KLAPPERT, S.; SCHUH, G.; AGHASSI, S.: Einleitung und Abgrenzung. In: SCHUH, G.; KLAPPERT, S. (Hrsg.): Technologiemanagement – Handbuch Produktion und Management 2. 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg, 2011, S. 5-10

- [KSR14] KRUMM, S.; SCHOPF, K. D.; RENNEKAMP, M.: Komplexitätsmanagement in der Automobilindustrie – optimaler Fit von Vielfalt am Markt, Produktstruktur, Wertstrom und Ressourcen. In: EBEL, B.; HOFER, M. B. (Hrsg.): *Automotive Management – Strategie und Marketing in der Automobilwirtschaft*. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2014, S. 189-205
- [LA04] LOMBRISER, R.; ABPLANALP, P. A.: *Strategisches Management – Visionen entwickeln, Strategien umsetzen, Erfolgspotenziale aufbauen*. 3. Auflage, Versus Verlag, Zürich, 2004
- [LA10] LOMBRISER, R.; ABPLANALP, P. A.: *Strategisches Management – Visionen entwickeln, Erfolgspotenziale aufbauen, Strategien umsetzen*. 5. Auflage, Versus Verlag, Zürich, 2010
- [Lan00] LANGLOTZ, G.: Ein Beitrag zur Funktionsstrukturentwicklung innovativer Produkte. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Rheinisch Westfälische Universität Aachen, Shaker Verlag, Aachen, 2000
- [Leh14a] LEHNER, F.: *Wissensmanagement: Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung*. 5. Auflage, Carl Hanser Verlag, München, 2014
- [Leh14b] LEHNER, M.: Verfahren zur Entwicklung geschäftsmodell-orientierter Diversifikationsstrategien. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 324, Paderborn, 2014
- [Lic00] LICHTENTHALER, E.: *Organisation der Technology Intelligence – Eine empirische Untersuchung der Technologiefrühaufklärung in technologieintensiven Großunternehmen*. Dissertation, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Verlag Industrielle Organisation, Zürich, 2000
- [Lie06] LIEROW, M. A.: *Competence-Building und Internationalisierungserfolg – Theoretische und empirische Betrachtung deutscher Unternehmen*. Dissertation, Universität Bremen, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2006
- [Lim99] LIMAN, B.: *Bewertung des irregulären Verlusts von Know-how – Schäden durch Wirtschaftsspionage und Fluktuation*. Winfried Hamel Verlag, Köln, 1999
- [Lin07] LINDEMANN, U.: *Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden*. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007
- [LMB09] LINDEMANN, U.; MAURER, M.; BRAUN, T.: *Structural Complexity Management – An Approach for the Field of Product Design*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009
- [Mak03] MAKHIJA, M.: Comparing the resource-based and market-based views of the firm – Empirical evidence from Czech privatization. In: *Strategic Management Journal*, Vol. 24, 2003, S. 433-451
- [MI08] MÖHRLE, M. G.; ISENmann, R.: Grundlagen des Technologie-Roadmapping. In: MÖHRLE, M. G.; ISENmann, R. (Hrsg.): *Technologie-Roadmapping – Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen*. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008
- [Mie05] MIEKE, C.: Kooperative Technologiefrühaufklärung mittels szenariobasiertem Technologie-Roadmapping. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Publikationsserver BTU Cottbus, Cottbus, 2005
- [Mie09] MIEKE, C.: Innovation aus Instandhaltungsbetrieben – Ein Beitrag zur taktischen Produktionspotenzialgestaltung. Logos Verlag, Berlin, 2009
- [Min01] MINDER, S.: *Wissensmanagement in KMU – Beitrag zur Ideengenerierung im Innovationsprozess*. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität St. Gallen, Verlag HSG, St. Gallen, 2001
- [ML05] MÜLLER-STEWENS, G.; LECHNER, C.: *Strategisches Management – Wie strategische Initiativen zu Wandel führen*. 3. Auflage, Schäffer-Pöschel Verlag, Stuttgart, 2005

