



Institut für Konstruktionstechnik
und Technisches Design
Universität Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. H. Binz

Daniel Jörg Roth

**Analyse und Bewertung von Wissen
in der Produktentwicklung**

Bericht Nr. 696

Analyse und Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

Von der Fakultät Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik der
Universität Stuttgart
zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigte Abhandlung

von

Dipl.-Ing. Daniel Jörg Roth
geboren in Frankfurt a. M.

Hauptberichter: Prof. Dr.-Ing. Hansgeorg Binz

Mitberichter: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c.
Dieter Spath

Tag der mündlichen Prüfung: 09.01.2020

Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design
Universität Stuttgart

2020

D 93

ISBN-13: 978-3-946924-14-2

Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design

Prof. Dr.-Ing. Hansgeorg Binz

Universität Stuttgart

Pfaffenwaldring 9

D-70569 Stuttgart

Telefon +49 (0)711 685-66055

Telefax: +49 (0)711 685-66219

E-Mail: mail@iktd.uni-stuttgart.de

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als akademischer Mitarbeiter am Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD) der Universität Stuttgart.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. Hansgeorg Binz für die hervorragende Betreuung der Arbeit und die sehr vertrauensvolle Zusammenarbeit. Die gewährte Freiheit bei der Themenfindung sowie bei der Bearbeitung wusste ich stets zu schätzen. Insbesondere die wertvollen fachlichen Diskussionen und die gewissenhafte Korrektur des Manuskripts haben entscheidend zum Gelingen der Arbeit beigetragen.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. Dieter Spath danke ich für die freundliche Bereitschaft zur Übernahme des Mitberichts und die konstruktive Durchsicht der Arbeit. Herrn Prof. Dr.-Ing. Bernd Bertsche danke ich für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes. All meinen Kollegen und vor allem den Mitarbeitern der Arbeitsgruppe der Methodischen Produktentwicklung gebührt ein ausdrücklicher Dank für das äußerst angenehme Arbeitsumfeld, für die vielen fachlichen, aber auch persönlichen Gespräche und die hieraus entstandenen Freundschaften.

Hervorheben möchte ich an dieser Stelle Herrn Dr. Alexander Crostack, Herrn Dr. Martin Kratzer, Herrn Dipl.-Ing. Alexander Laukemann, aber auch meinen Vater sowie meine Frau, die mit großer Sorgfalt die Arbeit korrekturgelesen haben.

Ein ganz persönlicher Dank gilt meinen Eltern, meiner Schwester und ihrem Mann sowie meinen Freunden, die mich auf meinem bisherigen Weg begleitet haben und stets ein aufmunterndes Wort für mich hatten. Meinen Eltern danke ich ausdrücklich dafür, dass sie mir in all den Jahren ermutigend zur Seite standen und den Weg zur Promotion überhaupt ermöglicht haben.

Ausgesprochen große Dankbarkeit gebührt letztendlich meiner Frau Denise, die mich jederzeit in meinem Tun bestätigte und mich auch in den Phasen unterstützte, in denen es einer Motivation bedurfte. Ihr Verständnis, ihre Unterstützung und ihr Zuspruch haben mir sehr dabei geholfen, diese Arbeit erfolgreich abzuschließen. Herzlichsten Dank hierfür.

Stuttgart, den 09.01.2020

Daniel Roth

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis.....	V
Abstract	IX
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Motivation.....	2
1.2 Zielsetzung	5
1.3 Vorgehensweise und Struktur der Arbeit	10
1.3.1 Übergeordnete Forschungsfragen und Wissensmanagementkontext	10
1.3.2 Struktureller Aufbau der Arbeit	12
2 Stand der Forschung und Technik	13
2.1 Analyse	14
2.2 Produktentwicklung.....	15
2.3 Wissen.....	18
2.3.1 Terminologische Abgrenzung von Informationen und Wissen	19
2.3.2 Sprachliche Abgrenzung – Literaturrecherche zu Informationen/Wissen.....	20
2.3.3 Allgemeine Strukturierungsansätze für Wissen.....	25
2.3.4 Strukturansatz für Wissen	30
2.3.5 Konzepte und Modelle des Wissensmanagements.....	31
2.4 Produktentwicklungswissen	33
2.5 Bewertung	34
2.5.1 Vorgehen und Kriterien zur Analyse bestehender Bewertungssysteme	44
2.5.2 Analyse bestehender Wissensbewertungssysteme	47
2.6 Defizite und Forschungsbedarf.....	49
3 Detaillierung der Aufgabenstellung	51
3.1 Konkretisierung der Aufgabenstellung	51
3.2 Vorgehensweise	55
3.3 Anforderungen.....	56
4 Konzept der zu entwickelnden Unterstützung	59
4.1 Schritte einer Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung.....	59
4.2 Modulbaukastenkonzept zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung.....	62

4.3	Eingesetzte (Evaluations-)Methoden bei der Konzeptentwicklung.....	64
5	Vorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung.....	67
5.1	Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung.....	67
5.1.1	Theoretischer Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung	69
5.1.2	Validierter Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung	72
5.1.3	Repräsentationsfähigkeit in Abhängigkeit der Kontextsensitivität von Wissen in der Produktentwicklung	80
5.2	Vorgehen zur Wissensidentifikation (SOLL-Wissen).....	82
5.2.1	Vorgehensweisen zur Bestimmung eines SOLL-Zustands.....	85
5.2.2	Bestimmung des SOLL-Wissensstands für Produktentwicklungswissen.....	88
5.2.2.1	SOLL-Wissensbasis durch Abfrage mittels generischem Strukturmodell	90
5.2.2.2	Workshop zur Bestimmung einer SOLL-Wissensbasis mittels generischem Strukturmodell (Anwendungs- /Erfolgsevaluation).....	96
5.2.2.3	SOLL-Wissensbasis mittels Brainstorming-Analyse für ein Produkt	105
5.2.2.4	Workshop zur Bestimmung einer SOLL-Wissensbasis mittels Brainstorming-Analyse für ein Produkt (Unterstützungs-/Anwendungsevaluation).....	106
5.2.2.5	SOLL-Wissensbasis mittels (Product) Reverse Engineering	111
5.2.2.6	Workshop zur Bestimmung einer SOLL-Wissensbasis mittels (Product) Reverse Engineering (Anwendungs- /Erfolgsevaluation).....	115
5.3	Vorgehen zur Wissenserhebung (IST-Wissen)	135
5.3.1	Methodisches Vorgehen zur individualisierten Wissenserhebung.	137
5.3.1.1	Bestimmung der Charakteristika von Wissenstypen	138
5.3.1.2	Bestimmung spezifischer Fähigkeiten von Wissenserhebungsmethoden	139
5.3.1.3	Verknüpfung der Charakteristika von Wissenstypen und der Fähigkeiten von Wissenserhebungsmethoden.	140
5.3.1.4	Erstanwendung und Anpassung auf das Gebiet der Wissenserhebung kontextstarker Wissenstypen in der Produktentwicklung.	142
5.3.2	Detailliertere Wissenserhebung für kontextschwache Wissenstypen	148

5.4	Vorgehen zur Wissensrepräsentation.....	154
5.4.1	Wissensrepräsentationsformen.....	154
5.4.2	Komplexitätsreduzierte Darstellung der vorliegenden Wissensbasen.....	157
5.5	Vorgehen zur Wissensbewertung.....	164
6	Vorstellung eines ersten Softwareprototypen.....	171
7	Evaluation der entwickelten Unterstützung.....	175
7.1	Vorstellung der Erfolgsevaluation.....	177
7.1.1	Vorgehen innerhalb der Evaluation.....	179
7.1.2	Ergebnisse der Erfolgsevaluation.....	182
7.2	Diskussion der Evaluationsergebnisse.....	186
8	Zusammenfassung.....	189
9	Ausblick.....	191
	Literaturverzeichnis.....	195
	Anhang.....	219
A.1	Nationale Modelle.....	219
A.2	Länderübergreifende Modelle.....	229
A.3	IC Methoden.....	232
A.4	Zusammenstellung bestehender Wissensbewertungssysteme.....	249
A.5	Recherche zum <i>expliziten/impliziten</i> Wissensverständnis.....	256
A.6	Exkurs: Wissenstyp- und Indikatorenchecklisten sowie Abbildungsgüte ...	264
A.7	Workshopunterlagen generisches Strukturmodell.....	267
A.8	Workshopunterlagen Brainstorming-Analyse.....	284
A.9	Workshopunterlagen Reverse Engineering.....	297
A.10	Betrachtete Wissenserhebungsmethoden.....	348
A.11	Detailbeschreibung der Fähigkeiten von Wissenserhebungsmethoden.....	349
A.12	Grafische Benutzeroberfläche des Softwareprototypen.....	350
A.13	Videotutorials des Softwareprototypen.....	351

Abkürzungsverzeichnis

A	Ausarbeiten
ARC	Areas of Relevance and Contribution
ARCS	Austrian Research Center Seibersdorf (heute AIT: Austrian Institute of Technology)
BA	Brainstorming-Analyse
Bes	Beschaffung
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (heute BMWi)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
C	Charakteristikum
CAD	Computer-Aided Design (dt. rechnerunterstütztes Konstruieren)
D	Dimension
DB	Datenbank
DIC	Direct Intellectual Capital
DIN	Deutsches Institut für Normung
DRM	Design Research Methodology
DS I	Deskriptive Studie (d. h. Stand der Forschung)
DS II	Deskriptive Studie (d. h. Evaluation)
E	Entwerfen
EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
EVA	Economic Value Added
F	Fähigkeit
F&E	Forschung und Entwicklung
Fin	Finanzen
FM	First-to-Market/Pionierstrategie
FW	Fachwissen
GSM	Generisches Strukturmodell
GUI	Graphical User Interface (dt. grafische Benutzeroberfläche)
I	Indikator

IC	Intellectual Capital (dt. Intellektuelles Kapital)
ICED	International Conference on Engineering Design
ICR	Intellectual Capital Report (dt. Wissensbilanzierung)
IK	Intellektuelles Kapital
IKTD	Institut für Konstruktionstechnik und Technische Design der Universität Stuttgart
ISO	International Organization for Standardization
K	Konzipieren
KM	Knowledge Management
KMDL	Knowledge Modeling and Description Language
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KOWIEN	Koperatives Wissensmanagement in Engineering Netzwerken
LC	Low-cost-Product/Kostenführerschaftsstrategie
LM	Last-to-Market/Folgerstrategie
MA	Mitarbeiter
MAGIC	Measuring and Accounting Intellectual Capital
Mar	Marketing
MCM	Market Capitalization Methods
ME	Messbarer Erfolgsfaktor
MERITUM	Measuring and reporting intangibles to understand and improve innovation management
mifm	München - Institut für Marktforschung GmbH
MKWI	Multikonferenz für Wirtschaftsinformatik
n	Laufvariable
P	Planen
PDK	Product Development Knowledge (dt. Produktentwicklungswissen)
PE	Produktentwicklung
PEP	Produktentwicklungsprozess
Per	Personal
PEW	Produktentwicklungswissen
PF	Passfeder

PP	Premiumproduct/Premiumproduktstrategie
Pro	Produktion
ProWis	Prozessorientiertes und -integriertes Wissensmanagement in KMU
PS	Präskriptive Studie (d. h. Entwicklung der eigenen Lösung)
R	Referenz
RC	Research Clarification (d. h. Forschungsplanung)
RE	Reverse Engineering
ROA	Return on Assets
SC	Scorecard methods
SF	Schlüsselfaktor
TN	Teilnehmer
UN	Unternehmen
VBA	Visual Basic for Applications (Skriptsprache)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WEM	Wissenserhebungsmethode
WI	Wissensitem (dt. Wissenselement)
WM	Wissensmanagement
WM/ICM	Wissens- & Intellectual Capital Managment
WT	Wissenstyp

Abstract

Today's companies are faced with the challenge of considering a wide variety of factors that influence corporate success. Keywords such as information society or knowledge work stand for one of these factors, the knowledge factor, which according to a survey of managers constitutes a significant proportion of value added. Thus, many companies recognize knowledge as one or even the most decisive production factor. Nevertheless, numerous studies show that a target-oriented use of knowledge happens only inadequately. However, if one of the most knowledge-intensive business processes, the product development itself, is considered, a significantly increasing complexity of the available and competition-relevant knowledge can be observed, as well as a considerable proportion of quality deficiencies resulting from the lack of critical knowledge. From this consideration the challenge arises how to instrumentalize knowledge in product development, thereby managing it. Accordingly, the following main research question is answered in this thesis:

How can product development knowledge be defined, structured and analyzed to make a statement regarding the existing knowledge and to enable an assessment of the required knowledge? The essential work packages of this thesis result from this question.

With the elaboration of a universal understanding of knowledge in product development, the problem of the inconsistent use of the term knowledge in literature is being tackled, technically as well as linguistically. This clarification is of central importance, since the resource to be assessed must be clearly understood within a procedure that ultimately deals with the evaluation of product development knowledge. In this context, a structural model for knowledge in product development, which consists of 14 types of knowledge, is created. Depending on their contextual reference there are five knowledge types for which an increased degree of detail can be achieved by using semantic networks.

The overall procedure to be developed has a modular structure and follows general steps of knowledge management. With a module for knowledge identification, three methods are offered which can be used to determine the necessary knowledge. The methods differ in their effort, their implementation as well as in their ability to identify the different types of knowledge. The generic structure model offers a procedure, which leads to a structured, hierarchical representation of existing knowledge with ordered knowledge cards. A second method, the brainstorming analysis, is characterized by being easy and quick to apply, but leads to less detailed results. The third method presents a procedure that

strongly follows the principles of product reverse engineering. By determining a target knowledge base using reverse engineering, a profound impression of the knowledge required to develop a product can emerge.

If the determination of the knowledge available in the company comes into focus, two necessary strands of action can be identified. For the collection of strong-context knowledge types, case-specific methods are provided in a decision matrix. In the case of weak-context knowledge types, it is possible to set up adapted target knowledge structures for a product. Whether the company or its employees have the appropriate knowledge can now be checked with suitable questions. To master complexities arising from very extensive knowledge, possibilities for reductions are pointed out.

Another module addresses the issue of knowledge representation.

In a module for knowledge evaluation all developing modules are brought together so that an overall procedure for the evaluation of knowledge in the product development results. Consequently, the presentation of current and target knowledge makes statements about required and existing knowledge possible.

During the development of the method, the individual modules are already examined regarding their applicability and support. In a concluding expert evaluation, the basic proof for the benefit of the method is given. From the experts' point of view, the method's aims, which are achieving an increased level of knowledge of required as well as existing knowledge and enabling the user to distinguish between project-relevant and non-project-relevant knowledge derived from this, has definitively been achieved. However, an efficiency increase of the method, for example in the form of a consistent software support, is still pending.

1 Einleitung

“Knowledge has become the most crucial component in the struggle for competitiveness“ [RICHTER95, S. 37]. Die Ressource Wissen entwickelt sich demzufolge im dynamischen und komplexen Umfeld von Unternehmen zunehmend zu einem wichtigen Erfolgsfaktor. Nach einer Erhebung von Bullinger et al. „schätzt die Mehrzahl der deutschen Manager, dass der Produktionsfaktor Wissen mehr als 50 % der Wertschöpfung ausmacht“ [BULLINGER98, S. 21]. „Schlagworte wie *Informationsgesellschaft*, *Wissensökonomie*, *Age of Mind*, *Knowledge Work* und dergleichen stehen für dieses wachsende Interesse an Wissen und seinem Management. Wissen ist *intellektuelles Kapital* und wird als solches in immer mehr Branchen zur wichtigsten Ressource, über die ein Unternehmen verfügen kann“ [ZAHN98, S. 41]. Nach Bürgel und Zeller [BÜRGEL98, S. 54] oder auch Schüppel [SCHÜPPEL96, S. VII und 181] sind Informationen und Wissen folglich ins Zentrum des Wertschöpfungsprozesses gerückt. „Die entscheidenden Engpassfaktoren im Wertschöpfungsprozess sind nicht mehr (physische) Arbeit oder Kapital, sondern Informationen und Wissen“ [BÜRGEL98, S. 54]. Wissen wird nach Neugebauer [NEUGEBAUER14, S. 34] als der zentrale Rohstoff angesehen. „Wissen wird zum entscheidenden Faktor unternehmerischer Leistungserstellung und dient der Wettbewerbsvorteilsgenerierung“ [LÓPEZ14, S. 15].

Wird nun das *Wissensmanagement* betrachtet, bei dem der vorhandene Wissensschatz so mobilisiert werden soll, dass er dazu beiträgt, die strategischen Unternehmensziele zu erreichen, lässt sich nachfolgend eine Verbindung zur Produktentwicklung herstellen. Ebenso wie Wissensmanagement in diesem Sinne kein Selbstzweck ist, sondern unmittelbar dem Unternehmenserfolg dient [STEINHÜBEL06, S. 8], trägt der Bereich der Produktentwicklung und das damit mittelbar verbundene Wissen maßgeblich zum Erfolg der Produkte eines Unternehmens bei. „Voraussetzung ist, zunächst das für den Markterfolg entscheidende, also das wertschöpfende Wissen zu identifizieren, es dann systematisch zu erschließen, verfügbar zu machen und weiterzuentwickeln“ [STEINHÜBEL06, S. 8].

Bei der Entwicklung und Konstruktion technischer Produkte ist eine systematische und methodische Vorgehensweise heute in vielen Disziplinen Stand der Technik. Im Maschinenbau wurden die Grundlagen hierfür von Pahl et al. [PAHL03], Koller und Kastrup [KOLLER94], Brankamp [BRANKAMP71] und anderen wie Mewes [MEWES73], Schütze [SCHÜTZE73] sowie Michels [MICHELS72] gelegt. Diese Arbeiten resultierten schließlich in

der heute allgemein angewandten VDI-Richtlinie 2220 *Produktplanung* [VDI 2220 1980]. Später entstanden weitere Richtlinien, z. B. für den Maschinenbau: VDI 2221 [VDI 2221 1993], VDI 2221 [VDI 2221 2018A], VDI 2221 [VDI 2221 2018B], VDI 2222 [VDI 2222 1997], VDI 2223 [VDI 2223 2004], VDI 2225 [VDI 2225 1998] und für die Mechatronik: VDI 2206 [VDI 2206 2004].

„Der wissensintensive Charakter [vgl. SCHEER89, S. 162], und damit die Notwendigkeit von Produktentwicklungswissen (PEW), ist der Produktentwicklung [dabei] immanent“ [WEIß06, S. 59].

1.1 Problemstellung und Motivation

Einleitend wurde der Paradigmenwechsel betont, nach dem Wissen in Unternehmen immer mehr als ein oder sogar als *der* Produktionsfaktor gesehen wird [vgl. u. a. ZAHN98, S. 41; LEHNERT15, S. 3; MORGENSTERN-JEHIA14, S. 30; PÖGGELER14, S. 40]. Dennoch belegen viele Studien, dass ein zielgerichteter Umgang mit Wissen in Unternehmen bisher nur in unzureichendem Maße stattfindet. Pöggeler [PÖGGELER14, S. 40] stellt fest, dass in einer Studie der Unternehmensgruppe Haufe zum Thema „Produktiver Umgang mit Wissen in Unternehmen“ aufgezeigt wird, dass der „wenig effiziente Umgang mit Wissen die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen beeinträchtigt und insbesondere das Management vor zahlreiche Herausforderungen stellt“. Die durch Haufe in Kooperation mit dem ifm München (Institut für Marktforschung GmbH) durchgeführte Studie befragte „300 Geschäftsführer sowie Mitarbeiter mit und ohne Personalverantwortung aus den verschiedensten Branchen“ [HAUFE14, S. 3]. In der Studie wurden unterschiedliche Faktoren im Umfeld des Wissensmanagements wie auch zum Beispiel die Fragestellung untersucht, welche konkreten Folgen eine unvollständige, veraltete oder fehlerhafte Wissensbasis für das Unternehmen hat. Nach Haufe [HAUFE14, S. 20] stellen explizite Folgen wie Mehrarbeit (82 % der Nennungen), falsch erledigte Aufgaben (69 %), Fehlentscheidungen (66 %) oder auch die mangelnde Motivation der Mitarbeiter (53 %) eine zentrale Herausforderung für Unternehmen dar. Pöggeler kommt zu der Ansicht, dass es die Aufgabe der Unternehmen ist, „Mitarbeiter in allen wissensrelevanten Belangen zu unterstützen. Dies bedeutet, [...] vorhandenes Know-how zu identifizieren und gezielt auszubauen“. [PÖGGELER14, S. 41]

Eine in den Jahren 2010/2011 im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) durchgeführte Studie zum Thema *Wettbewerbsfaktor Wissen* kommt zu ähnlichen Ergebnissen. Ziel dieser Studie mit 3401 teilnehmenden Unternehmen war es,

„den Stand der Wissens- & Intellectual Capital Management (WM/ICM) Praxis in Deutschland zu analysieren, die möglichen Einflussfaktoren für den Einsatz von WM/ICM-Maßnahmen zu ermitteln sowie die Bedeutung von WM/ICM für Unternehmenserfolg und Wettbewerbsfähigkeit zu untersuchen“ [PAWLOWSKY11, S. 1]. Ein Kernergebnis dieser Studie ist, „dass eine wissensorientierte Unternehmensführung signifikant mit der monetären und nicht-monetären Unternehmensleistung zusammenhängt [...] [und] dass WM/ICM-Aktivitäten insbesondere sehr stark mit einer hohen Mitarbeitermotivation und einer hohen Innovationsfähigkeit einhergehen.“ [PAWLOWSKY11, S. 23]

ProWis (Prozessorientiertes und -integriertes Wissensmanagement in KMU) stellt eine weitere durch das BMWi geförderte Befragung dar. Hauptziel der Befragung mit 47 teilnehmenden Unternehmen war es, „die direkten Probleme der KMU (kleine und mittlere Unternehmen) im Umgang mit Wissen aufzuzeigen sowie für den notwendigen Handlungsbedarf zu sensibilisieren“ [VOIGT06, S. 2]. Die Ressource Wissen befindet sich dabei unter den Top 3 der nachgefragten Herausforderungen von KMU [VOIGT06, S. 11]. Mit Kenntnis dieser Bedeutung des Wissens für die Unternehmen sind insbesondere die ebenfalls in dieser Studie erhobenen Probleme im Umgang mit Wissen zu beachten. Genannt werden beispielsweise der mangelnde Transfer bestehenden Wissens für neue Projekte und Dienstleistungen sowie die fehlende Transparenz über die intern vorhandenen Kompetenzen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden: Viele Unternehmen erkennen Wissen als Produktions- und damit als Wettbewerbsfaktor an und müssen dieses in das Blickfeld des Managements rücken [NORTH15, S. 20; ZAHN98, S. 45; MORGENSTERN-JEHIA14, S. 31].