- [MR13] MARLINGHAUS, S. T.; RAST, C. A.: Driving Impact – Wertschöpfung in der Welt von morgen. mi-Wirtschaftsbuch, Münchner Verlagsgruppe, München, 2013
- [MU12] MÜLLER, H.; UHLMANN, E.: Hybride Leistungsbündel – ein neues Produktverständnis. In: MÜLLER, H.; UHLMANN, E. (Hrsg.): Integrierte industrielle Sach- und Dienstleistungen – Vermarktung, Entwicklung und Erbringung hybrider Leistungsbündel. Springer Verlag, Berlin, 2012
- [NSU90] NEVENS, T.; SUMME, G.; UTTAL, B.: Commercializing Technology - What the best Companies do. In: Harvard Business Review, Vol. 68, Issue 3, 1990, pp. 154-163
- [NT12] NONAKA, I.; TAKEUCHI, H.: Die Organisation des Wissens – Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. 2. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt a. M., 2012
- [Ock10] OCKER, D.: Unscharfe Risikoanalyse strategischer Ereignisrisiken. Schriften zur Unternehmensplanung, Lang Verlag, Band 83, Frankfurt am Main, 2010
- [OP10] OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y.: Business Modell Generation. John Wiley & Sons, Hoboken, 2010
- [Pas01] PASCKERT, A.: Wissensmanagement für das Innovationsmanagement. In: BLECKER, T.; GE-MÜNDEN, H. G. (Hrsg.): Innovatives Produktions- und Innovationsmanagement. Springer Verlag, Berlin, 2001
- [PBF+04] PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. H.: Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung. 6. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2004
- [PEG15] PLACZEK, M.; EBERLING, C.; GAUSEMEIER, J.: Conception of a Knowledge Management System for Technologies. In: 24th International Association for Management of Technology Conference Proceedings. June 8-11 2015, Cape Town, 2015, S. 1646-1663
- [Pei15] PEITZ, C.: Systematik zur Entwicklung einer produktlebenszyklusorientierten Geschäftsmodell-Roadmap. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagschriftenreihe, Band 337, Paderborn, 2015
- [Pei92] PEIFFER, S.: Technologie-Frühauflklärung. S+W Steuer und Wirtschaftsverlag, Hamburg, 1992
- [PG08] PIRO, A.; GEBAUER, M.: Definition von Datenarten zur konsistenten Kommunikation im Unternehmen. In: HILDEBRAND, K.; GEBAUER, M.; HINRICHES, H.; MIELKE, M. (Hrsg.): Daten- und Informationsqualität – Auf dem Weg zur Information Excellence. Vieweg Teubner Verlag, Wiesbaden, 2008, S. 143-156
- [PG88] PÜMPIN, C.; GEILINGER, U. W.: Strategische Führung – Aufbau strategischer Erfolgspositionen in der Unternehmenspraxis. In: Die Orientierung, Nr. 88, 1988
- [PH14] PORTER, M. E.; HEPPERMANN J. E.: Wie smarte Produkte den Wettbewerb verändern. Harvard Business Manager, Dezember 2014, Manager Magazin Verlagsgesellschaft, Hamburg
- [PH90] PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G.: The Core Competence of the Corporation. Harvard Business Review, Vol. 68, No. 3, 1990, S. 79-91
- [Pic12] PICOT, G. (Hrsg.): Handbuch Mergers & Acquisitions. Planung – Durchführung – Integration. 5. Auflage, Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2012
- [Pop69] POPPER, K. R.: Das Elend des Historizismus. 2. Auflage, Mohr Verlag, Tübingen, 1969
- [Por80] PORTER, M. E.: Competitive Strategy – Techniques for Analyzing Industries and Competitors. The Free Press, New York, 1980
- [Por99] PORTER, M. E.: Wettbewerbsstrategie – Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten. 10. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt, New York, 1999

- [Pra90] PRAHALAD, C. K.: The Core Competence of the Cooperation. In: Harvard Business Review, May-June, 1990, S. 79-91
- [Pre08] PREIBLER, P. R.: Betriebswirtschaftliche Kennzahlen: Formeln, Aussagekraft, Sollwerte, Ermittlungsintervall. Oldenbourg Verlag, München, 2008
- [PRR13] PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K.: Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 7. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2013
- [Püm83] PÜMPIN, C.: Management strategischer Erfolgspositionen – Das SEP-Konzept als Grundlage wirkungsvoller Unternehmensführung. 2. Auflage, Haupt Verlag, Bern, 1983
- [Ras94] RASCHE, C.: Wettbewerbsvorteile durch Kernkompetenzen – Ein ressourcenorientierter Ansatz. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 1994
- [RDG+15] RÜBBELKE, R.; DÜLME, C.; GAUSEMEIER, J.; SÖLLNER, C.: Innovationsorientierte Kompetenzplanung in der strategischen Produktplanung. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 11. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 29. - 30. Oktober 2015, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 347, Paderborn, 2015,
- [REG+13] RÜBBELKE, R.; ECHTERHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.; SÖLLNER, C.: Evaluating the Specific Demand of Competencies to realize innovative Products. In: Proceedings of the 6th ISPIM Innovation Symposium – Innovation in the Asian Century. December 8-11 2013, Melbourne, 2013
- [Rey13] REYmann, F.: Verfahren zur Strategieentwicklung und -umsetzung auf Basis einer Retropopulation von Zukunftsszenarien. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 307, Paderborn, 2013
- [Ric08] RICHTER, A.: IT-gestütztes Wissensmanagement – Theorie, Anwendungen und Barrieren. VDV Verlag, Berlin, 2008
- [Rob91] ROBERTS, E. B.: Entrepreneurs in High Technology – Lessons from MIT and Beyond. Oxford University Press, New York, Oxford, 1991
- [Rom06] ROMPEL, A.: Competitive Intelligence: Konkurrenzanalyse als Navigationssystem im Wettbewerb. Cornelsen Verlag, Berlin, 2006
- [Rot00] ROTH, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen – Band 1: Konstruktionslehre. 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2000
- [RSG15] RÜBBELKE, R.; SÖLLNER, S.; GAUSEMEIER, J.: Balancing the Strategic Product Portfolio based on Market and Competence Needs. In: 24th International Association for Management of Technology Conference Proceedings. June 8-11 2015, Cape Town, 2015, S. 1810-1829
- [Rüh94] RÜHLI, E.: Die Resource-based View of Strategy – Ein Impuls für einen Wandel im unternehmenspolitischen Denken und Handeln?. In: GOMEZ, P.; HAHN, D.; MÜLLER-STEWENS, G.; WUNDERER, R. (Hrsg.): Unternehmerischer Wandel – Konzepte zur organisatorischen Erneuerung. Gabler Verlag, Wiesbaden, 1994, S. 31-58
- [Sab91] SABISCH, H.: Produktinnovation. Carl Ernst Poeschel Verlag, Stuttgart, 1991
- [SB12] SCHUH, G.; BENDER, D.: Grundlagen des Innovationsmanagements. In: SCHUH, G. (Hrsg.): Innovationsmanagement – Handbuch Produktion und Management 3. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 2012
- [SBA02] SPECHT, G.; BECKMANN, C.; AMELINGMEYER, J.: F&E-Management : Kompetenz im Innovationsmanagement. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2002
- [Sch06] SCHREINER, O. M. E.: Aufbau und Management von Innovationskompetenz bei radikalen Innovationsprojekten. Dissertation, Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, Technischen Universität Darmstadt, Darmstadt, 2006