Die Ergebnisse der Studien und damit die Erkenntnisse wie auch Benennungen der Herausforderungen für die Unternehmen zeigen, dass es bisher nicht ausreichend gelingt, Wissen zielgerichtet zu managen bzw. zu handhaben. Ein verstärktes Umdenken in diese Richtung lässt sich allerdings durch die Neuauflage der Richtlinie DIN EN ISO 9001 [DIN EN ISO 9001 2015] erkennen, in welcher Wissensmanagement zur Pflicht wird.

Zum einen hängt dies mit einer signifikant ansteigenden Komplexität des verfügbaren und wettbewerbskritischen Wissens zusammen, „andererseits ist ein erheblicher Anteil der in der Realität beobachtbaren Qualitätsmängel und ungewünschten Vorfälle auf das Fehlen kritischen Wissens zurückzuführen“ [NORTH15, S. 21]. Dieser Aspekt wird in der Richtlinie DIN EN ISO 9001 [DIN EN ISO 9001 2015] unter anderem dadurch aufgegriffen, dass sich zwei Vorgehenspunkte explizit mit der Bestimmung des benötigten Wissens sowie der Betrachtung des vorhandenen Wissens beschäftigen. Hierzu wird

eine Audit-Checkliste mit einzelnen Wissensmanagement-Anforderungen der ISO 9001:2015 bereitgestellt. [vgl. NORTH15, S. 21 f.]

Vollmar stellt allerdings fest, dass die inhaltliche Ausgestaltung der ISO 9001:2015 noch ein Risiko birgt, „denn die Norm gibt wenig Konkretes vor und eröffnet damit weitere Interpretationsräume“ [VOLLMAR15, S. 26]. Eine konkrete Fokussierung auf den zuvor identifizierten wettbewerbsrelevanten Bereich der Produktentwicklung steht weiterhin aus. Kritisch sei jedoch angemerkt, dass sich die Produktentwicklung gemäß der Klassifikation von Geschäftsprozessen nach Eppler [EPPLER99, S. 377] (siehe Bild 1.1) im Bereich höchster Prozesskomplexität und Wissensintensität einordnen lässt. Wissen spielt damit in der Produktentwicklung eine wesentliche Rolle.

Prozesskomplexität	hoch	Auftragskonfiguration neues Produkt „anstoßen“ Überarbeitung	Produktinnovation Produktentwicklung Marketing Neu-Geschäftsentwicklung
	niedrig	Ertragsanalyse Auftragserfüllung Werbung	Beschwerdemanagement Kundenservice Systementwicklung strategische Entscheidungsfindung
		schwach	groß
		Wissensintensität	

Bild 1.1: Klassifikation von Geschäftsprozessen nach Eppler [EPPLER99, S. 377]

Unter Vertretung der These, dass der eigentliche Erfolg eines Produkts maßgeblich von der Güte/Qualität des Produktentwicklungswissens abhängt und nach North [NORTH05, S. 3] nur dem Wissen im Unternehmen Bedeutung beigemessen wird, das auch gemessen werden kann, liegt es nahe, eine entsprechende Methode/Vorgehensweise zu entwickeln bzw. zu verwenden, die dies ermöglicht. Mit dieser Motivation ergibt sich die Herausforderung, das Wissen in der Produktentwicklung zu instrumentalisieren und damit zu managen. Dafür eignen sich unter anderem Wissensbilanzen. „Als Management- und Kommunikationsinstrument dient die Wissensbilanz zwei Zielen: Erstens ermöglicht sie die systematische Steuerung der immateriellen Erfolgsfaktoren. Zweitens fungiert die Wissensbilanz als Berichtsinstrument [...]“ [ORTH15, S. 29].

1.2 Zielsetzung

Im Fokus dieser Arbeit steht die zielgerichtete Entwicklung der Ressource Wissen in der Produktentwicklung. Dieses Produktentwicklungswissen stellt, wie eingangs in Kapitel 1.1 erläutert, einen zentralen Wertschöpfungsfaktor heutiger Unternehmen dar und wird bisher nur unzureichend *gemanagt*. Bild 1.2 zeigt das Verständnis im Rahmen dieser Arbeit auf, nach dem Produktentwicklungswissen (PEW) eine Teilmenge des Wissens eines Unternehmens darstellt. Das Wissen eines Unternehmens stellt wiederum nur eine kleine Teilmenge des weltweit verfügbaren Wissens dar.

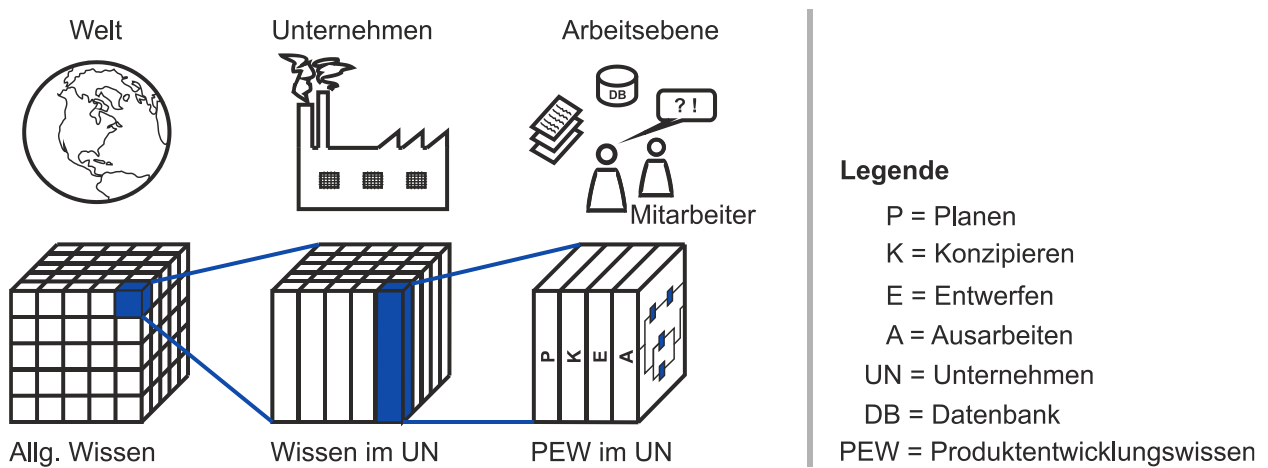
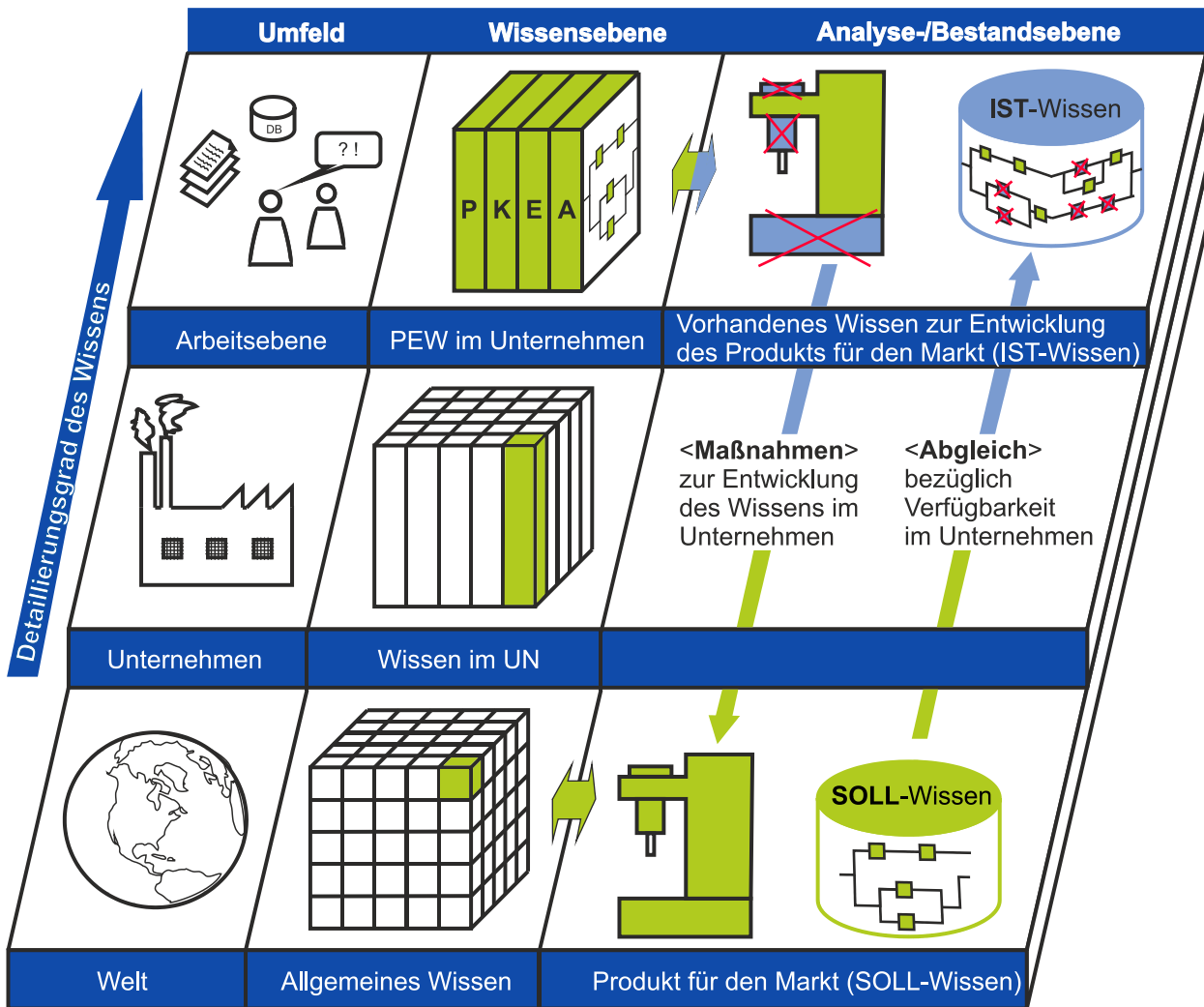


Bild 1.2: Fokus - Wissen der Produktentwicklung im Unternehmen

Die wesentliche Forschungs idee der zugrundeliegenden Arbeit ist in Bild 1.3 visualisiert. Das Bild enthält hierzu in Analogie zu Bild 1.2 drei Ebenen, die sich im Grad der Detaillierung unterscheiden. In Abhängigkeit des betrachteten Umfelds, in dem Wissen vorliegt, verändert sich dessen Detaillierungsgrad. Im Umfeld *Welt* existiert das allgemeine, weltweit verfügbare Wissen, im Umfeld *Unternehmen*, das unternehmensspezifische Wissen und im Umfeld *Arbeitsebene*, das Wissen in spezifischer, für jede Arbeitsebene relevanter Art und Weise. Die jeweilige dem Umfeld zugeordnete horizontale Wissensebene verdeutlicht diesen Konkretisierungsgedanken im Sinne einer zunehmenden Spezifizierung der jeweils notwendigen Wissensinhalte.



Legende UN = Unternehmen PEW = Produktentwicklungswissen
 DB = Datenbank P/K/E/A = Phasen des Produktentwicklungsprozesses

Bild 1.3: Idee der zugrundeliegenden Arbeit

Um das unternehmerische Gesamtziel der Erschaffung eines Produkts für den Markt zu erreichen, ist für Unternehmen die Notwendigkeit gegeben, über das richtige Wissen (SOLL-Wissen) zu verfügen. Das SOLL-Wissen setzt sich aus allen notwendigen Wissensinhalten zusammen, die zur Entwicklung und späteren Produktion (je nach Fokussierung) notwendig sind. Es umfasst damit unter anderem Wissen über den Markt, über die Eigenschaften und Funktionen des Produkts sowie Kenntnisse der Herstellung. Aus Sicht des Wissensmanagements stellt sich die Frage, ob das jeweilige SOLL-Wissen auch im entsprechenden Unternehmen zur Verfügung steht. Dieser Gedanke wird in Bild 1.3 in der rechten Hälfte (Analyse-/Bestandsebene) aufgegriffen. Ausgehend von einem idealen SOLL-Wissen des Produkts, muss auf Arbeitsebene der Produktentwicklung

eine Analyse des dort vorliegenden Produktentwicklungswissens erfolgen. Dieses Wissen stellt das aktuell vorhandene Wissen zur Entwicklung des Produkts für den Markt, das IST-Wissen, dar.

Ein Abgleich bezüglich des im Unternehmen vorhandenen IST-Wissens mit dem zur erfolgreichen Produktentwicklung notwendigen SOLL-Wissens ermöglicht die Identifizierung möglicher Wissensdefizite. Zum Erlangen der notwendigen, im Unternehmen nicht vorhandenen, Wissensinhalte, sind geeignete Maßnahmen zur Entwicklung des Wissens im Unternehmen zu ergreifen.

Als übergeordnetes Ziel kann folglich die Bestimmung des vorhandenen sowie benötigten Wissens zur Produktentwicklung in Unternehmen betrachtet werden, damit dieses bewertet und situationsspezifisch entwickelt werden kann. Im Vorfeld muss allerdings geklärt werden, was unter Produktentwicklungswissen verstanden wird und wie dieses bewertet werden kann. Wissen stellt dabei ein immaterielles Gut dar.

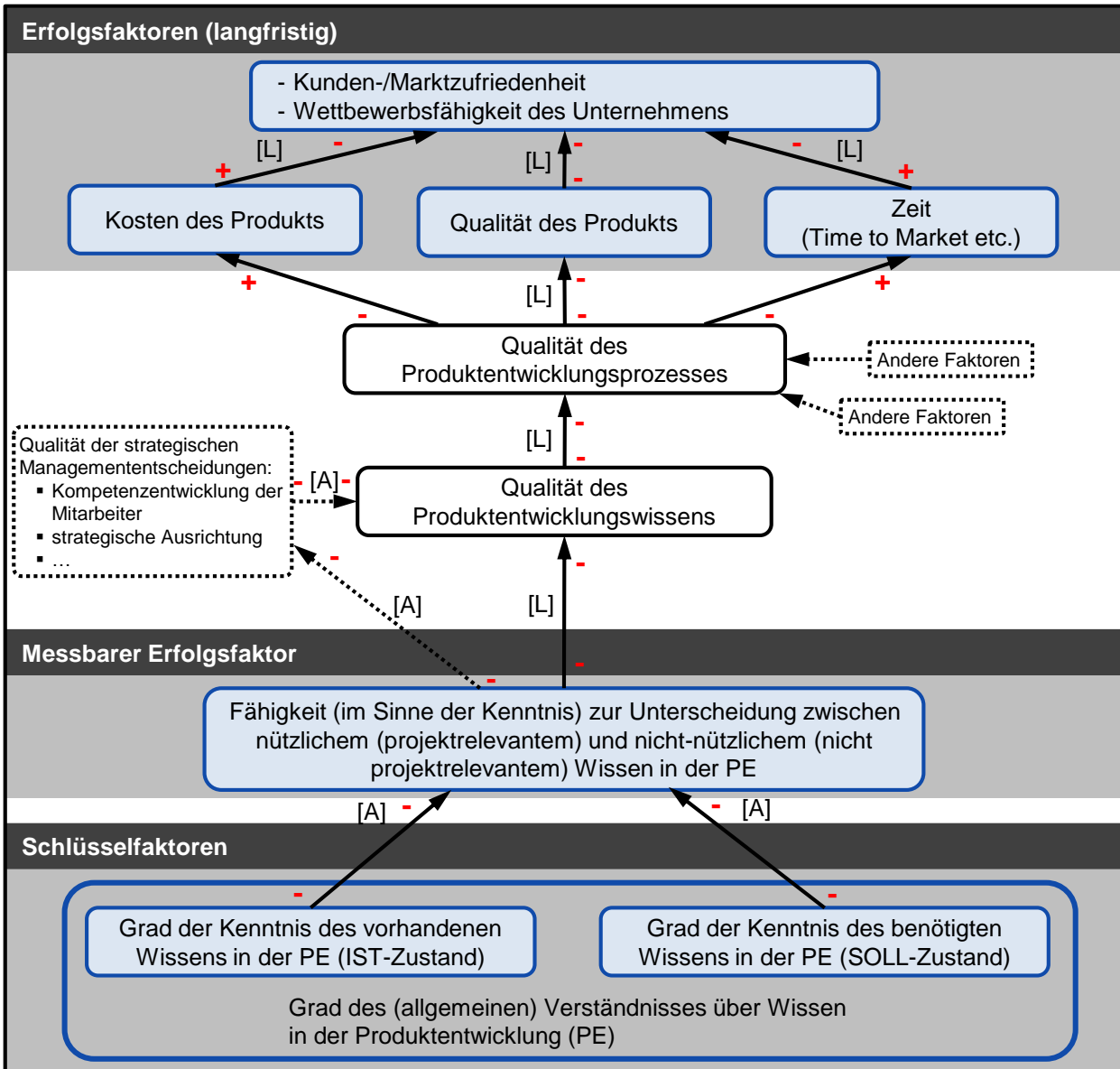
Im nachfolgenden Abschnitt erfolgt eine übergeordnete ganzheitliche Betrachtung der Wirkzusammenhänge zur Verdeutlichung des bisher beschriebenen Handlungsbedarfs.

Vereinfachtes Reference-Model

Blessing und Chakrabarti [BLESSING09] stellen im Rahmen der „Design Research Methodology“ (DRM) verschiedene Hilfsmittel und Herangehensweisen zur besseren Strukturierung und Bearbeitung vornehmlich wissenschaftlicher Arbeiten zur Verfügung. Die DRM besteht hierzu aus vier Stufen, die ausgehend von einer Forschungsplanung zur Bestimmung des Forschungsziels (Research Clarification = RC), über die Analyse empirischer Daten zum Erlangen eines Forschungsverständnisses (Deskriptive Studie I = DS I), über die Synthese der Erwartungen und Erfahrungen zur Erarbeitung einer Lösung (Präskriptive Studie = PS), bis hin zur Analyse der neu erhobenen empirischen Daten zur Bewertung (Deskriptive Studie II = DS II), in variabler Tiefe und Wiederholreihenfolge in Abhängigkeit der zu beantwortenden Forschungsfragestellung, durchlaufen werden.

Ein Hilfsmittel der DRM ist das Reference-Model, welches zur Beschreibung der aktuellen Situation in der Produktentwicklung herangezogen werden kann. Dieses stellt die Vorlage für die Bewertung der beabsichtigten Verbesserungen dar [BLESSING09, S. 20 ff.]. Ein zugehöriges Impact-Model, das aus dem Reference-Model entwickelt werden kann, zeigt die gewünschte, zukünftige Situation auf, die durch die eigene zu entwickelnde Unterstützung entstehen soll [BLESSING09, S. 28 f.].

Bild 1.4 beinhaltet das für diese Arbeit zutreffende Reference-Model, mit dem die dieser Arbeit zugrundeliegende Situation beschrieben wird. Unterschieden wird in nicht direkt messbare langfristige Erfolgsfaktoren, in während der Erstellung der Arbeit direkt messbare Erfolgsfaktoren sowie in Schlüsselfaktoren, die die messbaren Erfolgsfaktoren direkt beeinflussen.



- Legende:**
- ... Faktor (Schlüssel-, messbarer und langfristiger Erfolgsfaktor)
 - \longrightarrow relevante Ursache-Wirkungsbeziehung
 - $\cdots\longrightarrow$ ergänzende Ursache-Wirkungsbeziehung
 - +, - Werte der Faktoren („+“ = steigend, „-“ = sinkend)
 - [...] Quellenverweis auf Literatur [L] oder Annahme [A]

Bild 1.4: Vereinfachtes Reference-Model der vorliegenden Arbeit

Langfristige Ziele eines Unternehmens sind zum einen die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit, zum anderen die Befriedigung der Kunden-/Marktzufriedenheit. Huber et al.

[HUBER09, S. 69 ff.] zeigen beispielsweise auf, dass eine sinkende Produktqualität zu einer geminderten Wettbewerbsfähigkeit führt. Der gleiche Effekt ist bei steigenden Kosten des Produkts sowie bei längeren *Time to Market*-Zeiten zu beobachten. Die drei Faktoren Kosten, Qualität und Zeit stehen ihrerseits unter anderem in Wechselwirkung zur Qualität des Produktentwicklungsprozesses und der Qualität des Wissens in der Produktentwicklung. Ein schlechter Produktentwicklungsprozess führt beispielsweise zu einer sinkenden Qualität des Produkts oder auch zu steigenden Kosten des Produkts. Zudem wird angenommen, dass fehlendes oder schlechtes Wissen in der Produktentwicklung den Produktentwicklungsprozess negativ beeinflusst. Gründe für eine schlechte Qualität des Produktentwicklungswissens können unter anderem in einer fehlerhaften strategischen Ausrichtung des Unternehmens und damit zusammenhängend, einer schlechten Kompetenzentwicklung der Mitarbeiter liegen. Um das Produktentwicklungswissen strategisch richtig zu entwickeln und damit den Produktentwicklungsprozess nachhaltig zu verbessern, bedarf es der Fähigkeit zur Unterscheidung zwischen nützlichem und nicht-nützlichem Wissen in der Produktentwicklung (PE). Bisher lässt sich feststellen, dass diese Fähigkeit nur rudimentär in Unternehmen vorhanden ist und eine positive Beeinflussung der nachfolgenden kausalen Wirkbeziehungen häufig nicht gegeben ist. Die Fähigkeit zur Unterscheidung wird in dieser Arbeit als messbarer Erfolgsfaktor herangezogen, der im Laufe der Arbeit noch operationalisiert werden muss. Es wird angenommen, dass ein geringer Grad der Kenntnis des vorhandenen und des benötigten Wissens in der PE zu einer schwach ausgeprägten Fähigkeit zur Unterscheidung führt. Die zwei Grade der Kenntnis stellen in dieser Arbeit die Schlüsselfaktoren dar, die es positiv zu beeinflussen gilt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit besteht in der Entwicklung einer Methode zur Bewertung von Produktentwicklungswissen bzw. des in der Produktentwicklung benötigten Wissens. Aktuell gelingt es nur unzureichend, Wissen zielgerichtet zu entwickeln. Dies lässt sich unter anderem mit der mangelnden Kenntnis vorhandenen und benötigten Wissens in der PE erklären. Unerwünschte Folgen dieser intransparenten Wissensbestände können sich in längeren Entwicklungszeiten, steigenden Quoten an Entwicklungsfehlern, schlechterer Qualität der Produkte und damit in einer langfristigen Schädigung der (nachhaltigen) Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen widerspiegeln.

1.3 Vorgehensweise und Struktur der Arbeit

Wurden bisher die der Arbeit zugrundeliegende Herausforderung und die sich ergebende Motivation vorgestellt sowie im Reference-Model der aktuelle Zustand mit Handlungsbedarf grafisch visualisiert, wird im Folgenden die Vorgehensweise zur Beantwortung der sich ergebenden Fragen und die Struktur der Arbeit erläutert.

Es lassen sich im Wesentlichen zwei Sichtweisen unterscheiden. Zum einen wird in einer ersten Analysephase deskriptiv gearbeitet. Dies bedeutet, dass zur Lösung des bestehenden Problems ein Verständnis über Produktentwicklungswissen erarbeitet werden muss. Im zweiten nachgelagerten Syntheseschritt wird eine Unterstützung für das Produktentwicklungswissen erarbeitet, mit dem Ergebnis der Entwicklung einer präskriptiven Methode zur Bewertung des Wissens in der Produktentwicklung. Das letztendliche Ziel einer solchen Methodenentwicklung besteht in der Befähigung zur Entwicklung des *richtigen* Wissens in der Produktentwicklung.

1.3.1 Übergeordnete Forschungsfragen und Wissensmanagementkontext

Die Erarbeitung einer Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung bedarf eines grundlegend strukturierten und nachvollziehbaren Vorgehens. Eine erste Forschungsfrage, die es zu klären gilt, ist die Beantwortung der Frage, was speziell unter Produktentwicklungswissen (PEW) verstanden wird. Es existiert eine Vielzahl an Begriffsdefinitionen und Einschätzungen, was unter Wissen aufgefasst werden kann. An dieser Stelle sei auf den Stand der Forschung und Technik dieser Arbeit verwiesen, allerdings gibt es bisher keine allgemein verständliche bzw. gültige Definition für Wissen im Kontext der Produktentwicklung. Angelehnt an sozialempirische Vorgehensweisen (vgl. hierzu z. B. KROMREY98), die mittels Hypothesenformulierung, dimensionaler Analysen, Operationalisierung und weiterer Werkzeuge einen spezifischen Sachverhalt erschließen, erfolgt in Kapitel 5.1 die Erarbeitung des notwendigen gültigen Grundverständnisses des Begriffs Produktentwicklungswissen in dieser Arbeit auf detaillierterer Ebene.

Eine zweite Forschungsfrage setzt sich mit der Immaterialität von Wissen auseinander. Wissen gilt allgemeinsprachlich als *schwer greifbares Gut*, das vornehmlich in den Köpfen der Mitarbeiter vorliegt und schwer externalisierbar ist. Wie kann dieses Wissen im Rahmen dieser Arbeit greifbar und damit bewertbar gemacht werden?

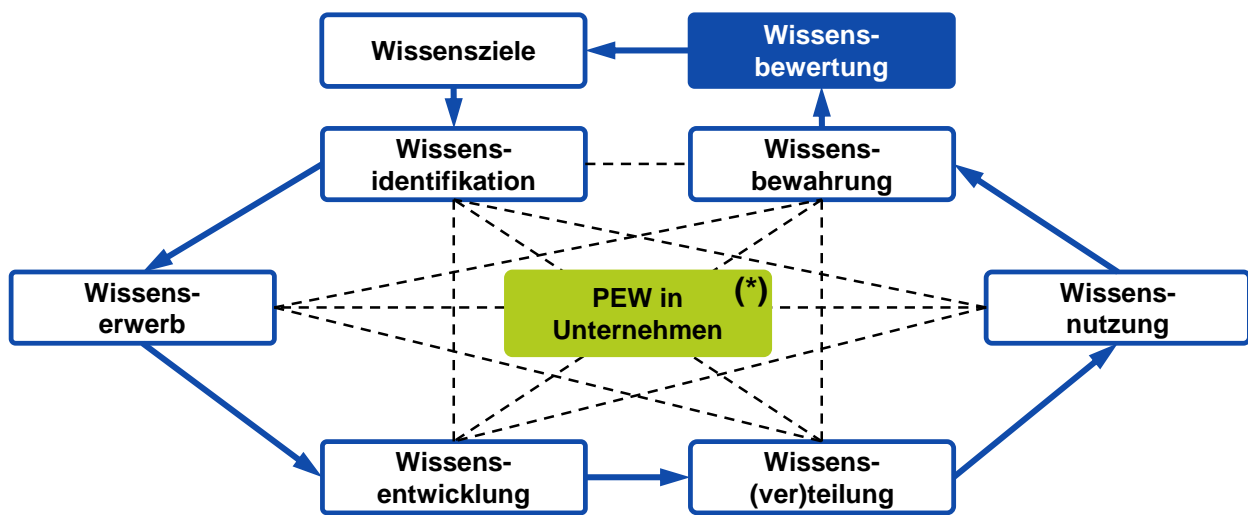
Soll eine Beurteilung des im Unternehmen vorliegenden Wissens in der Produktentwicklung ermöglicht werden, ist die Kenntnis eines geeigneten Referenzwerts nötig. Damit

ergibt sich eine weitere Fragestellung, mit der beantwortet werden soll, wie das benötigte Wissen in der Produktentwicklung sich darstellt, bzw. auch, wie dieses ermittelt wird.

Allen Überlegungen übergeordnet muss letztendlich der Fragestellung nachgegangen werden, wie sich ein geeignetes Vorgehen zur Bewertung des Wissens in der Produktentwicklung realisieren lässt.

Die Entwicklung einer Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung ist nur dann zweckmäßig, wenn diese in die bestehende Welt des Wissensmanagements integriert wird und geeignete Unterstützung in Feldern mit Handlungsbedarf bietet. Den Stand der Forschung dieser Arbeit berücksichtigend, ist daher die Entwicklung einer solchen Methode eine notwendige Handlung. Zur Steigerung einer späteren Akzeptanz bei der Anwendung, soll dort, wo es möglich ist, auf bestehende Werkzeuge und Methoden des Wissensmanagements zurückgegriffen werden.

Diesen Gedanken aufgreifend kann die Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung exemplarisch als Bestandteil der acht Bausteine des Wissensmanagements nach Probst [PROBST12, S. 34] verstanden werden. Dies ist in Bild 1.5 dargestellt (Baustein *PEW in Unternehmen*), stellvertretend für eine Eingliederung in allgemeine Wissensbewertungskonzepte, wie z. B. das Modell der *Wissensbilanz - Made in Germany*.



Legende: PEW = Produktentwicklungswissen
 (*) = Fokus dieser Arbeit

Bild 1.5: Forschungsarbeit im Kontext des Wissensmanagements

1.3.2 Struktureller Aufbau der Arbeit

In Bild 1.6 ist der Aufbau der vorliegenden Arbeit zu sehen. Im Anschluss an dieses einleitende Kapitel (entspricht der Forschungsplanung *RC*), in dem auf die Problemstellung, Motivation, Zielsetzung sowie die Vorgehensweise und Struktur der Arbeit eingegangen wurde, werden im zweiten Kapitel Grundlagen erarbeitet, der Stand der Forschung und Technik reflektiert und Defizite aufgedeckt. Mit diesem neuen Kenntnisstand erfolgt innerhalb der Deskriptiven Studie I (*DS I*) die Konkretisierung der Zielsetzung, das Festlegen der weiteren Vorgehensweise der Arbeit sowie das Bestimmen relevanter Anforderungen an die zu erarbeitende Methode (Kapitel 3). In Kapitel 4 werden die später notwendigen Schritte der Methode als Konzept und das zugrundeliegende Evaluationskonzept präsentiert. In der nachfolgenden Präskriptiven Studie (*PS*) wird in Kapitel 5 beschrieben, wie die dargestellte Problematik gelöst werden soll, und in Kapitel 6 eine erste softwaretechnische Realisierung vorgestellt. Innerhalb der Deskriptiven Studie II (*DS II*) soll anhand einer Evaluation die Anwendbarkeit und Nützlichkeit der erarbeiteten Lösung nachgewiesen werden (Kapitel 7). Die Arbeit endet mit einer Zusammenfassung (Kapitel 8) und einem Ausblick (Kapitel 9).



Bild 1.6: Struktur der Arbeit

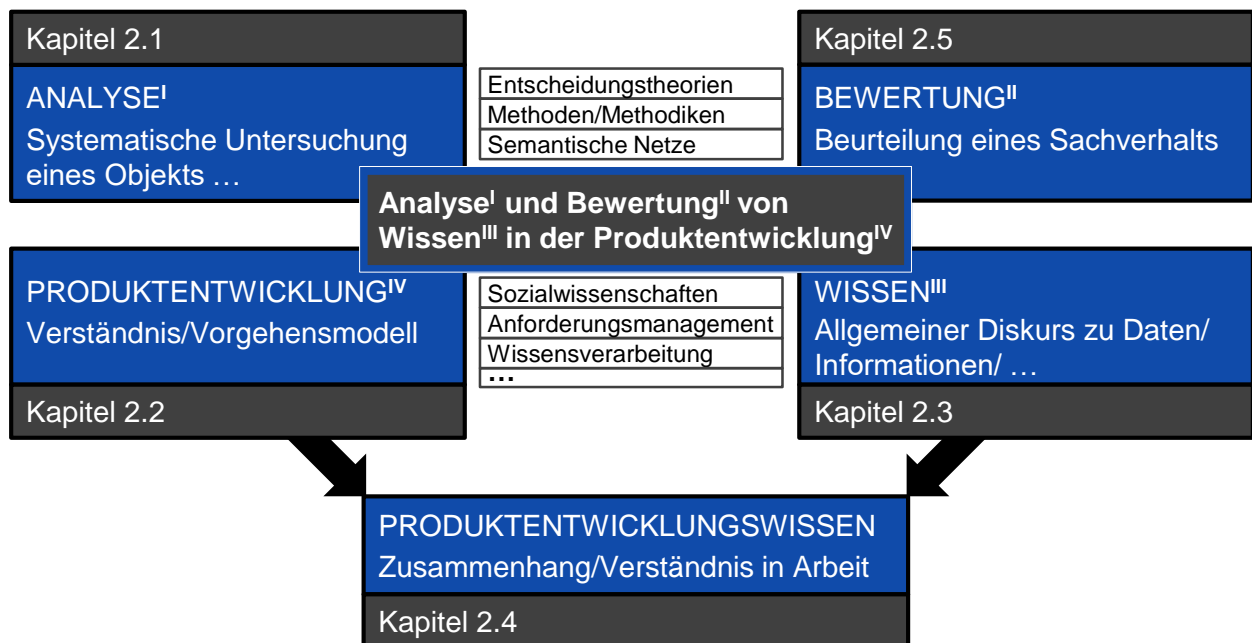
2 Stand der Forschung und Technik

Werden die Einleitung und die damit zusammenhängende Motivation, aktuelle Handlungsbedarfe sowie die Zielsetzung in Kapitel 1 dieser Arbeit berücksichtigt, ergibt sich für die vorliegende Arbeit ein formulierter Arbeitsauftrag, der folglich dem Titel der Arbeit entspricht: „Analyse und Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung“.

Für eine zielgerichtete Analyse des Stands der Forschung und Technik orientiert sich dieses Kapitel am Titel der Arbeit. Hierbei wird der Titel in die Teilthemen I-IV zerlegt (siehe Bild 2.1) und das Forschungsfeld mit Hilfe eines abstrahierten ARC-Diagramms (Areas of Relevance and Contribution-Diagramm) aufgespannt. Das ARC-Diagramm ist neben dem bereits vorgestellten Reference-Model ein weiteres wichtiges Hilfsmittel der DRM nach Blessing und Chakrabarti [BLESSING09] und kann zur Strukturierung und Visualisierung von Wissensgebieten der eigenen Arbeit genutzt werden.

Mit Hilfe des ARC-Diagramms wird festgelegt, welche Bereiche mit dem Thema zusammenhängen, wie relevant diese Bereiche für das Thema sind (notwendig/nützlich) oder auch, in welchem der dargestellten Bereiche ein Beitrag erfolgen soll. [BLESSING09, S. 63 f.]

Bild 2.1 zeigt das für diese Arbeit zugrundeliegende ARC-Diagramm.



- Legende:**
- = Arbeit liefert wesentlichen Beitrag zu diesem Thema
 - = Relevantes Themenfeld für die Arbeit
 - = Auszug aus nützlichen/berücksichtigten Themenfeldern für die Arbeit

Bild 2.1: Abstrahiertes ARC-Diagramm der vorliegenden Arbeit

In Kapitel 2.1 wird zuerst auf allgemeine Aspekte der Analyse eingegangen. Kapitel 2.2 grenzt den Bereich der Produktentwicklung und Kapitel 2.3 den Bereich Wissen und das damit zusammenhängende Themenfeld Wissensmanagement für die vorliegende Arbeit ein. Das zentrale Thema dieser Arbeit ist die Bewertung von Wissen. Basierend auf den zwei vorangegangenen Kapiteln wird daher in Kapitel 2.4 speziell der Begriff Produktentwicklungswissen untersucht und hinsichtlich des Stands der Technik definiert. Abschließend erfolgt in Kapitel 2.5 die Untersuchung des Begriffs Bewertung und damit zusammenhängend eine Analyse bisheriger Bewertungsverfahren für Wissen im Umfeld der Produktentwicklung.

2.1 Analyse

Der Begriff Analyse ist in der Literatur vielfach belegt und soll in diesem Kapitel nicht umfassend erläutert, jedoch in wesentlichen Aspekten betrachtet werden. In technischen Anwendungsfeldern wird die Analyse als Methode zum Erlangen eines Systemverständnisses herangezogen [BINZ16, S. 9-1]. Pahl und Beitz verstehen allgemein unter Analysieren den Vorgang der Informationsgewinnung durch „Zerlegen und Aufgliedern sowie durch Untersuchen der Eigenschaften einzelner Elemente und der Zusammenhänge zwischen ihnen“ [PAHL07, S. 74 f.]. Es kann unter anderem zwischen den Begriffen der *Problemanalyse* (Fokussieren auf das Wesentliche und Vorbereiten der Lösungssuche), der *Strukturanalyse* (Suchen nach strukturellen Zusammenhängen) und der *Schwachstellenanalyse* (Identifizieren von Schwachstellen und Fehlern) unterschieden werden.

Stehen weniger Systeme und Prozesse im Vordergrund, sondern vielmehr das Sammeln und Auswerten beobachteter systematischer Daten mittels menschlicher Sinne, kann die angrenzende Wissenschaft der empirischen Sozialforschung herangezogen werden. „Ziel dieser Forschung ist es, „Phänomene der realen Welt (möglichst ‚objektiv‘) zu beschreiben und zu klassifizieren“, sowie (möglichst ‚allgemeingültige‘) Regeln zu finden, durch die die Ereignisse in der realen Welt erklärt und Klassen von Ereignissen vorhergesagt werden können“ [KROMREY98, S. 22].“ [SCHLEYER10, S. 7].

In einer vom Autor dieser Arbeit betreuten Studienarbeit wurden mit Schleyer [SCHLEYER10] gemeinschaftlich ein erster Forschungsplan zur Bearbeitung der dieser Arbeit zugrundeliegenden Thematik entworfen sowie terminologische Aspekte der empirischen Sozialwissenschaft untersucht. Die wesentliche Erkenntnis ist, dass die Beschreibung der realen Welt in den empirischen Sozialwissenschaften in vier Schritten

[vgl. FRIEDRICHS90, S. 107] erfolgt. Die damit verbundene Analyse eines Sachverhalts ist verallgemeinert als Schrittfolge in Bild 2.2 dargestellt und findet im Verlauf der Arbeit resultierend in der *Dimensionalen Analyse* Anwendung.

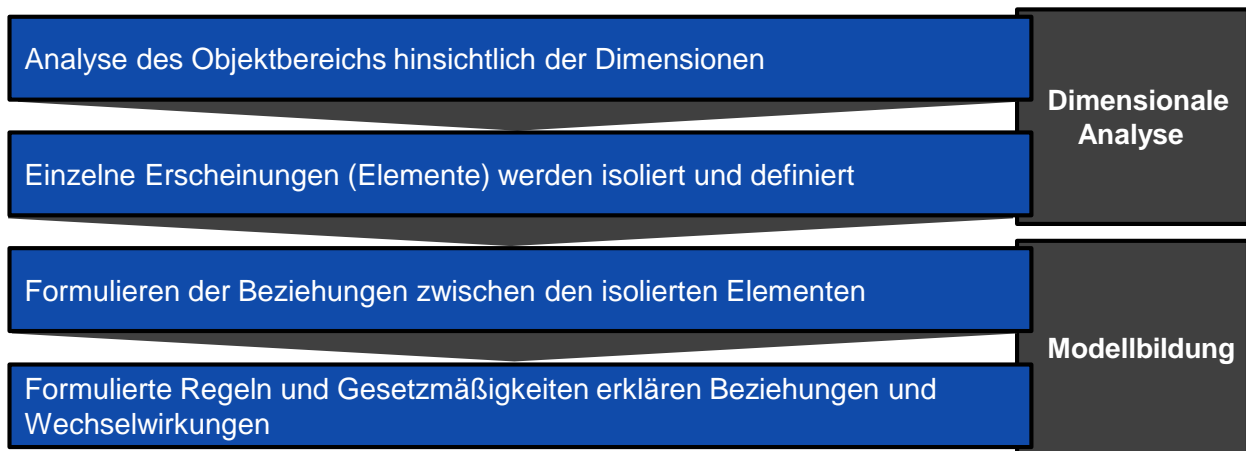


Bild 2.2: Analyse-Schritte der empirischen Sozialwissenschaften in Anlehnung an Friedrichs [FRIEDRICHS90, S. 107]

Die genaue Kenntnis eines immateriellen Faktors, hier das Wissen, trägt maßgeblich zum gesetzten Ziel einer Bewertung des Produktentwicklungswissens bei. Hierzu ist es notwendig, den bestehenden Umfeldkontext zu thematisieren. Im folgenden Kapitel wird daher der Begriff Produktentwicklung näher beschrieben.