- [Sch13a] SCHMID, W.: Wissensmanagement von Geschäftsprozessen – Operationalisierung, Einflussfaktoren und Managementimplikation am Beispiel Operations. Dissertation, Universität der Bundeswehr München, Josef Eul Verlag, Lohmar, Köln, 2013
- [Sch13b] SCHWARTZ, E.: Einer für alle? Von wegen! Automobil Produktion – Sonderausgabe „Fit for E-Volution“, Verlag Moderne Industrie, 2013, S. 26-28
- [Sch64] SCHUMPETER, J. A.: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. 4. Auflage, Duncker & Humblot, Berlin, 1964
- [SGH+07] STREBEL, H. (Hrsg.); GELBMANN, U.; HASLER, A.; PERL, E.; POSCH, A.; STEINER, G.; VORBACH, S.; ZOTTER, K.-A.: Innovations- und Technologiemanagement. 2. Auflage, Facultas Verlag, Wien, 2007
- [SGR15] SÖLLNER, C.; GAUSEMEIER, J.; RÜBBELKE, R.: Planung und Monitoring eines zukunftsfähigen Produktpportfolios. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 11. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 29. - 30. Oktober 2015, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 347, Paderborn, 2015
- [SHT96] SANCHEZ, R.; HEENE A.; THOMAS, H.: Towards the Theory and Practice of Competence-Based Competition. In: SANCHEZ, R.; HEENE A.; THOMAS, H (Hrsg.): Dynamics of Competence-Based Competition – Theory and Practice in the New Strategic Management. Elsevier, Oxford, 1996, S. 1-36.
- [SK11] SCHUH, G.; KLAPPERT, S. (Hrsg.): Technologiemanagement – Handbuch Produktion und Management 2. 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg, 2011
- [SKS+11a] SCHUH, G.; KLAPPERT, S.; SCHUBERT, J.; NOLLAU, S.: Grundlagen zum Technologiemanagement. In: SCHUH, G.; KLAPPERT, S. (Hrsg.): Technologiemanagement – Handbuch Produktion und Management 2. 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg, 2011, S. 33-54
- [SKS+11b] SCHULTE-GEHRMANN, A.-L.; KLAPPERT, S.; SCHUH, G.; HOPPE, M.: Technologiestrategie. In: SCHUH, G.; KLAPPERT, S. (Hrsg.): Technologiemanagement – Handbuch Produktion und Management 2. 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg, 2011, S. 55-88
- [SLS11] SPATH, D.; LINDNER C.; SEIDENSTRICKER, S.: Technologiemanagement – Grundlagen, Konzepte, Methoden. Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2011
- [SM14] SCHUH, G.; VON MANGOLDT, J.: Messung des technologischen Kompetenz-Fits bei der technologie- und kompetenzbasierten Diversifikation. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 10. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 20.-21. November 2014, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 334, Paderborn, 2014, S. 127-144
- [Spu98] SPUR, G.: Technologie und Management – Zum Selbstverständnis der Technikwissenschaft. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1998
- [Sta93] STAUDT, E.; Forschung und Entwicklung. In: GROCHLA, E., WITTMANN, W. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaftslehre. 5. Auflage, Schäffer Poeschel Verlag, Stuttgart, 1993
- [SWA+03] SPATH, D. (Hrsg.); WARSCHAT J.; AUERNHAMMER K.; GOMERINGER A.; BANNERT M.: Integriertes Innovationsmanagement – Erfolgsfaktoren, Methoden, Praxisbeispiele. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2003
- [Tat09] TATARCYK, B.: Organisatorische Gestaltung der frühen Phase des Innovationsprozesses – Konzeptionen, Methoden und Anwendung am Beispiel der Automobilindustrie. Dissertation, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, GWV Fachverlag, Wiesbaden, 2009
- [Tee82] TEECE, D. J.: Towards an Economic Theory of the Multiproduct Firm. In: Journal of Economic Behavior & Organization. Vol. 3, Issue 1, 1982, S. 39-63.
- [Thi97] THIELE, M.: Kernkompetenzorientierte Unternehmensstrukturen – Ansätze zur Neugestaltung von Geschäftsbereichsorganisationen. Gabler Verlag, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 1997