2.2 Produktentwicklung

Unter Produktentwicklung werden sämtliche Arbeitsschritte, beginnend bei der Produktidee, über zugehörige Tätigkeiten zum Lösen technischer Probleme, bis hin zur Einführung eines marktfähigen Produkts verstanden. [u. a. nach EDER08, S. 12; ULRICH12, S. 2]

Produktentwicklung findet häufig in interdisziplinärer Zusammenarbeit statt und wird durch verschiedenste Bereiche wie z. B. die Organisation, Prozesse oder Märkte beeinflusst. Die Entwicklungsaufgaben können Ausprägungen zwischen innovativen Neuentwicklungen (z. B. Brennstoffzellen im Automobil) bis hin zu Anpasskonstruktionen (z. B. dritte Bremsleuchte im Automobil) annehmen [LINDEMANN09, S. 7].

Neue Produkte müssen „in immer kürzerer Zeit, unter hohem Kostendruck und mit hoher Qualität entwickelt werden“ [LINDEMANN09, S. 14]. In der Produktentwicklung vorherrschende Strategien (z. B. das Projektmanagement oder das Simultaneous Engineering) sollen zur Erreichung dieser Ziele beitragen und beinhalten bei genauer Betrachtung geeignete Vorgehensweisen. [LINDEMANN09, S. 14].

Vorgehensweisen bestimmen den organisatorischen Rahmen von Abläufen in Unternehmen und beinhalten einzelne häufig überlappend beziehungsweise parallel zu durchlaufende Prozessschritte. „Unter einem Prozess wird eine Folge von Aktivitäten unter Nutzung von Informationen und Wissen sowie materiellen Ressourcen verstanden. Dabei werden Eingangsinformationen (Input) durch eine Aktivität zu Ausgangsinformationen (Output) verarbeitet“ [LINDEMANN09, S. 15 f].

Vorgehensweisen finden sich in abstrahierter Form in sogenannten Vorgehensmodellen, in der Domäne des Maschinenbaus unter dem Begriff Konstruktionsmethodiken, wieder. In der Einleitung dieser Arbeit wurden diese exemplarisch aufgeführt. Im Nachfolgenden soll stellvertretend für alle Vorgehensmodelle die Vorgehensweise innerhalb der VDI 2221 [VDI 2221 1993] erläutert werden, die unter anderem nach Costa [COSTA15, S. 3] eines der am häufigsten zitierten Entwicklungsprozessmodelle darstellt. Gegenwärtig liegt eine Neuauflage der VDI-Richtlinie 2221 [VDI 2221 2018A und VDI 2221 2018B] als Entwurf vor. Dieser beinhaltet weiterhin die wesentlichen Aspekte der *alten* VDI 2221 [VDI 2221 1993]. Eine wesentliche Neuerung ist die deutlich stärkere Prozessorientierung. In Blatt 1 [VDI 2221 2018A] werden Grundlagen zur methodischen Entwicklung aller Art von technischen Produkten und Systemen behandelt sowie in einem Modell der Produktentwicklung zu Zielen, Aktivitäten und Arbeitsergebnissen konkretisiert. Blatt 2 [VDI 2221 2018B] beinhaltet exemplarische Produktentwicklungsprozesse in unterschiedlichen Kontexten und erläutert in Abhängigkeit definierter Prozessphasen zugehörige Aktivitäten.

Dieser Arbeit liegt die zu Beginn der Bearbeitung existierende ältere Richtlinie zu Grunde. Nach der VDI-Richtlinie 2221 [VDI 2221 1993, S. 9] gliedert sich der allgemeine Konstruktionsprozess in vier Phasen (Planen, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten) bzw. sieben Arbeitsschritte [PAHL07, S. 193 f.], siehe Bild 2.3.

Diese Arbeitsschritte werden je nach Aufgabenstellung vollständig, nur teilweise oder mehrmals iterativ durchlaufen. In einem ersten Arbeitsschritt werden die vom Produkt geforderten oder gewünschten Merkmale festgelegt und damit indirekt zugleich seine Qualität bestimmt. Das Arbeitsergebnis ist die Anforderungsliste, die abhängig von der Vorgehensart strukturiert werden kann. [VDI 2221 1993, S. 10]

Im Arbeitsschritt zwei erfolgt das Ermitteln der Gesamtfunktion und zu erfüllender zugehöriger Teilfunktionen sowie deren Zusammenhänge. Das Arbeitsergebnis nach Abstraktion und Konzentration auf das Wesentliche sowie Zerlegung eines komplexen Produkts in überschaubare Teilaufgaben sind eine oder mehrere Funktionsstrukturen.

Diese können als Beschreibung oder als formale Darstellungen und Schaltungen festgelegt werden. [VDI 2221 1993, S. 10]

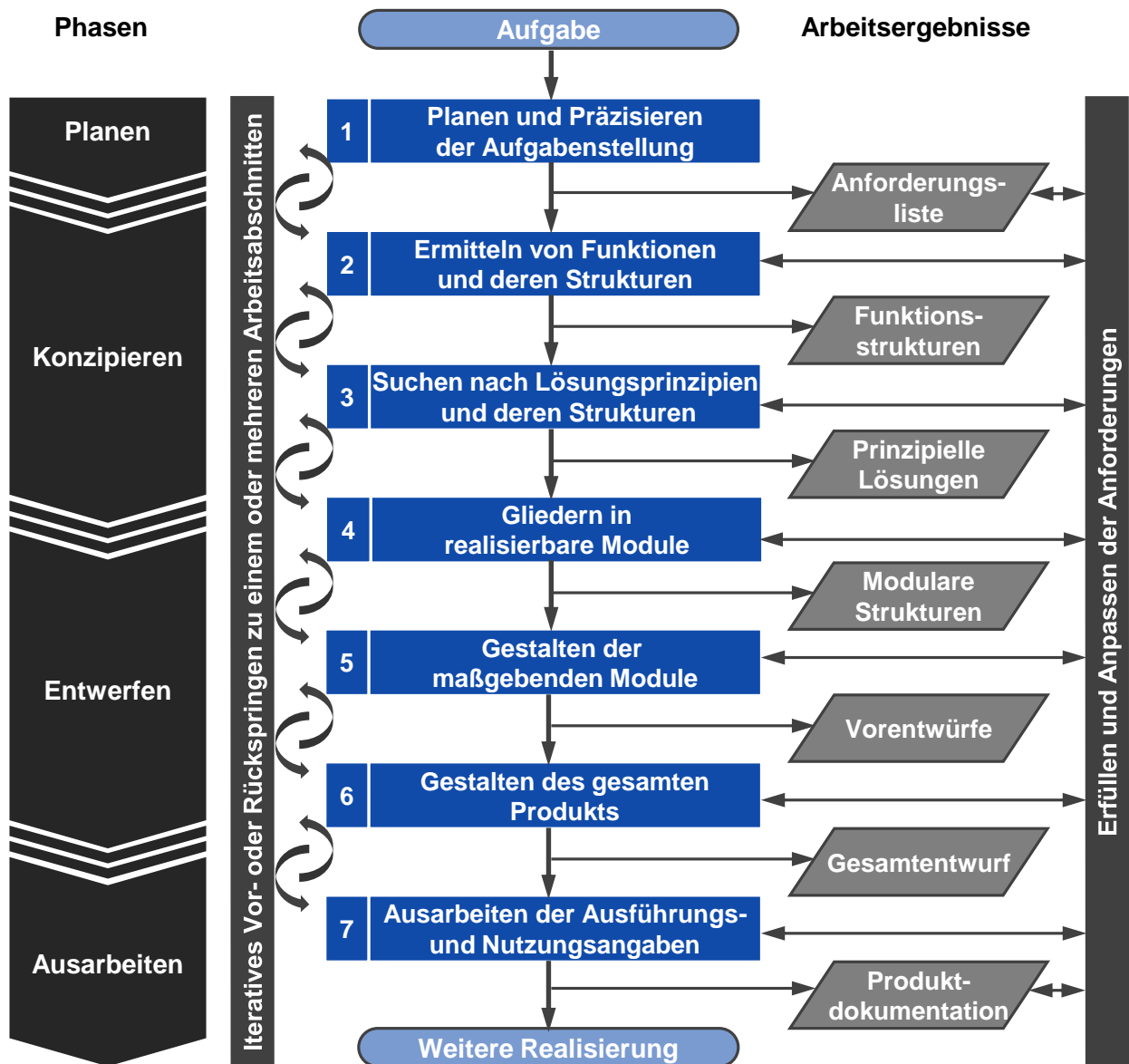


Bild 2.3: Vorgehensmodell der VDI 2221 [VDI 2221 1993, S. 9]

Das Finden prinzipieller Lösungen für alle Funktionen oder zunächst wesentlichen Teilfunktionen der Funktionsstruktur findet in Arbeitsschritt drei statt. Dies beinhaltet das Auswählen physikalischer, chemischer oder anderer Effekte und deren anschließende Realisierung durch sogenannte wirkstrukturelle Festlegungen. Das Arbeitsergebnis ist die Auswahl einer oder mehrerer Lösungsprinzipien und damit die Wirkstruktur zum Erfüllen einzelner Funktionen oder Funktionsstrukturen des anvisierten Produkts. [VDI 2221 1993, S. 10]

Im vierten Arbeitsschritt werden die prinzipiellen Lösungen in konkrete Entwurfsaufgaben aufgegliedert. Mit dem Arbeitsergebnis einer modularen Struktur lassen sich bereits die

Gliederung der Lösung in die für deren Realisierung wesentlichen Teilsysteme und Systemelemente sowie deren Schnittstellen erkennen. [VDI 2221 1993, S. 10]

Das sich anschließende Gestalten der maßgebenden Module in Arbeitsschritt fünf entspricht einer Grobgestaltung und damit der Festlegung der wichtigsten Baugruppen. Dies erfolgt in Vorentwürfen für die maßgebenden Module, z. B. durch erste grobe maßstäbliche Zeichnungen. [VDI 2221 1993, S. 11]

In Arbeitsschritt sechs folgen weitere Detaillierungen und damit die Gestaltung des gesamten Produkts. Das resultierende Arbeitsergebnis ist der Gesamtentwurf. [VDI 2221 1993, S. 11]

Abschließend werden im siebten Arbeitsschritt notwendige Ausführungs- und Nutzungsangaben ausgearbeitet und die Produktdokumentation erstellt. [VDI 2221 1993, S. 11]

Grundsätzlich können während der Produktentwicklung zur Anwendung kommende Konstruktionsmethoden als „systematisch zusammengefasste Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Wissenschaft und der Praxis verstanden [werden], die dazu dienen sollen, die Konstruktionslehre und die Produktentwicklung zu verbessern. Diese Erfahrungen und Kenntnisse sind in Form von Regeln, Hinweisen, Handlungsanweisungen, Empfehlungen, Vorgehensplänen, Denkmethode, Systematiken, Algorithmen etc. abgebildet; man kann von einer systematisierten und abstrahierten Mitteilung von Erfahrungen und Erkenntnissen sprechen.“ [JÄNSCH07, S. 27].

Im nächsten Teilkapitel erfolgt nun die nähere Betrachtung des Begriffs Wissen.

2.3 Wissen

Das Thema *Wissen* ist gegenwärtig ein weit erforschtes Gebiet, besonders da die Industrie das Potenzial des Wissens für sich entdeckt und es zum neuen Produktionsfaktor erklärt hat [vgl. BÜRGE98, S. 53 f.]. Es wird vor allem der Frage nachgegangen, wie das Wissen, das in einem Betrieb vorhanden ist, *organisiert* werden kann. Eine Antwort auf diese Frage zu finden, ist die Aufgabe des Wissensmanagements.

Dafür muss zunächst herausgearbeitet werden, was Wissen eigentlich ist und worin der Unterschied zu Informationen besteht. Eine eindeutige Abgrenzung der Begriffe ist wichtig, um das Wissensmanagement überhaupt vom Informationsmanagement unterscheiden zu können [vgl. WILSON02, S. 2]. In diesem Punkt herrscht jedoch große Uneinigkeit in der Forschungsgemeinschaft. Kann Wissen dokumentiert und in Archiven gelagert werden wie materielle Güter, oder ist Wissen als kompliziertes Produkt mentaler Prozesse nur in den Köpfen einzelner Personen vorhanden?

In Kapitel 2.3.1 sollen hierzu vorherrschende terminologische Abgrenzungen betrachtet werden, die in Kapitel 2.3.2 um eine eigene Untersuchung zur sprachlichen Abgrenzung der Begriffe Informationen und Wissen ergänzt werden. Nachfolgende Kapitel beschäftigen sich mit Strukturierungsformen des Wissens sowie Konzepten und Modellen des Wissensmanagements.

2.3.1 Terminologische Abgrenzung von Informationen und Wissen

Je nach Perspektive bzw. wissenschaftlichen Kontext wird der Begriff *Wissen* unterschiedlich definiert. Stellvertretend für viele Autoren erfolgt in VDI-Richtlinie 5610 Blatt 1 [VDI 5610 2009, S. 4] eine Unterscheidung und Spezifizierung der Begriffe Daten, Informationen und Wissen. Daten ergeben in einem Kontext Informationen, die vernetzt wiederum Wissen darstellen. Bild 2.4 veranschaulicht diesen Zusammenhang und liefert ergänzend ein Beispiel. Erweitert wird das Bild um den wesentlichen Aspekt der Wissensumwandlung nach Nonaka und Takeuchi [NONAKA97, S. 74 ff.]. Hierunter werden grundsätzlich die vier verschiedenen Formen der Wissensumwandlung verstanden, die durch Wandlung impliziter und expliziter *Wissensinhalte* erreicht werden. Eine definitorische Abgrenzung der Begriffe explizit und implizit erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln.

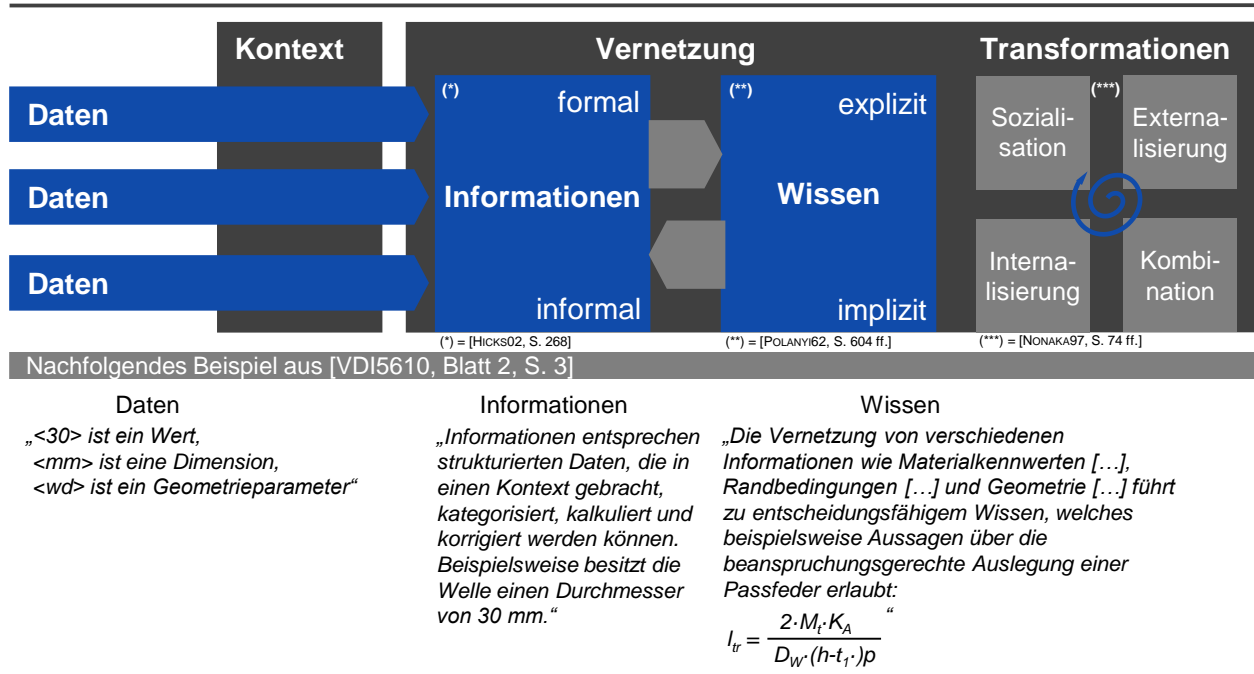


Bild 2.4: Beziehung zwischen Daten, Informationen und Wissen

Über diese einfache Modelldarstellung zur Interaktion zwischen Daten, Informationen und Wissen hinaus gibt es zahlreiche umfangreichere Modelle mit zum Teil feineren Abstufungen. Nach der im Anschluss folgenden sprachlichen Abgrenzung der Begriffe

Informationen und Wissen werden in Kapitel 2.3.3 wesentliche Strukturmodelle für Wissen vorgestellt.

2.3.2 Sprachliche Abgrenzung – Literaturrecherche zu Informationen/Wissen

Wie einleitend in der Zielsetzung (Kapitel 1.2) erläutert, handelt es sich bei Wissen allgemeinsprachlich um ein immaterielles Gut. Eine Literaturrecherche soll Aufschluss darüber geben, welche Definition von Informationen und Wissen in der Forschungsgemeinschaft vorherrschend ist und welche Konsequenzen sich aus der Sichtweise für Forschungen auf dem Gebiet *Wissensmanagement* ergeben. Es soll damit untersucht werden, ob es für diese Arbeit zulässig ist, allgemein von Wissen zu sprechen, oder ob eine Unterscheidung zwischen den beiden Begriffen Informationen und Wissen immer zwangsweise notwendig ist.

Fragestellung

Aufbauend auf der Motivation dieser Untersuchung wurden zwei Fragen formuliert, die nachfolgend als Leitfaden dienen:

- *Welche ist die vorherrschende Auffassung über Informationen/Wissen im Umfeld des Informations-/Wissensmanagements? (Leitfrage 1)*
- *Welche Vor- und Nachteile bietet diese Auffassung und welche Konsequenzen ergeben sich hieraus für zukünftige Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Wissensmanagements und somit für diese Arbeit? (Leitfrage 2)*

Vorgehensweise

Um eine Antwort auf die erste Leitfrage zu erhalten, ist ein möglichst umfassendes Bild über die führenden Sichtweisen in der Wissensforschung zu erarbeiten. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Analysemethode *Literaturrecherche* gewählt, mit dem Ziel, die Auffassungen verschiedener Autoren zu untersuchen. Das Herausfiltern relevanter Aussagen aus einer möglichst großen Anzahl an Publikationen soll zu aussagekräftigen Ergebnissen führen. Eine kritische Betrachtung dieser Ergebnisse ermöglicht die Beantwortung der zweiten Leitfrage.

Die gesamte Vorgehensweise beinhaltet die in Bild 2.5 dargestellten sieben Schritte. Im Nachfolgenden wird die Auswertung (Schritte IV bis VII) mit zugehörigen Ergebnissen detaillierter vorgestellt.

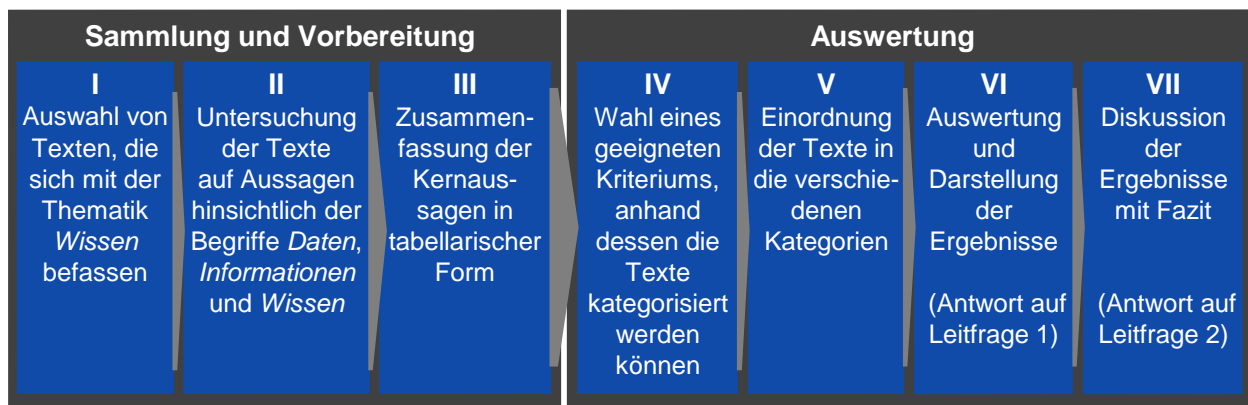


Bild 2.5: Vorgehensweise der sprachlichen Abgrenzung zwischen Informationen und Wissen

Auswertung

Insgesamt wurden 110 Texte (Zeitschriften, Journals, Konferenzbeiträge, Bücher, Hochschulschriften und Vorlesungsfolien) analysiert, die sich mit den Begriffen *Informationen*, *Wissen* und *Wissensmanagement* befassen (siehe Tabelle in Anhang A.5). Um ein möglichst breites Spektrum abzubilden, wurden neben rein wissenschaftlichen auch praxisnahe Veröffentlichungen zum Wissensmanagement untersucht, genauso wie Beiträge aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen.

Als wesentliche Erkenntnis kann festgestellt werden, dass die Unterscheidung zwischen explizitem und implizitem Wissen in nahezu allen Bereichen der Wissensforschung verbreitet und deren Abgrenzung zudem umstritten ist. Es wird vor allem diskutiert, ob Wissen nur an Personen gebunden existiert oder auch in dokumentierter Form vorliegen kann. Zwangsläufig stellt sich die Frage, wo die Grenze zwischen Informationen und Wissen verläuft. Dementsprechend lässt sich die Unterscheidung zwischen explizit und implizit besonders gut als Kriterium einsetzen, um die Texte nach den verschiedenen Sichtweisen zu ordnen.