- [TRD+94] TEECE, D. J.; RUMELT, R.; DOSI, G.; WINTER, S.: Understanding Corporate Coherence – Theory and Evidence. In: *Journal of Economic Behavior and Organization*. Vol. 23, Issue 1, 1994, S. 1-30
- [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
- [VB13] VAHS, D.; BURMESTER, R.: *Innovationsmanagement – Von der Produktidee bis zur erfolgreichen Vermarktung*. 4. Auflage, Schaeffer Poeschel Verlag, Stuttgart, 2013
- [VDI2206] Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme, 2004
- [VDI2221] Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte, 1993
- [VDI2803-1] Funktionsanalyse Grundlagen und Methoden, 1996
- [VDMA15] VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU VDMA (Hrsg.): *Maschinenbau in Zahl und Bild 2015*. VDMA Verlag, Frankfurt a. M., 2015
- [VH07] VERWORN, B.; HERSTATT, C.: Strukturierung und Gestaltung der frühen Phasen des Innovationsprozesses. In: HERSTATT, C.; VERWORN, B.: *Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen – Methoden – Neue Ansätze*. 2. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2007. S. 3-19
- [Vie07] VIENENKÖTTER, A.: Methodik zur Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 218, Paderborn, 2007
- [Vor14] VORBACH, S.: *Technologiemanagement*. In: GRANIG, P.; HARTLIEB, E.; LERCHER, H. (Hrsg.): *Innovationsstrategien – Von Produkten und Dienstleistungen zu Geschäftsmodellinnovationen*, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 2014
- [VSS07] VÖLKER, R.; SAUER, S.; SIMON, M.: *Wissensmanagement im Innovationsprozess*. Physica Verlag, Heidelberg, 2007
- [WA12] WELGE, M. K.; AL-LAHAM, A.: *Strategisches Management: Grundlagen – Prozess – Implementierung*. 6. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2012
- [Wag98] WAGNER, G.: *Virtualisierung von Organisationen – Strategische Relevanz des Einsatzes von Intranet/Extranet*. Dissertation, Universität Trier, Dilomica Verlag, Hamburg, 1998
- [Wah04] WAHREN, H.-K.: *Erfolgsfaktor Innovation – Ideen systematisch generieren, bewerten und umsetzen*. Springer Verlag, Berlin, 2004
- [WB00] WUNDERER, R.; BRUCH, H.: *Umsetzungskompetenz – Diagnose und Förderung in Theorie und Unternehmenspraxis*. Vahlen Verlag, München, 2000
- [Wen03] WENZKE, S.: *Flexible Gestaltung des Analyseprozesses technischer Probleme mit TRIZ-Werkzeugen*. Dissertation, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2003
- [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, Paderborn, 2009
- [Wer84] WERNERFELD, B.: *A resource-based view of the firm*. In: *Strategic Management Journal*, Vol. 5, 1984, S. 171-180
- [WMM94] WRIGHT, P. M.; McMAHAN, G. C.; MCWILLIAMS, A.: *Human resources and sustained competitive advantage – A resource-based perspective*. In: *International Journal of Human Resource Management*. Vol. 5, No. 2, 1994, S. 301-326
- [Wol00] WOLFRUM, B.: *Strategisches Technologiemanagement*. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2000

- [WRM09] WITTMANN, R. G.; REUTER, M. P.; MAGERL, R.: Unternehmensstrategie und Businessplan. 2. Auflage, Redline Verlag, München, 2009
- [WSH+11] WELLENSIEK, M.; SCHUH, G.; HACKER, P. A.; SAXLER, J.: Technologiefrüherkennung. In: SCHUH, G.; KLAPPERT, S. (Hrsg.): Technologiemanagement – Handbuch Produktion und Management 2. 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg, 2011, S. 89-169
- [ZWH95] ZAHN, E.; WEIDLER, A.: Integriertes Innovationsmanagement. In: ZAHN, E. (Hrsg.): Handbuch Technologiemanagement. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1995, S. 351-376
- [Zwi89] ZWICKY, F.: Morphologische Forschung – Wesen und Wandel materieller und geistiger struktureller Zusammenhänge. 2. Auflage, Glarus Verlag, Baeschlin, 1989

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: René Rübelke
[REDACTED]
[REDACTED]

Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung

08/1992 – 07/1996 Grundschule, Hövelhof-Hövelriege
08/1996 – 07/2002 Franz-Stock-Realschule, Hövelhof
Abschluss: Fachoberschulreife

Berufsausbildung

08/2002 – 06/2005 Benteler Stahl/Rohr GmbH, Paderborn
Abschluss: Zerspanungsmechaniker – IHK

Weiterführende Schulbildung

08/2005 – 06/2006 Fachoberschule für Technik, Paderborn
Abschluss: Fachhochschulreife

Studium

10/2006 – 08/2009 Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau
Fachhochschule Südwestfalen, Abteilung Meschede
Abschluss: Bachelor of Engineering
10/2009 – 06/2011 Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau
Universität Paderborn
Abschluss: Master of Science