Es wurden fünf Kategorien identifiziert und gegenübergestellt, in welche sich die untersuchten Texte einordnen lassen.

- *Wissen ist explizit:* Ein Teil der Autoren vertritt die Auffassung, dass jedes Wissen dokumentiert werden kann und somit nur in expliziter Form vorliegt. In diese Kategorie werden auch Artikel aufgenommen, in denen keine Unterscheidung zwischen Wissen und Informationen vorgenommen wird. Hicks et al. unterteilen Wissen z. B. in Wissensprozesse und Wissens Elemente. Einerseits seien Wissensprozesse zwar Vorgänge, die sich in den Köpfen von Personen abspielen, andererseits könnten die Wissens Elemente als Produkt dieser Prozesse einfach

repräsentiert werden [HICKS02, S. 270 f.]. Hier wird also davon ausgegangen, dass Wissen ausschließlich explizit ist.

- *Wissen ist explizit und implizit:* In dieser Kategorie wird zwischen explizitem Wissen, das dokumentiert werden kann und implizitem Wissen, das im Unterbewusstsein verankert ist und nicht artikuliert werden kann, unterschieden. Beispielsweise definiert Völker den Unterschied wie folgt: „Explizites Wissen kann formal in Worten und Zahlen mitgeteilt und ohne Probleme in strukturierter und systematischer Form in Datenbanken, technischen Plänen und Zeichnungen, Handbüchern, [...] artikuliert werden. Dagegen ist implizites Wissen [...] tief verankert in den Erfahrungen und Tätigkeiten des Einzelnen und somit an den persönlichen Kontext des Wissensträgers gebunden. Geprägt durch persönliche Ideale, Werte und Gefühle entzieht sich diese Wissenskategorie dem formalen Ausdruck und lässt sich dadurch nur schwer in Worte fassen und mitteilen“ [VÖLKER07, S. 61].
- *Wissen ist implizit:* Diese Sichtweise besteht darin, dass Wissen nur an Personen gebunden existiert. Wissen kann also nicht dokumentiert werden. Als Vertreter dieser Ansicht kann z. B. Schlögl genannt werden, der damit argumentiert, dass eine Information erst in die Wissensstruktur eines Menschen integriert werden muss, damit daraus neues Wissen entstehen kann. [vgl. SCHLÖGL05, S. 7]
- *Andere Sichtweisen:* Artikel, die zwar Aussagen zum Thema Wissen beinhalten, bei welchen aber keine Zuordnung zu einer der drei Sichtweisen bezüglich explizites/implizites Wissen möglich ist, fallen unter diese Kategorie.
- *Keine Auffassung erkennbar:* Bei der Recherche stellte sich bei einigen Artikeln heraus, dass sie entgegen der ersten Vermutung keine Aussagen zum Thema Wissen beinhalten.

Ergebnis der Recherche

In diesem Abschnitt wird das Ergebnis der Recherche vorgestellt und in Bild 2.6 visualisiert. Auf der linken Seite des Bildes ist die Verteilung der insgesamt 110 Texte als absolute Zahlenwerte auf die zuvor vorgestellten Kategorien dargestellt. Um ein aussagekräftigeres Ergebnis zu erhalten, wurde das Diagramm um die Texte bereinigt, in denen keine verwertbaren Aussagen zu finden sind. Die Anzahl der Texte reduziert sich dadurch auf 78 und die resultierende Verteilung ist in Bild 2.6 auf der rechten Seite zu sehen.

Wie sich dem Diagramm entnehmen lässt, besteht in den analysierten Texten die vorherrschende Auffassung, dass Wissen sowohl in expliziter und impliziter Form vorliegen kann. Am zweithäufigsten wird die Meinung vertreten, dass Wissen nur implizit vorliegt. Die Sichtweise, dass Wissen ausschließlich explizit vorliegt, ist am wenigsten verbreitet.

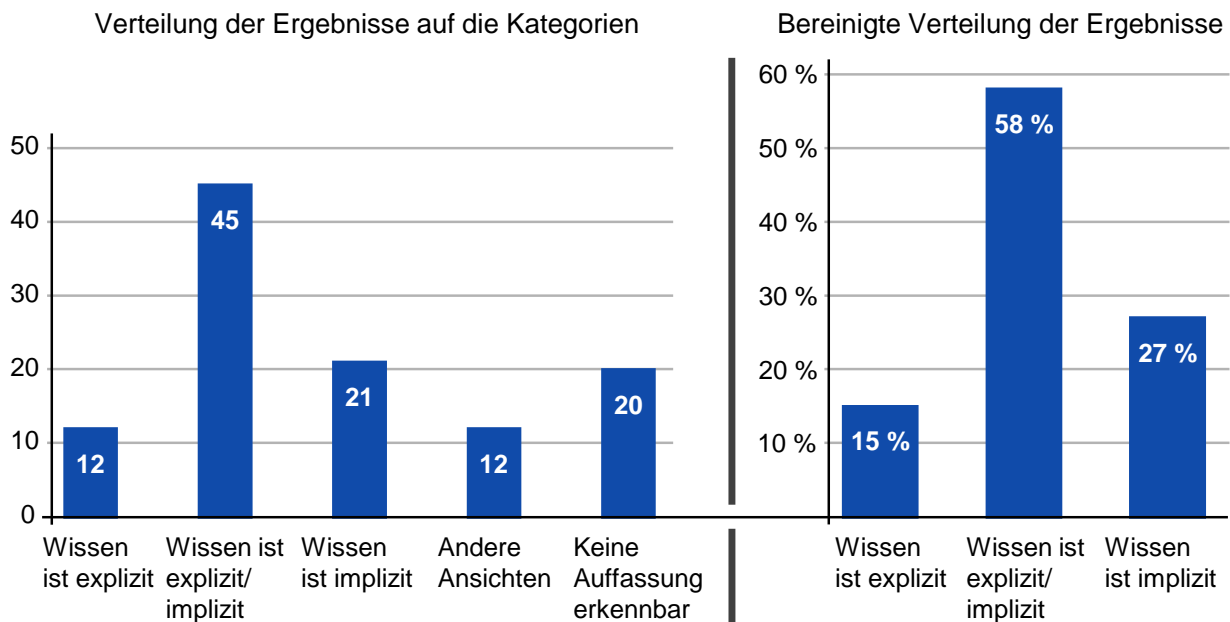


Bild 2.6: Recherche zur sprachlichen Abgrenzung von Informationen und Wissen

Diskussion der Ergebnisse

In diesem Abschnitt erfolgt eine kurze aber kritische Diskussion der drei identifizierten Sichtweisen und deren Vor- und Nachteile für das Wissensmanagement. Die drei relevanten Sichtweisen werden im Folgenden nur *explizit*, *explizit/implizit* und *implizit* genannt.

Bei genauerer Betrachtung der Sichtweise *explizit* lässt sich feststellen, dass hier keine Unterscheidung zwischen Informationen und Wissen vorgenommen wird. Informationen und Wissen können gleichermaßen als Dokument vorliegen, das gespeichert und vervielfältigt werden kann. In diesem Fall kann nicht von Wissensmanagement gesprochen werden, da praktisch eine Gleichstellung mit dem Informationsmanagement erfolgt. Aus diesem Grund eignet sich diese Sichtweise aus Sicht des Autors nicht als Grundlage für Forschungen auf dem Gebiet des Wissensmanagements.

Die vorherrschende Sichtweise *explizit/implizit* wird im Vergleich zur Sichtweise *explizit* zusätzlich um eine Komponente des Wissens erweitert, die nicht erfasst und dokumentiert werden kann. Mit den herkömmlichen Methoden des Informationsmanagements ist diese jedoch nicht zu handhaben, so dass hierfür eigene Methoden notwendig sind, um

auch das implizite Wissen *managen* zu können. Mit dieser Sichtweise kann also das gesamte Wissen, das in einem Betrieb vorhanden ist, in das Wissensmanagement mit einbezogen werden. Eine große Schwachstelle stellt jedoch die mangelnde definitorische Unterscheidung zwischen explizitem Wissen und Informationen dar. Erschwerend sei erwähnt, dass oftmals in den untersuchten Texten widersprüchliche Aussagen auftreten: Einerseits gäbe es Wissen nur an Personen gebunden, da es „als Folge eines komplizierten Prozesses der Verarbeitung, Filterung und Bewertung von Informationen“ entstehe [VÖLKER06, S. 57], andererseits könne explizites Wissen „formal in Worten und Zahlen mitgeteilt und ohne Probleme [...] artikuliert werden“ [VÖLKER06, S. 61].

Die Unklarheit um die Begriffe Informationen und Wissen wird vor allem von Vertretern der Sichtweise *implizit* kritisiert. Bei dieser Auffassung ist die Abgrenzung von Wissen zu Informationen klar festgelegt. Wissen ist etwas, das nur im Kopf existieren kann, weil es mentale Prozesse wie Verstehen und Lernen einschließt. Sobald Wissen artikuliert wird, wird es automatisch zu einer Information degradiert, die erst von einer anderen Person in deren eigene Wissensstruktur integriert werden muss. So ist eine Information zwar ein Mittel, um Wissen zu übertragen, stellt aber selbst kein Wissen dar. Aus diesem Grund kann Wissen an sich überhaupt nicht gemanagt werden [vgl. WILSON02, S. 2]. Die Konsequenz aus dieser Sichtweise wäre, dass der Begriff *Wissensmanagement* keine begründete Berechtigung hätte. In diesem Fall kann nur für ein Umfeld gesorgt werden, das die Entstehung und den Austausch von Wissen unterstützt, ohne aber das Wissen selbst zu erfassen und managen zu können.

Folglich wird festgehalten, dass der Begriff Wissen zu viele Facetten hat, um eine ganzheitlich anerkannte Definition zu finden. Das Kriterium *explizit/implizit* eignet sich in diesem Umfeld, wenigstens grundlegende Erscheinungsformen des Wissens zu diskutieren. Obwohl die Grenze zwischen explizitem Wissen und Informationen nicht eindeutig festgelegt ist, wird mit dieser Sichtweise für das Wissensmanagement eine Grundlage geschaffen, mit der Wissen umfänglich berücksichtigt wird. Nur den rein expliziten oder impliziten Anteil des Wissens zu betrachten, oder das Wissensmanagement sogar komplett abzustreiten, erscheint nicht zweckmäßig.

Ein Ziel für künftige Forschungen auf dem Gebiet des Wissensmanagements muss es deshalb sein, eine genaue Definition des expliziten Wissens und der Informationen zu erarbeiten. Solange dies nicht geschehen ist, muss zumindest davon ausgegangen werden, dass ein großer Teil des *Wissensmanagements* eigentlich aus Informationsmanagement besteht.

Zusammenfassend und abschließend wird die Sichtweise nach Ahmed et al. [AHMED05, S. 1 f.] herangezogen, in welcher Wissen in explizites sowie implizites/tazites Wissen unterteilt werden kann. Explizites Wissen, welches auch als Informationen bezeichnet werden könnte, stellt Wissen dar, das einfach abgelegt, gespeichert und verwaltet werden kann. Implizites Wissen hingegen repräsentiert Wissen, das nur schwer oder in bestimmten Fällen überhaupt nicht (tazites Wissen = das intuitive Gefühl des Entwicklers) externalisiert werden kann. [AHMED05, S. 1]

Ahmed stellt im Allgemeinen fest, dass gängige Definitionen Informationen von Daten durch den bei Informationen beinhalteten Kontext unterscheiden und ein relatives Konzept darstellen, das sich nicht absolut formulieren lässt. Die Unterscheidung zwischen Daten und Informationen hängt von der Fähigkeit der Wahrnehmung des Kontexts durch den Nutzer ab. Informationen und Wissen hängen wiederum von der Interpretationsfähigkeit des Nutzers ab. [AHMED99, S. 5 f.]

Dieser Zusammenhang wird in Bild 2.7 wiedergegeben.



Bild 2.7: Zusammensetzung von Wissen nach Ahmed [AHMED99, S. 5 f.]

In der vorliegenden Arbeit wird, den vorherigen Diskurs zur Kenntnis nehmend, vereinfacht die Wortlaut *Wissensmanagement* Anwendung finden. Zudem erfolgt keine Unterscheidung der Sichten in Informationen und Wissen. Auf diese Weise soll einerseits eine durchgängige Wortwahl ermöglicht werden, andererseits ist eine exaktere Trennung der Begriffe im Rahmen der Arbeit für die wissenschaftliche Ausführung nicht notwendig. In der Ebene des *Wissens* wird der Voruntersuchung entsprechend von implizitem und explizitem Wissen bzw. impliziten und expliziten Wissensselementen gesprochen.

Essenzieller für die vorliegende Arbeit ist allerdings die genauere Abgrenzung des Wissensbegriffs an sich. Hierzu werden in den nachfolgenden Kapiteln allgemeine Strukturmodelle, die gewählte definitorische Beschreibung für Wissen, Konzepte und Modelle des Wissensmanagements sowie in Kapitel 2.4 konkret das bisherige Verständnis von Produktentwicklungswissen erörtert.

2.3.3 Allgemeine Strukturierungsansätze für Wissen

Da der Begriff *Wissen* in der Literatur vielfach definiert wird, ist es für die weitere Betrachtung elementar, dessen Bedeutung aus Sicht des Autors aufzuzeigen, bevor mit der

Erarbeitung einer allgemeinen Struktur in der Produktentwicklung begonnen werden kann. In Kapitel 2.3.2 wurde initial eine Abgrenzung der zwei möglichen Arten von Wissen - explizit und implizit - vorgenommen. Für die richtige Anwendung des Wissensbegriffs ist dieser für die vorliegende Arbeit weiter zu fassen. Hierzu wurde vom Autor dieser Arbeit ein besseres Verständnis erarbeitet und in [ROTH10] veröffentlicht. Wesentliche Inhalte sowie darüber hinausgehende Modelle werden nachfolgend vorgestellt.

In dem 1992 von Hubka und Eder [HUBKA92, S. 70] veröffentlichten konstruktionswissenschaftlichen Beitrag wird erstmals eine Differenzierung von Konstruktionswissen vorgenommen. Diese führt zu den in Tabelle 2.1 gezeigten Ausprägungen Sachwissen, Prozesswissen, Fachwissen und Theorie.

	Sachwissen Aussagen über technische Systeme	Prozesswissen Aussagen über den Konstruktionsprozess
Fachwissen Präskriptive Aussagen	Konstruktionssachwissen	Konstruktionsprozesswissen
Theorie Deskriptive Aussagen	Theorie technischer Systeme	Theorie der Konstruktionsprozesse

Tabelle 2.1: Unterscheidung von Konstruktionswissen nach Hubka und Eder [HUBKA92, S. 70]

Ahmed et al. greifen in [AHMED05, S. 2] diesen Grundgedanken teilweise auf und unterscheiden hierbei in Anlehnung an Evbuomwan [EVBUOMWAN97, S. 219 ff.] zwischen zwei Wissenstypen. Das Produktentwicklungswissen zum einen, das sich mit dem zu konstruierenden Gegenstand beschäftigt, und das Prozesswissen zum anderen, das sich mit der Entwicklungsaktivität an sich beschäftigt [HUBKA92, S. 109 ff.] (siehe Tabelle 2.2).

	Explizites Wissen	Implizites Wissen	Stilles Wissen (= tazites Wissen)
Prozesswissen	Erläuterungen über den Prozess	Verständnis über den Prozess	Intuition bezüglich des Prozesses
Produktwissen	Erläuterungen über das Produkt	Verständnis über das Produkt	Intuition bezüglich des Produkts

Tabelle 2.2: Klassifikation von Prozess- und Produktwissen nach Ahmed [AHMED05, S. 2]

Eine weitere Unterscheidung von Wissen lässt sich nach Venselaar [VENSELAAR87, S. 121 f.] (Tabelle 2.3) vornehmen: zum einen in anwendungsspezifisches Wissen und

zum anderen in allgemeines Wissen über den Prozess. Jeder dieser Wissenstypen untergliedert sich in vier verschiedene Wissenstypen. Deklaratives Wissen beschreibt Wissen von Fakten und Vorgehensweisen/Richtlinien in einem besonderen Bereich. Prozesswissen beschreibt, wie vorgegangen werden soll. Das Situationswissen steht für das Wissen über den Kontext, in dem das Wissen angewendet werden soll, und das Strategiewissen wird als Wissen beschrieben, das zur systematischen Erhebung und Verwendung von Wissen beiträgt.

	Anwendungsspezifisches Wissen		Allgemeines Wissen über den Prozess
	Basiswissen	Domänenwissen	
Deklaratives Wissen	Wissen über Fakten und Formulare	Wissen über Entwicklungsfakten und Methoden	Wissen über Methoden zur Prozessoptimierung
Prozesswissen	Wissen zur Anwendung von Fakten und Formularen	Wissen zur Anwendung dieser Fakten/Methoden	Wissen zur Anwendung dieser Fakten/Methoden
Situationswissen	Wissen zum Zeitpunkt der Anwendung des spezifischen Wissens	Wissen zum Zeitpunkt und zur Anwendung von Entwicklungswissen	Wissen zum Zeitpunkt und zur Anwendung des Prozesswissens
Strategiewissen	Wissen über Algorithmen und Heuristiken im Anwendungsgebiet	Wissen über Heuristiken zur Lösung von Entwicklungsproblemen	Wissen über Algorithmen und Heuristiken bei Problemlösevorgängen

Tabelle 2.3: Unterscheidung von Wissen nach Venselaar [VENSELAAR87, S. 121 f.]

Aufbauend auf diesen und anderen Erkenntnissen untersucht Ahmed [in AHMED05, S. 3 ff.] die Bedeutung von Daten, Informationen und Wissen für Entwickler. In einer im Bereich der Luftfahrt durchgeführten Befragung konnten 24 Wissenstypen identifiziert werden, die als notwendig für den Entwicklungsprozess eingestuft wurden. Nach einer weiteren Kategorisierung ergaben sich dann die drei folgenden Wissenstypen: Prozesswissen, Produktwissen und Managementwissen.

Häufig hat sich jedoch die Trennung der Wissensbegriffe, z. B. nach Ahmed [AHMED05, S. 1] in explizites und implizites Wissens, in der Praxis als etwas zu starr erwiesen. Snowden, Europa-Direktor des Instituts für Knowledge Management, entwickelte daher aufbauend auf den Gedanken von Polanyi ein mit dem Namen HANSE (im Englischen Sprachgebrauch ASHEN) bezeichnetes erweitertes Konzept [SNOWDEN00, S. 4], welches im weiteren Sinn ebenfalls als Strukturmodell aufgefasst werden kann [CHASIOTIS06, S. 12]. Mit dem HANSE-Modell wird Wissen in fünf Komponenten zerlegt, die in der alltäglichen Praxis leichter greifbar sind. Damit soll es einfacher werden, Wissen zu bewerten oder zu optimieren [SNOWDEN00, S. 4 ff.]. Die fünf Komponenten umfassen:

H	euristiken	Regeln (oft „Faust-“, „Daumenregeln“)
A	artefakte	Informationsbausteine (dokumentiert)
N	atürliche Begabungen	Fähigkeiten, die in der Regel nicht weitergegeben werden können
S	kills	Fähigkeiten, die sich angeeignet werden können (weitergebbar)
E	rfahrungen	personengebundene Erkenntnisse bzw. Erfahrungen

Bild 2.8: HANSE-Modell nach Snowden [SNOWDEN00, S. 4 ff.]

Einen anderen Weg der Unterscheidung von Wissen haben nach Lehner [LEHNER14, S. 60 f.] Mandl und Reinmann-Rothmeier eingeschlagen. Sie gehen hierbei von fünf Wissenstypen aus: Soziales, metakognitives, strategisches, prozedurales und domänenspezifisches Wissen.

Soziales Wissen umfasst soziale Fertigkeiten und Kompetenzen. Dabei wird zwischen intrapersoneller (der Fähigkeit zur Selbstwahrnehmung und -einschätzung) und interpersoneller (die Fähigkeit zum gemeinsamen Handeln) Kompetenz unterschieden. Metakognitives Wissen ist Wissen, das bei der Auswahl einer Strategie zur Lösung eines Problems benötigt wird. Strategisches Wissen bezeichnet bei Mandl und Reinmann-Rothmeier Problemlösungsstrategien für Probleme mit bisher unbekanntem Lösungsansatz. Prozedurales Wissen entspricht wie in vielen anderen Ansätzen dem Handlungswissen, also dem Wissen darüber, was in einer gegebenen Situation unter Anwendung spezifischer Fertigkeiten zu tun ist. Domänenspezifisches Wissen stellt Wissen über Sachverhalte und Ereignisse dar, das im Zusammenhang mit einem Lösungsprozess steht. [nach LEHNER14, S. 60 f.]

Amelingmeyer [AMELINGMEYER02, S. 44 ff.] geht in ihrer Betrachtung einen Schritt weiter und entwickelt ein Strukturmodell, das über die reine Betrachtung der Strukturierung nach Wissensarten das Wissen seinen Wissensträgern zuordnet sowie die Wissensverfügbarkeit in Abhängigkeit verschiedener Aspekte betrachtet. Das an Amelingmeyer angelehnte Strukturmodell ist in Tabelle 2.4 abgebildet. Wissen lässt sich demnach nach seiner Bezugsebene, seiner Expliztheit, dem jeweiligen Wissensgebiet und nach seinem Bezug zum Unternehmen einteilen. „In Bezug auf das Wissen im Unternehmen ist dabei insbesondere die Unterscheidung der grundlegenden Wissensarten *kenntnisgebundenes Wissen* und *handlungsgebundenes Wissen* von Bedeutung“ [AMELINGMEYER02, S. 45].

Erfolgt die strukturelle Betrachtung auf Ebene der Wissensträger, so werden diejenigen körperlichen Elemente zusammengefasst, in denen sich Wissen abbilden lässt. Die Wissensverfügbarkeit gibt an, inwieweit ein Unternehmen das jeweilige Wissen und/oder die

entsprechenden Wissensträger zu einem bestimmten Ort im Sinne der Unternehmensziele einsetzen kann. [AMELINGMEYER02, S. 52 ff.]

Wissen (Strukturierung nach der Wissensart)	Bezugsebene	Kenntnisgebundenes Wissen (Kennen)
		Handlungsgebundenes Wissen (Können)
	Explizitheit	Explizites Wissen
		Implizites Wissen
	Wissensgebiet (*)	Wissenschaftsbereichen
		Einsatzgebieten
		systemorientierten Kriterien
	Unternehmensbezug (*)	Einsatzbereich im Unternehmen
Unternehmensspezifität des Wissens		
Neuheitsgrad für das Unternehmen		
Relevanz für das Unternehmen		
Wissensträger	Personelle Wissensträger	Fachkompetenz → Kennen (Können)
		Methodenkompetenz → Können (Kennen)
		Persönlichkeits- und Sozialkompetenz → Können (Kennen)
	Materielle Wissensträger	Druckbasierter Wissensträger
		Audiovisueller Wissensträger
		Computerbasierter Wissensträger
		Produktbasierter Wissensträger
	Kollektive Wissensträger (*)	Ebene im Unternehmen
Formellen und informellen Wissensträger		
Wissensverfügbarkeit (in Abhängigkeit von ...)	Prozessnähe der Wissensträger	(*) Unterscheidung nach ...
	Standort der Wissensträger	
	rechtliche Regelungen	
	gegebenen Situationen	
	vorhandenem Metawissen	

Tabelle 2.4: Grundlagen des Strukturmodells nach Amelingmeyer [in Anlehnung an AMELINGMEYER02, S. 80 ff.]

Wie einleitend angenommen, existiert bedingt durch den multidisziplinären Charakter des Wissens und den verschiedensten Betrachtungsperspektiven sowie Zielsetzungen keine allgemeingültige Taxonomie des Wissens. Für künftige Forschungsarbeiten ist es daher zweckmäßig, basierend auf der Analyse und Recherche verschiedenster Ansätze, einen allgemeingültigen Strukturansatz für das Wissen zu erarbeiten.

Bisherige Defizite, wie beispielsweise, dass Strukturierungsansätze nicht in der Lage sind, aufzuzeigen, welches Wissen in welchem Bereich der Produktentwicklung vorherrscht, oder auch welche Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Wissenstypen bestehen, gilt es ebenfalls zu adressieren. Für dieses Vorhaben wird eine spezifischere Struktur des Wissens in der Produktentwicklung benötigt.

2.3.4 Strukturansatz für Wissen

Eine Schwierigkeit bei der Erarbeitung eines Strukturansatzes für Wissen besteht unter anderem in der Abgrenzung der einzelnen Begriffe aus Kapitel 2.3.1 bis 2.3.3 zueinander und der in der Literatur nicht einheitlichen Terminologie von Begriffen sowohl in fachlicher wie auch in sprachlicher Hinsicht.

Während der Bearbeitung dieses Forschungsvorhabens wurde aufbauend auf diesen verschiedenen terminologischen Sichten, aber auch basierend auf der Analyse der wesentlichen Strukturierungsansätze, ein allgemeingültiger Strukturansatz für Wissen erarbeitet. Dieser basiert unter anderem auf den Beiträgen von Schulz [SCHULZ09, S. 14 ff.] sowie Roth [ROTH10, S. 5] und hat Einzug in die neue VDI-Richtlinie 5610 Blatt 2 [VDI 5610 2017] gefunden. Der vom Autor dieser Arbeit erarbeitete Strukturansatz für Wissen kann damit zum jetzigen Zeitpunkt als Stand der Technik angesehen werden.

Wissen lässt sich nach dieser Definition durch fünf Strukturparameter beschreiben. Diese Parameter werden im Folgenden kurz vorgestellt [VDI 5610 2017, S. 4 f.]:

Wissenstyp: Der Wissenstyp beschreibt den fachlichen/thematischen Bereich, den das Wissen abbildet – Fachwissen, Produktwissen, Methodenwissen usw.

Wissensart: Hierunter werden die charakteristischen Eigenschaften (implizit, explizit, individuell, kollektiv, intern, extern usw.) verstanden, die den Wissenstyp beschreiben.

Wissensform: Vorliegensform des Wissens – Text, Formel, Abbildung, Regel usw.

Wissensort: Ort des Auftretens des Wissens – Person, Datenbank, Abteilung usw.

Wissensqualität: Mit der Wissensqualität soll später bewertet werden, ob das *richtige* Wissen im Unternehmen zur Durchführung relevanter Geschäftsprozesse vorhanden ist. Die Qualität des Wissens kann hierbei nach Moll [MOLL09, S. 24 ff.] durch folgende Kriterien beschrieben werden: Korrektheit, Nachvollziehbarkeit, Vollständigkeit, Nützlichkeit und Konsistenz.

Dass das richtige Wissen zur richtigen Zeit am richtigen Ort (Wissensort) in richtiger Form (Wissensform) zu Verfügung stehen muss, ist jedoch keine Aufgabe der hier zu erarbeitenden Wissensstruktur, sondern muss vielmehr im Rahmen gängiger Wissensmanagementansätze berücksichtigt werden. Kapitel 2.3.5 gibt einen kurzen Einblick in grundsätzliche Konzepte und Modelle des Wissensmanagements, geht aber nicht näher auf deren Wirkweisen ein. Wesentlicher für diese Arbeit ist im Anschluss die Betrachtung des vorherrschenden Verständnisses des Begriffs Produktentwicklungswissen sowie in diesem Zusammenhang verfügbare Bewertungsverfahren.

2.3.5 Konzepte und Modelle des Wissensmanagements

Im Umfeld des Wissensmanagements sind im Verlauf der Zeit zahlreiche Konzepte und Modelle entstanden, mit dem Ziel, Teilaspekte oder Gesamtaufgaben zu strukturieren, eine Orientierung zu bieten oder nicht zuletzt bei der Analyse des IST-Zustands zu unterstützen. In Tabelle 2.5 wird ein Überblick über ausgewählte Wissensmanagementkonzepte gegeben. Bisher ist jedoch in der Forschungsgemeinschaft keine Konvergenz oder Einigung auf ein Modell feststellbar. [LEHNER14, S. 74 ff.]

Jahr	Autor	Wissensmanagementkonzepte
1985	Morin	Management nicht finanzieller Ressourcen
1989	Pautzke	Schichtenmodell des Wissens
1991	Huber	Organisational Learning
1993	Albrecht	Gestaltungsrahmen für das strategische Wissensmanagement
1994	Senge	The Art and Practice of the Learning Organization
1995	von Krogh/Venzin	Aktivitätenmodell
1995	Stein/Zwass	Organisational Memory Information System
1996	Rehäuser/Krcmar	Lebenszyklusmodell des Wissensmanagements
1996	Schüppel	Vier Akte zum Wissensmanagement
1997	Güldenbourg	Führungssystem in der lernenden Organisation
1997	Nonaka/Takeuchi	Spirale des Wissens
1997	Reinhardt/Pawlowsky	Modell des integrativen Wissensmanagements
1997	Probst et al.	Bausteine des Wissensmanagements
1997	Willke	Systematisches Wissensmanagement
1998	Maier/Kunz	OIP-Modell
1998	Davenport et al.	Erfolgskriterien beim Wissensmanagement
1998	Allweyer	Vier-Ebenen-Konzept
1998	North	Wissensmanagement-Konzept

Tabelle 2.5: Überblick über Wissensmanagementkonzepte in der Literatur [LEHNER14, S. 75]

Im Fokus heutiger Wissensmanagementaktivitäten stehen überwiegend ganzheitliche bzw. integrative Ansätze, mit denen das gesamte Aufgabenfeld innerhalb von Organisationen bzw. Projekten abgebildet werden sollen. [LEHNER14, S. 75]

Ein wesentlicher Vertreter dieser Ansätze, und daher aus Sicht des Autors von zentraler Bedeutung für diese Arbeit, ist das Wissensmanagementmodell nach Probst et al. [PROBST12]. Wird das Wissensmanagementmodell nach Probst herangezogen, so sind acht Bausteine notwendig, um ein durchgängiges Wissensmanagement zu ermöglichen. Diese von Probst et al. [PROBST12, S. 27 ff.] auch als Kernaktivitäten des Wissensmanagements bezeichneten Bausteine sind in Bild 2.9 dargestellt. Der Baustein *Wissensidentifikation* repräsentiert die Kernaktivität *Wissen identifizieren* und hat zur Aufgabe, vorhandenes Wissen im internen und externen Umfeld zu identifizieren. Bei der Akquise neuen Wissens sind in der Kernaktivität *Wissenserwerb* Überlegungen zum Einkauf externen Wissens anzustellen oder wie im Zuge der *Wissensentwicklung* neues Wissen aufgebaut werden kann. Unter *Wissensverteilung* fallen alle Aktivitäten, die sich mit der Zurverfügungstellung des richtigen Wissens am richtigen Ort auseinandersetzen. Damit einhergehend ist die Frage zu beantworten, welcher Mitarbeiter welches Wissen in welchem Umfang benötigt. Für den produktiven Umgang mit den bereitgestellten Wissensinhalten im Unternehmen gilt es, nachfolgend Prozesse zu erarbeiten, die zum einen die *Wissensnutzung* (Wie kann die Anwendung der bereitgestellten Wissensinhalte sichergestellt werden?) und zum anderen die *Wissensbewahrung* (Wie kann dem Verlust von wertvollem Wissen entgegengewirkt werden) sicherstellen.

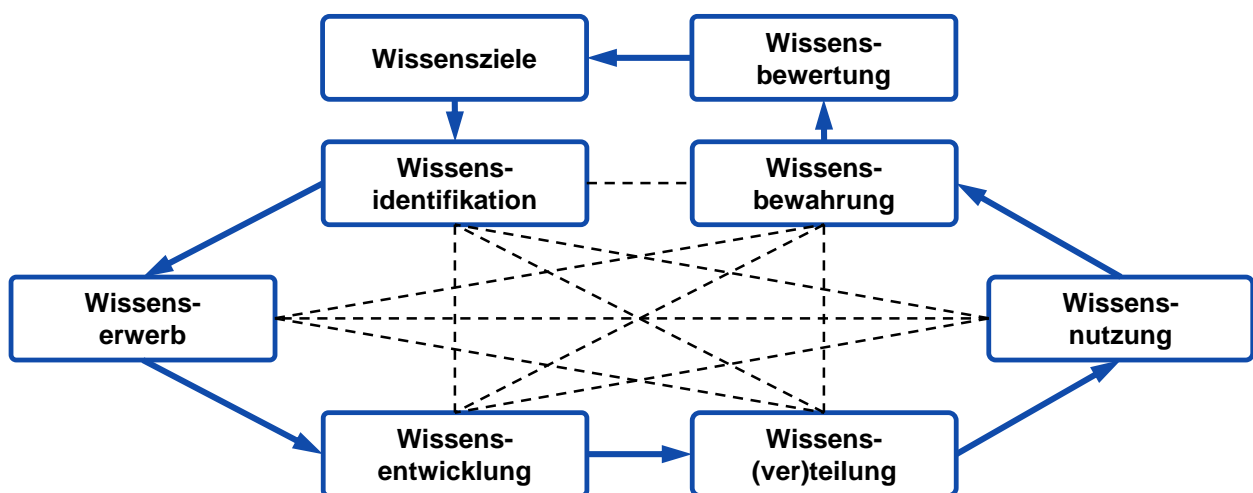


Bild 2.9: Schritte/Kernaktivitäten des Wissensmanagementmodells nach Probst et al. [Probst12, S. 34]

Übergeordnet ergänzen die zwei Bausteine *Wissensziele* und *Wissensbewertung* das Modell nach Probst et. al. und bauen dieses zu einem Managementregelkreislauf aus. Im Rahmen der *Wissensziele* werden normative (Schaffung einer wissensbewussten Unternehmenskultur), strategische (Bestimmen des zukünftigen Kompetenzbedarfs des Unternehmens) sowie operative (Umsetzung des Wissensmanagements) Wissensziele erarbeitet, die als Rahmen für alle Wissensmanagementaktivitäten dienen sollen. Im Baustein *Wissensbewertung* werden die notwendigen Daten ermittelt, die ein zielgerichtetes Wissensmanagement im Unternehmen sicherstellen sollen. [PROBST12, S. 33 f.]

2.4 Produktentwicklungswissen

Nach Weiß [WEIß06, S. 59] sind Produktentwicklungen komplexe, iterative Prozesse, die Spezialwissen erfordern und zeitkritisch ablaufen. „Der wissensintensive Charakter, und damit die Notwendigkeit von Produktentwicklungswissen (PEW), ist der Produktentwicklung immanent. [...] Hierfür erforderliches produkt-, prozess- und technologiebezogenes Wissen muss vorliegen, akquiriert oder erarbeitet werden. Selbst produktbezogenes Wissen ist lediglich bedingt direkt nutzbar und muss deshalb regelmäßig in den Kontext aktueller Anforderungen gestellt werden. Zudem unterliegt relevantes Wissen über den Projektfortschritt gesehen einem stetigen Wandel“ [WEIß06, S. 59].

Soll dieses Wissen einer Bewertung zugeführt werden, muss wie bei jedem Messvorgang die zu erhebende Größe ausreichend beschrieben werden [vgl. HANSELMANN, S. 53]. Richter und Vettel [RICHTER95, S. 38 ff.] sowie Steinhübel [STEINHÜBEL06, S. 8] stellen in diesem Zusammenhang fest, dass gute Produkte nur entstehen können, wenn innerhalb eines Produktentwicklungsprozesses das richtige Wissen vorliegt.

Daher ist in einem ersten Schritt zu klären, was grundsätzlich unter dem Begriff Produktentwicklungswissen zu verstehen ist, bzw. wie dieses definiert werden kann. Ziel ist es unter anderem, dieses Wissen später geeignet handhaben, entwickeln und anwenden zu können, um verbesserte und wettbewerbsfähige Produkte auf den Markt zu bringen.

Sind die Literaturquellen zum Thema Informationen und Wissen noch vielfältig, so gibt es zum spezifischen Begriff Produktentwicklungswissen wenige aussagekräftige Definitionen. Hanselmann [HANSELMANN01, S. 22] versteht in abstrahierter Form unter Produktentwicklungswissen das „qualitätsrelevante Wissen, das zur Umsetzung des Produktentwicklungsprozesses generiert, ausgetauscht und genutzt wird. Qualitätsrelevantes Wissen bezeichnet die Gesamtheit der Fähigkeiten und Kenntnisse,

die Entwicklungsmitarbeiter und -gruppen zur Erfüllung der Forderungen und Erwartungen an Produkte und Prozesse aus Kunden- und Lieferantensicht einsetzen.“ Hierauf aufbauend wurden Wissensbasen (= zugriffsfähiger Wissensbestand) für Produktentwicklungsprozesse entwickelt, die sich in modellierten Wirkmodellen (entspricht Relationen- oder Netzdiagrammen) darstellen lassen. Hanselmann unterscheidet in Produkt-, Prozess-, Methoden-, Umfeld-, Organisations- und Sozialwissen.

Eine ähnliche Definition trifft Weiß [WEIß06, S. 59], strukturiert das Wissen jedoch nicht weiter: „Produktentwicklungswissen bezeichnet die Gesamtheit des expliziten und transferierbaren Wissens, welches für die Transformation einer Aufgabe in Lösungen sowie zur Dokumentation sowohl der Lösungen als auch des durchgeführten Entwicklungsprozesses benötigt wird oder diese unterstützt.“

Thel [THEL07, S. 4] spricht konkret von Produktentwicklungswissen und stellt dieses in einer übergeordneten Ontologie dar, die durch gegenseitige Verknüpfung von sechs untergeordneten Subontologien entsteht [THEL07, S. 98 ff.]. Diese auch als Bausteine der Produktentwicklungsphasen beschriebenen Subontologien betreffen die Anforderungen, die Funktionen, die Prinzipien, das Produkt an sich, die Dokumentation sowie den Prozess. Innerhalb der Subontologien lassen sich auf recht abstraktem Level sogenannte *Wissensitems* (deutsch: Wissenselemente) darstellen, die als konkretes Produktentwicklungswissen zu verstehen sind. Beim Aufbau der Ontologie stützt sich Thel auf den allgemeinen Produktentwicklungsprozess nach VDI 2221 [VDI 2221 1993]. Seine Arbeit konnte u. a. nachweisen, dass Ontologien zur Wissensstrukturierung und Wissensrepräsentation in der Produktentwicklung geeignet sind.

Im Folgenden wird nun erörtert, wie dieses Produktentwicklungswissen bewertet werden kann und welche Verfahren hierzu bisher existieren.

2.5 Bewertung

In Kapitel 1.1 wurde darauf eingegangen, dass der Erfolg eines Produkts wesentlich von der Güte des Wissens in der Produktentwicklung abhängt und dieses damit messbar gestaltet werden muss. Diese Entwicklung erfordert ein Umdenken im Bereich der klassischen Bewertungssysteme. Rückblickend auf die letzten Jahrzehnte, lässt sich gemäß Bodrow und Bergmann [BODROW03, S. 58] ein deutlicher Wandel feststellen. Ausgehend vom klassischen Kennzahlensystem, dem DuPont-Kennzahlensystem zur Zeit der Industrialisierung, über das Human Resource Management, über den Shareholder Value und EVA (englisch: *economic value added*) stehen heutige

Bewertungssysteme vor der Aufgabe, Wissen zu bewerten. Nicht mehr die Erfassung der *harten* Fakten der Finanzbuchhaltung, sondern vielmehr wissensbasierte Prozesse und immaterielle Investitionen sowie Ergebnisse wissensbasierter Produktionsprozesse sollen erfasst, bewertet und kommuniziert werden [BORNEMANN02, S. 345]. Die so genannte Wissensbilanzierung (englisch: *Intellectual Capital Report*) – als neue Form der Berichterstattung – dient damit als Instrument zur gezielten Darstellung und Entwicklung des intellektuellen Kapitals einer Organisation [NORTH05, S. 219]. Nach Bullinger et al. gehört die Messung und Bewertung von Wissen zu den größten Schwierigkeiten, die das Wissensmanagement heute zu bewältigen hat. „Ein entscheidender Durchbruch konnte in diesem Bereich bisher noch nicht erzielt werden.“ [BULLINGER98, S. 32 f.] Diese Statement ist aus Sicht des Autors dieser Arbeit auch heute noch gültig.

North konstatiert, dass die Wissensbilanzierung ein recht junges *Steuerungs- und Messinstrument* ist, und sich viele Vorgehensweisen zu diesem Thema noch im Entwicklungsstadium befinden. „Ein allein gültiges Modell gibt es bislang nicht, jeder Ansatz weist sowohl Stärken als auch Schwächen auf.“ [NORTH05, S. 242]

Wird die Vielzahl der inzwischen verfügbaren Modelle betrachtet, so kann z. B. eine Unterteilung in deduktiv-summarische und induktiv-analytische Ansätze vorgenommen werden (vgl. hierzu Bild 2.10). Sowohl auf die deduktiv-summarischen wie auch die induktiv-analytischen Ansätze wird in den folgenden Abschnitten näher eingegangen.