Berufliche Tätigkeit

06/2006 – 05/2011 Werksstudent, L&R Montagetechnik GmbH, Hövelhof
06/2011 – 09/2015 Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Paderborn,
Heinz Nixdorf Institut, Produktentstehung
10/2015 – 12/2015 Produktionsleiter, L&R Montagetechnik GmbH, Hövelhof
seit 01/2016 Geschäftsführender Gesellschafter, L&R Montagetechnik
GmbH, Hövelhof

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: Enroute to the technical systems of tomorrow.” In training and education the Heinz Nixdorf Institute is involved in many programs of study at the University of Paderborn. The superior goal in education and training is to communicate competencies that are critical in 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.

Zuletzt erschienene Bände der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts

- | | | | |
|---------|---|---------|---|
| 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. 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. 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. 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. 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. 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. 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. 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. 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. 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 |
| 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. 332 | ECHTERHOFF, N.: Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 332, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-51-9 |
| 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. 333 | HASSAN, B.: A Design Framework for Developing a Reconfigurable Driving Simulator. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 333, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-52-6 |
| | | Bd. 334 | GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 10. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Heinz Nixdorf Institut, 20. und 21. November 2014, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 334, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-53-3 |

Bezugsadresse:
Heinz Nixdorf Institut
Universität Paderborn
Fürstenallee 11
33102 Paderborn

Zuletzt erschienene Bände der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts

- | | | | |
|---------|---|---------|--|
| Bd. 335 | RIEKE, J.: Model Consistency Management for Systems Engineering. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 335, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-54-0 | Bd. 343 | GAUSEMEIER, J.; DUMITRESCU, R.; RAMMIG, F.; SCHÄFER, W.; TRÄCHTLER, A. (Hrsg.): 10. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 343, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-62-5 |
| Bd. 336 | HAGENKÖTTER, S.: Adaptive prozess-integrierte Qualitätsüberwachung von Ultraschalldrahtbondprozessen. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 336, Paderborn, 2014 – ISBN 978-3-942647-55-7 | Bd. 344 | BRÖKELMANN, J.: Systematik der virtuellen Inbetriebnahme von automatisierten Produktionssystemen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 344, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-63-2 |
| Bd. 337 | PEITZ, C.: Systematik zur Entwicklung einer produktlebenszyklusorientierten Geschäftsmodell-Roadmap. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 337, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-56-4 | Bd. 345 | SHAREEF, Z.: Path Planning and Trajectory Optimization of Delta Parallel Robot. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 345, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-64-9 |
| Bd. 338 | WANG, R.: Integrated Planar Antenna Designs and Technologies for Millimeter-Wave Applications. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 338, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-57-1 | Bd. 346 | VASSHOLZ, M.: Systematik zur wirtschaftlichkeitsorientierten Konzipierung Intelligenter Technischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 346, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-65-6 |
| Bd. 339 | MAO, Y.: 245 GHz Subharmonic Receivers For Gas Spectroscopy in SiGe BiCMOS Technology. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 339, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-58-8 | Bd. 347 | GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 11. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Heinz Nixdorf Institut, 29. und 30. Oktober 2015, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 347, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-66-3 |
| Bd. 340 | DOROCIAK, R.: Systematik zur frühzeitigen Absicherung der Sicherheit und Zuverlässigkeit fortschrittlicher mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 340, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-59-5 | Bd. 348 | HEINZEMANN, C.: Verification and Simulation of Self-Adaptive Mechatronic Systems. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 348, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-67-0 |
| Bd. 341 | BAUER, F.: Planungswerkzeug zur wissensbasierten Produktionssystem-konzipierung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 341, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-60-1 | Bd. 349 | MARKWART, P.: Analytische Herleitung der Reihenfolgeregeln zur Entzerrung hochauslastender Auftragsmerkmale. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 349, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-68-7 |
| Bd. 342 | GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M.; MEYER AUF DER HEIDE, F. (Hrsg.): 12. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 342, Paderborn, 2015 – ISBN 978-3-942647-61-8 | | |

Bezugsadresse:
 Heinz Nixdorf Institut
 Universität Paderborn
 Fürstenallee 11
 33102 Paderborn