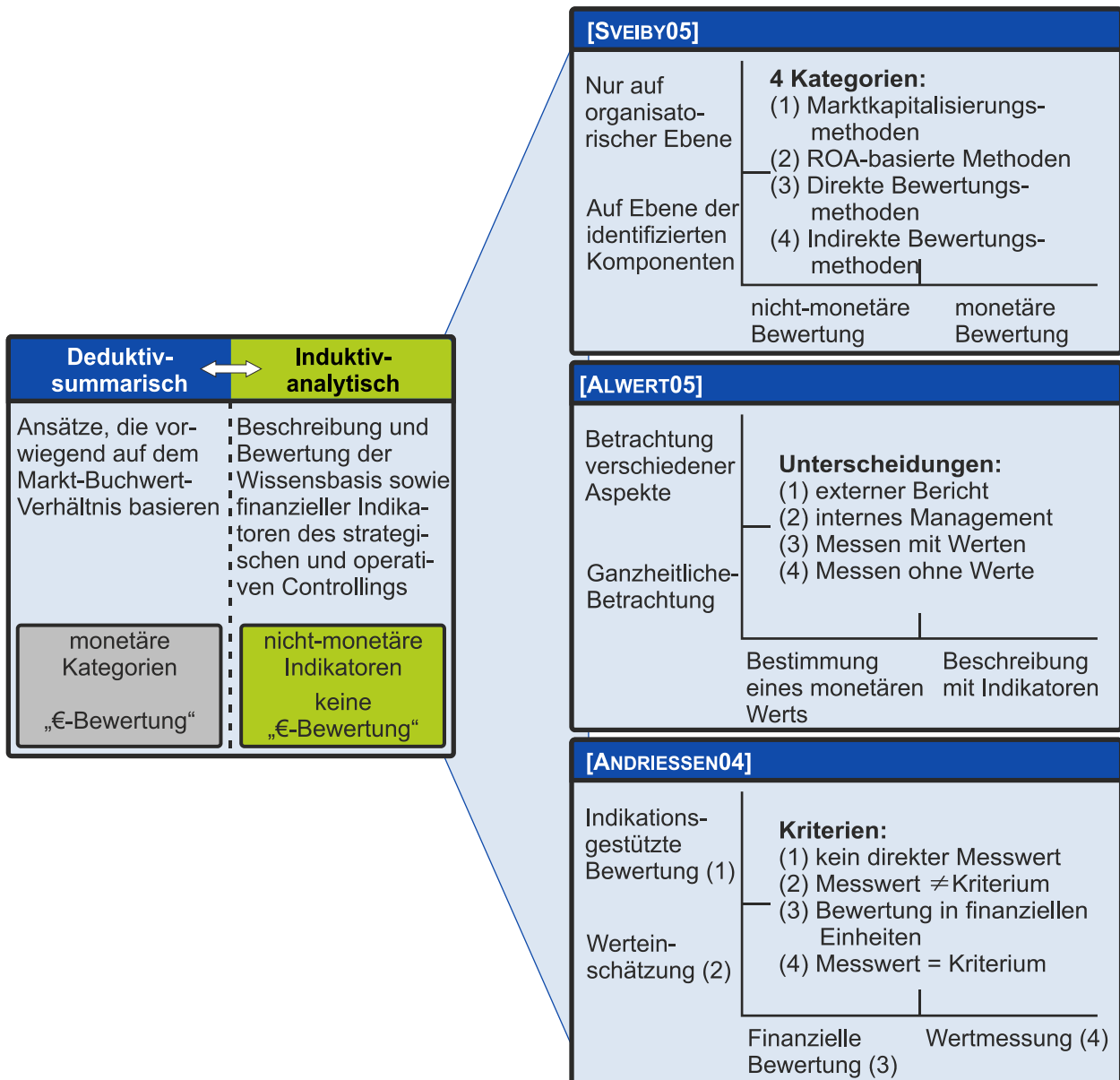


Bild 2.10: Überblick einer möglichen Einteilung bestehender Ansätze zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

Deduktiv-summarische Ansätze

Deduktiv-summarische Ansätze – die im Kern ihrer Betrachtung von der Marktwert-Buchwert-Differenz ausgehen [NORTH05, S. 219], scheinen u. a. nach Kreft [KREFT04, S. 24] nur begrenzt zur Bewertung der direkten Zielgröße Wissen geeignet. Deduktiv-summarische Ansätze zerlegen allgemein das Unternehmen in seine einzelnen Vermögenswerte, bewerten diese und addieren sie zu einem Gesamtwert auf. Exemplarisch sei hier die Marktwert-Buchwert-Relation und Tobin’s Q genannt. Bei der *Marktwert-Buchwert-Relation* wird die Differenz aus dem Marktwert und dem Buchwert eines Unternehmens gebildet [ALWERT05, S. 30]. Die Idee der Bewertung der nicht-greifbaren Werte, die zur

Differenz dieser beiden Werte führen, lässt jedoch keine Aussagen zur Zusammensetzung und den Stellgrößen zur zielgerichteten Gestaltung dieses Kapitals zu [PICOT00, S. 25]. Der Fokus liegt auf einer gesamtunternehmerischen Bewertung. Bei der Methode *Tobin's Q* wird der Quotient aus dem Marktwert und dem Reproduktionswert der materiellen Vermögenswerte der Unternehmung gebildet [ALWERT05, S. 30]. Das Vorgehen nach Tobin lässt jedoch auch keine näheren Rückschlüsse auf die Quantität des Wissens sowie der Wissenseinheiten zu [KREFT04, S. 24].

Induktiv-analytische Ansätze

Steht die Bewertung von Wissen im Fokus, kommen nach North [NORTH05, S. 215] und Alwert [ALWERT05, S. 24] besser induktiv-analytische Ansätze – Wissensbilanzen im eigentlichen Sinne – zum Einsatz. Ziel solcher Wissensbilanzen ist die Bewertung einzelner Wissensstände unter Entwicklung etwaiger Handlungsempfehlungen. Der wesentliche Unterschied zu den deduktiv-summarischen Verfahren besteht in der Beschreibung und Bewertung einzelner immaterieller Vermögenswerte, die im Folgenden Ansatzpunkte zu deren Entwicklung liefern. Induktiv-analytische Methoden beziehen in ihrer Bewertung auch nicht-finanzielle Indikatoren ein und erlauben somit eine differenziertere Bewertung des Unternehmensvermögens [SCHÄRER05, S. 5].

Im Weiteren soll exemplarisch auf Vertreter dieser Bewertungsmethoden eingegangen werden, die repräsentativ für die Vielzahl der verfügbaren Vorgehensweisen stehen und so den allgemeinen Forschungsstand widerspiegeln. Schwerpunkt der Betrachtung sollen die Möglichkeiten und Vorgehensweisen dieser Methoden sein sowie die Überlegung, ob mit diesen bestehenden Methoden eine ganzheitliche Bewertung von Produktentwicklungswissen zum heutigen Stand bereits möglich ist. Eine allgemeine Übersicht über bestehende Verfahren liefern u. a. [SVEIBY97, S. 185 ff.; SVEIBY98, S. 207 ff.; SVEIBY10, S. 4 ff.], Mertins [MERTINS05, S. 1 ff.] und Andriessen [ANDRIESSEN04, S. 283 ff.].

Die gängigsten Definitionen untergliedern das intellektuelle Kapital in drei Gruppen [Reinisch07, S. 95 ff.]: Humankapital, Beziehungskapital und Strukturkapital (vgl. Bild 2.11).



Bild 2.11: Intellektuelles Kapital nach [REINISCH07, S. 96]

Der von Sveiby entwickelte Ansatz *Intangible Assets Monitor* baut auf einem dem intellektuellen Kapital ähnlichen Grundgedanken auf [HUDSCHEK07, S. 32]. Unter der Annahme, dass sich der Marktwert eines Unternehmens aus dem materiellen und dem immateriellen Kapital zusammensetzt, wird das intellektuelle Wissenskapital in die drei Kategorien *external structure* (deutsch: externe Struktur), *internal structure* (deutsch: interne Struktur) und *competence* (deutsch: Kompetenz) unterteilt [SVEIBY97, S. 165]. Gleichzeitig werden diese drei Kategorien mit den drei Perspektiven *Wachstum/Erneuerung*, *Effizienz* und *Stabilität* untergliedert.

Als Adaption auf die von Kaplan und Norton entwickelte Balanced Scorecard (ursprünglich zur Steuerung und Kontrolle der Unternehmensplanung unter Verbindung der strategischen mit der operativen Planung) sowie der Ideen von Sveiby [SVEIBY97], ist der erstmals 1994 veröffentlichte Navigator der schwedischen Versicherungsgesellschaft Skandia – der *Skandia Navigator* – entstanden. Dieser besteht aus den in Bild 2.12 zusammengefassten fünf Perspektiven: Finanzen, Kunden, Prozesse, Mitarbeiter sowie Erneuerung und Entwicklung. „Die finanzielle Perspektive entspricht dabei der vergangenheitsbezogenen Betrachtung, während der Mitarbeiter-, Kunden- und Prozess-Fokus die Gegenwart und die Erneuerungs- und Entwicklungsperspektive die Zukunft widerspiegelt. Die einzelnen Dimensionen werden mit einer Vielzahl von Indikatoren kumulativer, komparativer, kompetitiver und kombinierter Art hinterlegt und im Anhang an den Geschäftsbericht ausgewiesen [ALWERT05, S. 30]

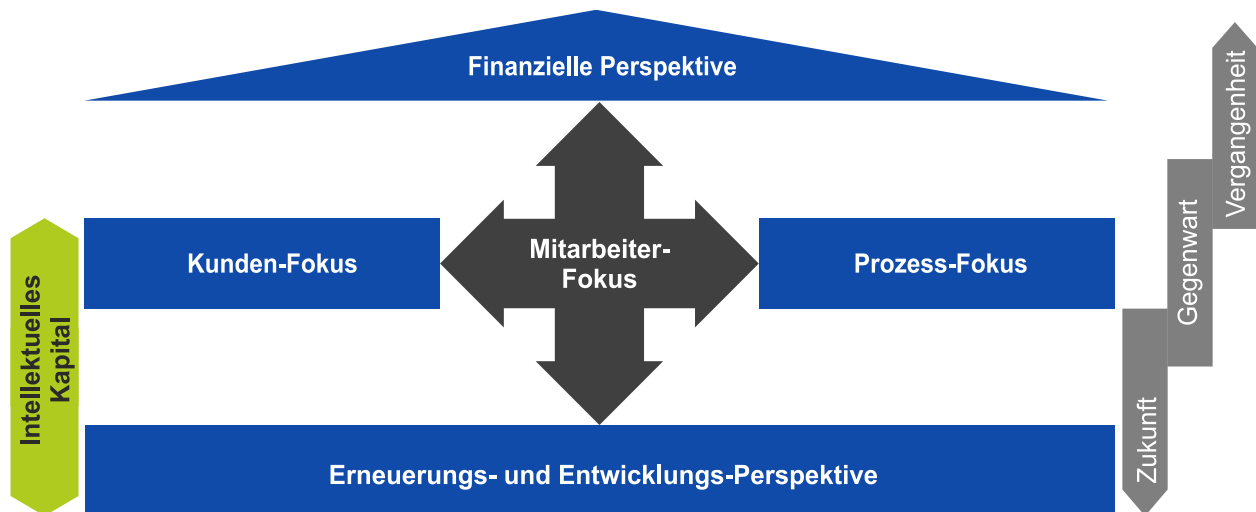


Bild 2.12: Skandia Navigator nach [SKANDIA94, S. 7]

Der Navigator übernimmt in Bezug auf die Wissensprozesse im Unternehmen drei Aufgaben: die Umsetzung der Unternehmensstrategie, die Umsetzung der Wissensmanagementstrategie und die Bewertung des intellektuellen Kapitals [HUDSCHEK07, S. 26]. Nach Krickl und Milchrahm sind die Indikatoren zur Wissensmessung und -bewertung jedoch aus verschiedenen Gründen nur eingeschränkt brauchbar. Die Interpretation gestaltet sich teilweise schwierig und ihr Stellenwert zur Erreichung unternehmensweiter Wissensziele wird nicht immer deutlich. [KRICKL00, S. 8]

Indikatorenmodelle wie der Skandia Navigator oder der Intangible Assets Monitor tragen sicherlich zu einer Sensibilisierung der Stakeholder (Aktionäre, Mitarbeiter etc.) des Unternehmens für die Wissensdimension bei, scheinen jedoch bei der konkreten Beschreibung und Messung der Veränderung der organisatorischen Wissensbasis einige Defizite aufzuweisen [PROBST12, S. 221]. Ein Hauptproblem stellt die unzureichende Differenzierung der Indikatorenklassen dar. Bestandsindikatoren werden mit Interventionsindikatoren, Übertragungsindikatoren und klassischen finanziellen Indikatoren vermischt [PROBST12, S. 232].

Mit dem *Mehrstufigen Indikatorenmodell* von North et al. soll die gezielte Darstellung komplexer Zusammenhänge wissensorientierter Unternehmensführung ermöglichen werden, ohne die verschiedenen Indikatoren zu vermischen. Die Bewertungslogik baut auf vier Indikatorenarten auf. Die Bestandsindikatoren beschreiben die organisationale Wissensbasis, die Interventionsindikatoren die veränderungswirksamen Inputs, die Übertragungsindikatoren Zwischenerfolge und Übertragungseffekte sowie die Finanzindikatoren die Endergebnisse sowohl finanzieller als auch nicht finanzieller Art

[NORTH98, S. 164]. Es sei jedoch angemerkt, dass auch dieses Vorgehen die grundsätzliche Frage nach den *richtigen* Indikatoren nicht klärt [PROBST12, S. 240]. Eine zielgerichtete Bewertung von Produktentwicklungswissen steht nicht im Fokus der Methode.

Weitere Bestrebungen, eine stärkere theoretische Basis für die Bewertung des intellektuellen Kapitals zu erschaffen, lassen sich durch ein starkes Engagement auf nationaler wie auch internationaler Ebene feststellen. Besonders hervorzuheben sind das Wissensbilanzmodell des Austrian Research Center Seibersdorf (ARCS) [SEIBERSDORF99], die Arbeiten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) in Form der Wissensbilanz – Made in Germany [ALWERT06] sowie der Intellectual Capital Research Reports (ICR) gemäß der Danish Guideline [DANISH03]. Das Wissensbilanzmodell *Wissensbilanz – Made in Germany* des Arbeitskreises Wissensbilanz des BMWA bietet zweierlei: zum einen die Hilfestellung bei Entscheidungsfindungen (Aspekte, die zum Unternehmenserfolg beitragen, werden transparent gemacht), zum anderen dient es als Werkzeug zur Bestandsaufnahme des im Unternehmen verwendeten intellektuellen Kapitals [ALWERT06, S. 15]. Grundlage des Bilanzierungsmodells ist das intellektuelle Kapital – wie auch z. B. beim ARC Wissensbilanzmodell – bestehend aus den Dimensionen Humankapital, Beziehungskapital und Strukturkapital. Ergänzt werden diese durch die Kategorien *Geschäftsprozesse* und *Geschäftserfolg* (vgl. Bild 2.13).

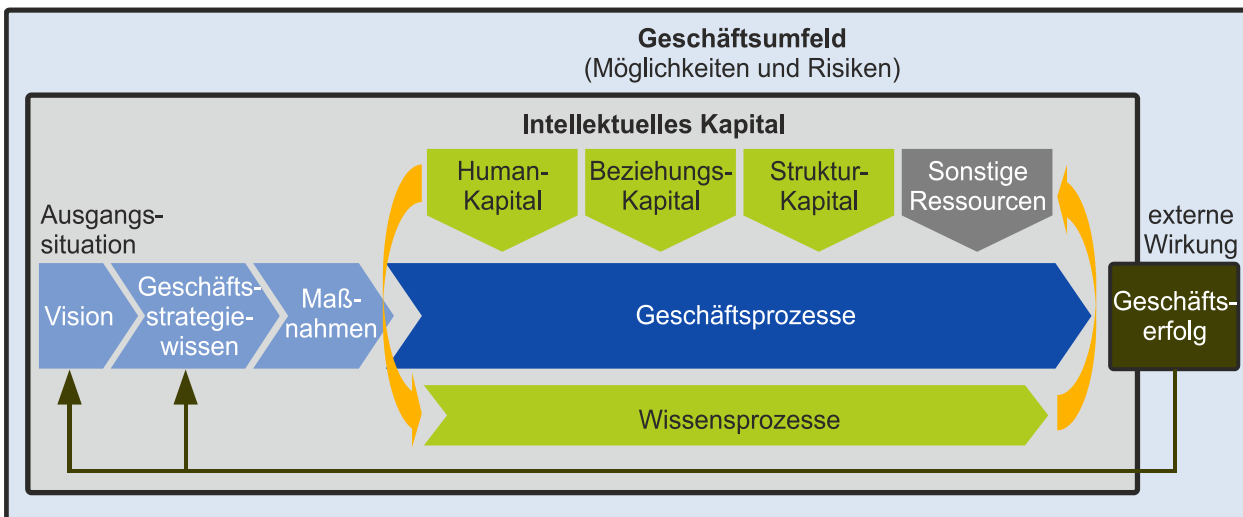


Bild 2.13: Wissensbilanzmodell *Wissensbilanz - Made in Germany* nach [ALWERT06, S. 15]

Ausgehend von der Vision und der Strategie der Organisation werden Maßnahmen abgeleitet, wie die Positionierung des Unternehmens hinsichtlich des intellektuellen Kapitals erfolgen soll. Hierzu werden für die fünf Kategorien wichtige Einflussfaktoren abgeleitet

und bezüglich Quantität, Qualität und Systematik bewertet. Mittels einer Indikatorendefinition werden die Faktoren und deren Bewertung mit Werten unterlegt. Aufbauend auf der entstandenen Stärken-Schwächen-Analyse der Unternehmen können Rückschlüsse sowie Konsequenzen für die Zukunft abgeleitet und entsprechende Veränderungen der Visionen und Strategien vorgenommen werden [ALWERT06, S. 15 ff.].

Das *ARC-Wissensbilanz-Modell* des Austrian Research Centers Seibersdorf ähnelt dem *Wissensbilanzmodell – Made in Germany*, wurde aber speziell für den Einsatz in einer Forschungsorganisation entwickelt [HUDSCHEK07, S. 29]. Ziel der ARC-Wissensbilanz ist jedoch nicht nur die Erhebung von Informationen über intellektuelles Kapital, sondern auch das Ausweisen von Forschungsleistungen und wissensbasiertem Output mittels Indikatoren. Bei der Definition wurden auch hier die drei Kategorien Human-, Struktur- und Beziehungskapital gewählt. Als die zwei wesentlichen Kernprozesse werden die Programmforschung (längerfristige Forschungsprojekte, drei bis fünf Jahre) und Auftragsprojekte definiert. Je nach Aufgabenstellung werden für Projekte alle drei Elemente des intellektuellen Kapitals gleichermaßen oder auch nur selektiv eingesetzt. Ein zentrales Element ist zudem die Bestimmung des Verhältnisses von Auftragsprojekten zur Programmforschung. Der Output der Wertschöpfungsprozesse wird mittels verschiedener Kategorien definiert und durch den *Feedbackpfeil* wird eine direkte Verbindung auf die Ziele und Wertschöpfungspotenziale des Unternehmens hergestellt. [LEITNER05, S. 202]

Die im Jahre 2000 in Dänemark veröffentlichte *Guideline for Intellectual Capital Statement* konzentriert sich auf den Prozess, den Manager und Mitarbeiter durchlaufen und der die Bedeutung und Interaktion des intellektuellen Kapitals bewusst werden lässt [GRÜBEL04, S. 20]. Üblicherweise werden vier Typen von Wissensressourcen unterschieden: Mitarbeiter, Kunden, Prozesse und Technologien [ALWERT05, S. 28]. Die Analyse dieser Wissensressourcen erfolgt über vier Elemente. Zu Beginn werden im Rahmen eines sogenannten *Knowledge Narrative* die Kundenbedürfnisse mit den Wissensressourcen verknüpft und im Anschluss die zukunfts- und wissensorientierte Strategie in Ziele zerlegt, hier als *Management Challenges* bezeichnet. Mit dem dritten Element, den *Indicators* werden die aus den Management Challenges notwendigen Maßnahmen, die *Initiatives*, unterlegt. Die IC-Statements Wissensbilanz macht die Faktoren für das Wachstumspotenzial des Unternehmens sichtbar und kommunizierbar [HEISIG05, S. 342]. Anzumerken sei, dass nach Grübel [GRÜBEL04, S. 20] der große Freiraum zur Individualisierung in diesem Modell dazu führt, dass z. B. auf Grund fehlender Zielwerte

und Gewichtungen nur bedingt Aussagen zur Zielerreichung getroffen werden können. Hinzu kommt, dass sich die Herstellung einer klaren Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen den Indikatoren, Maßnahmen und Zielen sehr schwer gestaltet.

Internationale Ansätze

Auf internationaler Zusammenarbeitsebene sind beispielhaft die Projekte MERITUM und MAGIC zu erwähnen. Das MERITUM (*Measuring and reporting intangibles to understand and improve innovation management*) Projekt, finanziert durch die EU und bearbeitet von Partnern aus sechs Ländern (Dänemark, Finnland, Frankreich, Norwegen, Schweden und Spanien), ist ein Messverfahren für Investitionen in immaterielle Vermögenswerte. In drei Schritten, Klassifikation von immateriellen Vermögenswerten (Bestandsgrößen wie z. B. Urheberrechte, Warenzeichen sowie Flussgrößen wie z. B. Aktivitäten und Investitionen in Bezug zum Erhalt und der Steigerung des Werts der immateriellen Ressourcen), Erhebung bisheriger Erfahrungen mit der Messung und Bewertung intellektuellen Kapitals anhand von Fallstudien sowie der abschließenden Analyse der Betrachtung des intellektuellen Kapitals auf den Kapitalmärkten, konnte eine *Guideline for Measuring and Disclosing Information on Intangibles* (Intellectual Capital Report) erarbeitet werden. Der Fokus des MERITUM-Ansatzes liegt auf den erfolgskritischen immateriellen Vermögenswerten [HEISIG05, S. 338 f.].

„MAGIC“ (Measuring and Accounting Intellectual Capital), ein weiteres EU-Projekt, beschäftigt sich mit der Bewertung von Wissen unter besonderer Berücksichtigung des Forschungs- und Entwicklungsbereichs. Ähnlich zur gängigen Unterteilung des intellektuellen Kapitals wird beim Wissensbilanzmodell MAGIC das Wissenskapital in vier Kategorien unterteilt: Humankapital, Organisationskapital (korreliert mit Strukturkapital), Marktkapital (korreliert mit Beziehungskapital) und Innovationskapital. Das zusätzliche Innovationskapital bezieht sich auf die Fähigkeit zur Weiterentwicklung und Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit [SPATH02, S. 9 f.].

Zwischenfazit zu existierenden Wissensbewertungssystemen

Allgemein lassen sich die vorgestellten sowie weitere vorhandene, aber nicht aufgeführten, Verfahren und Vorgehensweisen in zwei wesentliche Ansätze untergliedern. Zum einen in monetäre Gesamtbewertungen der Unternehmen, zum anderen in Management- oder Steuerungsansätze. Zweitgenannten liegt in der Regel ein Strukturmodell des intellektuellen Kapitals zu Grunde, das sich meist in Human-, Struktur- und Beziehungskapital

untergliedern lässt. In Bild 2.14 sind exemplarische Ausprägungen des intellektuellen Kapitals der Autoren Edvinsson [EDVINSSON97, S. 52], Roos [ROOS97, S. 28 ff.] und Sveiby [SVEIBY97, S. 165] aufgeführt.

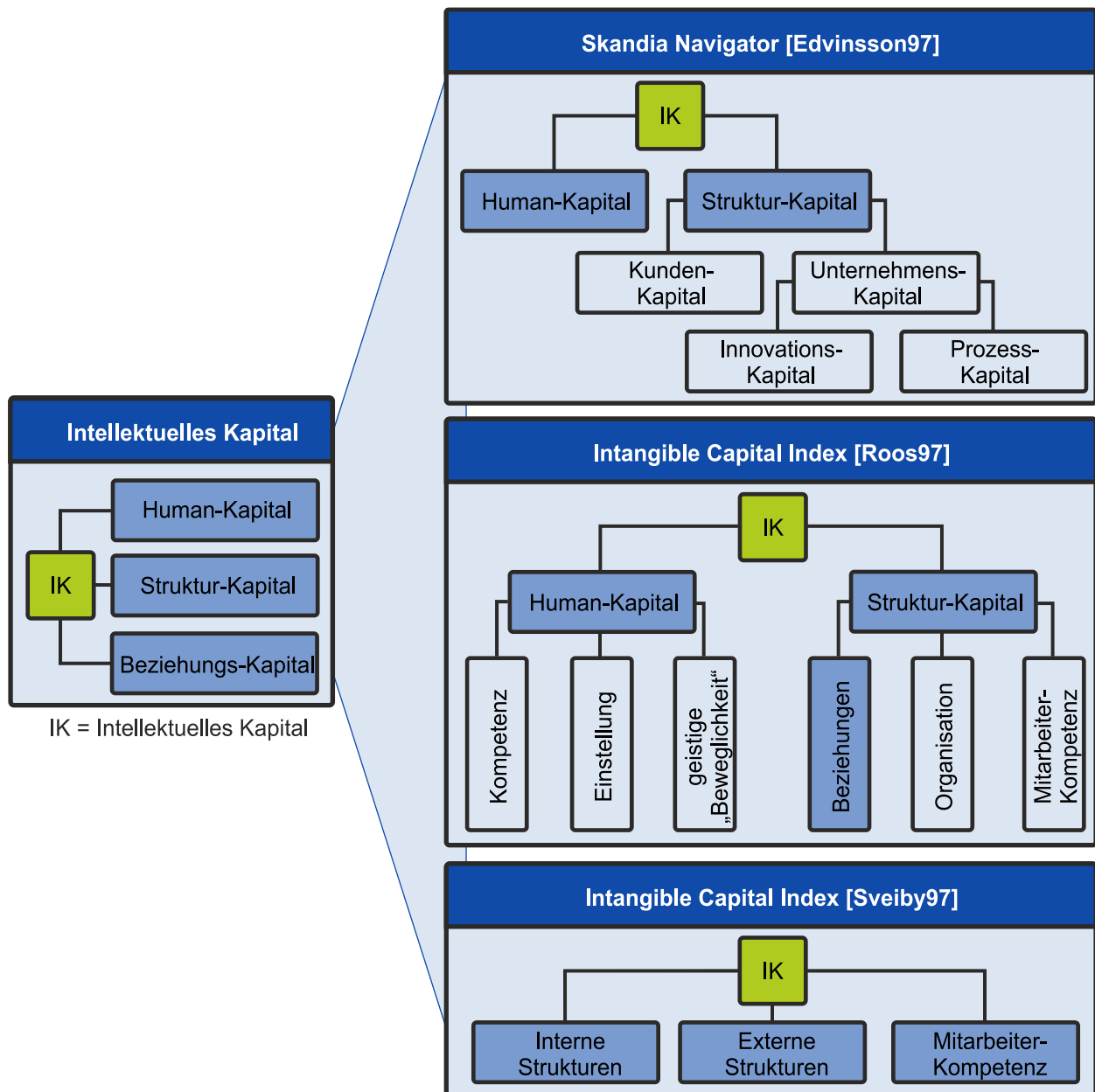


Bild 2.14: Allgemeine Strukturen des intellektuellen Kapitals

Anhand dieser Grundstruktur kann die Beschreibung der immateriellen Vermögenswerte mit Hilfe von Indikatoren erfolgen – im Gegensatz zur Ermittlung des gesamten immateriellen Vermögens von Organisationen in Geldwerten bei der monetären Gesamtbewertung.

2.5.1 Vorgehen und Kriterien zur Analyse bestehender Bewertungssysteme

Wurden bisher in Kapitel 2.5 Bewertungsverfahren vorgestellt, die sich allgemein mit der Ressource Wissen beschäftigen, liegt nun im Weiteren ein klarer Fokus auf der Ressource Wissen in der Produktentwicklung. Es wird untersucht, welche Möglichkeiten bisherige Bewertungssysteme bieten, um Produktentwicklungswissen zu bewerten, zu verwalten und zielgerichtet zu entwickeln.

Kapitel 2.5.2 umfasst zu diesem Zweck eine ausführliche Recherche über eine Vielzahl der zurzeit am Markt verfügbaren Wissensbilanzierungsmethoden. Die Basis der dort bereitgestellten Matrix bildet eine Untersuchung von Schnabel et al. [SCHNABEL06, S. 28 ff.], in der die im Jahre 2003 wichtigsten „Intangible-Asset-Ansätze“ (Wissensbilanzierungs-Ansätze) gegenübergestellt wurden. Die Matrix umfasst die von Schnabel et al. untersuchten 29 Ansätze und wurde zusätzlich um weitere 29 Ansätze sowie Methoden der Wissensbewertung ergänzt. Für eine einheitliche Darstellung der 58 untersuchten Wissensbilanzierungsmethoden und um diese miteinander vergleichbar zu gestalten, wurden diese in ein einheitliches Steckbrieflayout eingebunden. Die Erstellung der Steckbriefe erfolgte in enger Abstimmung mit Bich [BICH09, S. 13 ff.]. Nachfolgende Abschnitte enthalten wesentliche Aspekte aus dieser Zusammenarbeit. Die ausgefüllten Steckbriefe sind im Anhang A.1 bis A.3 abgebildet und beinhalten neben der Analyse der jeweiligen Wissensbilanzierungsmethode auch die jeweils relevanten Quellen.

Im *Kopf* des Steckbriefs erfolgt die Benennung der abgebildeten Wissensbilanzierungsmethode (Punkt 1 in Bild 2.15), der Autoren (Punkt 2 in Bild 2.15), des Erscheinungsjahrs (Punkt 3 in Bild 2.15) sowie eine Eingliederung (Punkt 4 in Bild 2.15) in die von Sveiby [SVEIBY10, S. 3] entwickelten vier Rubriken. *DIC* (Direct Intellectual Capital) *methods* umfassen Methoden, bei denen einzelne Komponenten analysiert und direkt als Einzel- oder Summenwert bestimmt werden, *MCM* (Market Capitalization Methods) berechnen die Differenz zwischen Marktwert und dem Eigenkapital der Aktionäre, *ROA* (Return on Assets) *methods* berechnen mittels einer Formel den ROA der im Unternehmen vorhandenen immateriellen Wirtschaftsgüter und *SC* (Scorecard) *methods* werden für die Analyse, Darstellung und Bewertung von Kennzahlen und Koeffizienten herangezogen. [BICH09, S. 13]

In einem nächsten Schritt wird festgehalten, was bilanziert wird (Güterindustrie, Forschungsunternehmen, Dienstleister, Finanzdienstleister oder Bildungseinrichtungen - Punkt 5 in Bild 2.15) und auf welcher Ebene dies erfolgt (ganzheitliches Unternehmen, Fachbereich, Prozesse, Produkte oder Produktentwicklungswissen - Punkt 6 in

Bild 2.15). Aufgrund der Zielsetzung dieser Arbeit sind insbesondere Aussagen zur Berücksichtigung bzw. Betrachtung von Produktentwicklungswissen in bestehenden Methoden von Relevanz. Auch wird untersucht, inwiefern die jeweilige Methode geeignet ist, um Wissen zu identifizieren/zu messen (Werden bspw. Indikatoren vorgegeben?), zu strukturieren (Werden konkrete Klassifikationen oder Gliederungen bspw. der Indikatoren vorgegeben?), zu verwalten (Existieren Software, Formularesätze oder ähnliches?), darzustellen (Existieren Vorgaben zur Darstellung der Ergebnisse?), zu bewerten (Zeigt die Methode auf, wie einzelne Punkte oder Indikatoren gewichtet werden sollen?) oder auch zu entwickeln (Werden Vorgaben gemacht, wie mit dem Wissen in der Zukunft umgegangen bzw. wie dieses entwickelt werden soll?) (Punkt 7 in Bild 2.15) [u. a. BICH09, S. 14 f.].

Benennung (Name der Wissensbilanzierungsmethode) 1		Autoren 2	Jahr 3	Typ 4
Bilanzierung von 5	Bewertungsebene 6	Um Wissen 7	Beschreibung von 8	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Prozesse ■ Produkte ■ Produktentwicklungswissen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren/zu messen ■ zu strukturieren ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Kundenkapital ■ Organisationskapital ■ Prozesskapital ■ Technologiekapital ■ Marktkapital ■ Finanzielles Kapital ■ Strukturkapital ■ Netzwerkkapital ■ Zuliefererkapital 	
Grundlagenmodell 9	SOLL-IST-Vergleich 10	Für externe Zwecke 11		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				12
Hier erfolgt eine kurze textuelle Beschreibung der Methode.				
[Quelle]				13

Bild 2.15: Mustervorlage eines Steckbriefs

Der Steckbrief erfasst auch, in welche Kapitalarten die jeweilige Methode das intellektuelle Kapital (Wissen) untergliedert (Punkt 8 in Bild 2.15). Wird keine Aufteilung vorgenommen oder ist diese nicht ersichtlich, erfolgt lediglich eine Unterscheidung zwischen finanziellem und intellektuellem Kapital. Finanzielles Kapital umfasst alle in Geldeinheiten ausdrückbaren Werte (z. B. Umsatz des Unternehmens oder einzelne Stückkosten). Das intellektuelle Kapital lässt sich weiter untergliedern und wird nachfolgend kurz vorgestellt. Humankapital umfasst alle Kennzahlen im Zusammenhang mit den Individuen des Unternehmens (z. B. Anzahl der Mitarbeiter), Strukturkapital stellt u. a. den

Zusammenhang mit der Unternehmenskultur sowie den unternehmensinternen Beziehungen der Mitarbeiter und Abteilungen dar. Unter Beziehungskapital lassen sich das Kundenkapital (z. B. Anzahl der Beziehungen zu Kunden), das Lieferantenkapital (z. B. Anzahl der Serviceverträge mit Lieferanten) und das Netzwerkkapital (alle Beziehungen, die nicht den Kunden oder Lieferanten zugeordnet werden können - bspw. Anzahl der Kooperationen mit Universitäten oder die Anzahl von Lizenzabkommen) zusammenfassen. Das Organisationskapital erfasst Kennzahlen über Managementmethoden, die Vision oder Strategie des Unternehmens. Unter Prozesskapital werden Prozesse sowie Abläufe (z. B. Automatisierungsgrad) aufgeführt und das Innovations- bzw. Technologiekapital beinhaltet die Anzahl der angemeldeten Patente oder Kennzahlen, die die Befähigung des Unternehmens zur Schaffung marktreifer Produkte ausdrücken. [BICH09, S. 15 f.]

In der dritten Zeile des Steckbriefs werden die Art und der Zweck der jeweils dargestellten Methode dargestellt. Jede der 58 Methoden lässt sich eindeutig zuordnen. Zuerst wird nach der Art der Methode unterschieden (Punkt 9 in Bild 2.15). Werden Stärken und Schwächen (meist anhand bestehender Methoden) analysiert sowie Hinweise gegeben, was an Informationen, Indikatoren und anderen Größen in einem künftigen Wissensbilanzierungsbericht zur Anwendung kommen soll, so handelt es sich um ein Grundlagenmodell. Wird eine konkrete Vorgehensweise (z. B. Formularsatz, Ablauf in einer Software oder Workshops) benannt, so wird diese Methode als Leitfaden eingestuft. Unter IC-Methoden werden alle Methoden eingestuft, in denen weder Grundlagen noch ein leitfadengestütztes Vorgehen zur Identifikation, Verwaltung, Bewertung oder Entwicklung des intellektuellen Kapitals angeboten werden. Es handelt sich in der Regel um Methoden für einen bestimmten Zweck, wie bspw. die reine Identifikation des intellektuellen Kapitals zur direkten Darstellung in einem Bericht, die bestehende Managementansätze und -methoden ergänzen. In einem weiteren Schritt wird die Art der Erfassung, Bewertung, Strukturierung, Darstellung, Verwaltung und Entwicklung des intellektuellen Kapitals (Wissen) klassifiziert (Punkt 10 in Bild 2.15). Lassen sich alle Größen in Geldeinheiten ausdrücken, wird von monetären Indikatoren gesprochen, andernfalls von nicht-monetären Indikatoren (z. B. Anzahl besuchter Tagungen pro Mitarbeiter oder Erfahrungsjahre in einem speziellen Gebiet). Methoden des SOLL-IST-Vergleichs stellen das aktuell vorhandene Kapital dem künftig benötigtem oder erwünschtem intellektuellen Kapital gegenüber. Mathematische Berechnungen zur Bestimmung des intellektuellen Kapitals (z. B. Marktwert minus Buchwert) stellen die letzte mögliche Art von Methoden

dar. Die untersuchten Methoden verfolgen des Weiteren unterschiedliche Zwecke, die in Bezug zum Unternehmen festgelegt werden (Punkt 11 in Bild 2.15). Die Darstellung von Stärken in Wissensbilanzberichten für beispielsweise Dritte wie Kreditgeber oder andere Stakeholder dient externen Zwecken. Das Sichtbarmachen des versteckten Kapitals, um dieses besser managen und überwachen zu können, stellt einen internen Zweck dar. [BICH09, S. 16 f.]

Der Steckbrief beinhaltet abschließend eine kurze Beschreibung des Inhalts und des Aufbaus der jeweiligen Methode (Punkt 12 in Bild 2.15) sowie wichtige Quellen- bzw. Autorenangaben (Punkt 13 in Bild 2.15). [BICH09, S. 16]

2.5.2 Analyse bestehender Wissensbewertungssysteme

Nachdem im vorherigen Teilkapitel ausführlich auf die klassifizierenden Merkmale zur Untersuchung der gewählten 58 Wissensbilanzierungsmethoden eingegangen wurde, werden in diesem Teilkapitel alle Steckbriefe in komprimierter Form in einer Matrixtabelle dargestellt. Dabei wurden die analysierten Wissensbilanzierungsmethoden für eine bessere Übersicht in die vier Gruppen *Nationale Methoden*, *Länderübergreifende Methoden*, *IC Methoden* und *Sonstige Methoden* (= Methoden ohne Zuordnung aufgrund eingeschränkter zugänglicher Informationen) eingeordnet sowie alphabetisch sortiert. Die gewählte Darstellung eignet sich insbesondere zur Gegenüberstellung der Fähigkeiten der einzelnen Methoden aber auch zum Aufdecken notwendiger Handlungsbedarfe (nicht abgedeckte bzw. erfüllte Aspekte). Die Erfüllung der einzelnen Aspekte wurde nach Analyse der jeweiligen Methoden durch den Autor dieser Arbeit wie auch in Bich [BICH09, S. 51 ff.] mittels der in der Legende angegebenen Klassifizierungsschemata eingestuft.

Der Fokus der Analyse besteht darin zu untersuchen, wie mit Produktentwicklungswissen (PEW) umgegangen wird, welche Art der Wissensbewertung (Welche Methode führt konkret SOLL-IST-Vergleiche durch?) durchgeführt wird sowie in der Betrachtung, welche der Methoden sich für eine ganzheitliche Wissensbewertung, ausgehend von einer Wissensidentifizierung, über eine -strukturierung, -darstellung, -bewertung bis hin zur Wissensentwicklung, eignen.

Insbesondere zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung existiert kein ganzheitliches Vorgehen. Bestehende Lücken wurden identifiziert und sind in Bild 2.16 grün markiert. Die Darstellung beinhaltet einen Auszug aus der Zusammenstellung bestehender Wissensbewertungssysteme (siehe Anhang A.4). Erkenntnisse zu vorliegenden Defiziten und weiterem Forschungsbedarf sind in nachfolgendem Kapitel enthalten.

PDKbench	Jahr	Typ	Art	Bilanzierung von ...				Bewertungsebene				Bewertung von Wissen über ...				Um Wissen zu ...				Wozu		Einteilung von Wissen/ Intellektuelles Kapital in ...														
				Güterindustrie	Dienstleister	Finanzdienstleister	Forschungsunternehmen	Bildungseinrichtung	ganzheitliches Unternehmen	Fachbereich	Prozesse	Produkte	Produktentwicklungswissen	SOLL-ST-Vergleich	nicht-monetäre Indikatoren	monetäre Indikatoren	rechnerische Ermittlung	identifizieren/messen	strukturieren	verwalten	darzustellen	bewerten	entwickeln	für interne Zwecke	für externe Zwecke	Humankapital	Strukturkapital	Kundenkapital	Zuliefererkapital	Netzwerk-kapital	Organisationskapital	Intellektuelles Kapital	Prozesskapital	Innovations-/Technologiekapital	finanzielles Kapital	Marktkapital
			Grundlagenmodell																																	
	2005	DIC	X																																	
	1999 2006	SC	X																																	
	2006	SC	X																																	
	2002	SC	X																																	
	2001	ROA																																		
	2003	SC	X																																	
	2000 2003	SC																																		
	2005	SC	X																																	
	2008	SC	X																																	
	2005	SC	X																																	

Nationale Modelle

Australia: Guiding Principles on Extended Performance Management (Society for Knowledge Economics)

Austria: ARC IC Report (Koch, Leitner)

Austria: ASSESS A2006™ (Brandner, Koch, Lasofsky-Blahut, et. al.)

Austria: Wissensbilanz für österreichische Universitäten

Belgium: Integrity Check Value (ICV-) calculation

Denmark: IC Statements (ICS) - The new Guideline

France: IC-dVAL™ Intellectual Capital dynamic Value

Germany: Knowledge-Asset-Measurement-System - KAM.sys

Germany: WB 2.0 - Made in Germany (IPK) | 2008

Iceland: PIP project - nordic innovation center

Legende:
 keine Aussage möglich
 ausdrücklich nicht erfüllt
 teilweise erfüllt
 vollständig erfüllt

Bild 2.16: Auszug aus der Zusammenstellung bestehender Wissensbewertungssysteme in Anhang A.4 – Teil 1 von 7

2.6 Defizite und Forschungsbedarf

Im Stand der Forschung und Technik erfolgte die Vorstellung der für diese Arbeit wichtigsten Themen. In Kapitel 2.1 wurde grundsätzlich in den Begriff Analyse und in Kapitel 2.2 in den Begriff Produktentwicklung eingeführt, so wie diese im Rahmen der Arbeit verstanden werden sollen. Kapitel 2.3 behandelt terminologische und sprachliche Sichten des Begriffs Wissens und grenzt diese voneinander ab. Ausgehend von einer Vielfalt allgemeiner Strukturierungsansätze in Kapitel 2.3.3 wird der vom Autor erarbeitete Strukturansatz für Wissen vorgestellt, welcher Wissen mit fünf Strukturparametern beschreibt. Der entstandene Strukturansatz für Wissen kann mit Eingang in die VDI-Richtlinie 5610 Blatt 2 [VDI 5610 2017, S. 4 f.] zwischenzeitlich als Stand der Technik angesehen werden.

Viele Arbeiten verwenden den Begriff Wissen in der Produktentwicklung. In Kapitel 2.4 wird allerdings gezeigt, dass innerhalb der Produktentwicklung bisher keine wirkliche Auseinandersetzung mit dem Begriff und damit keine klare Abgrenzung zu anderen Wissensbegriffen existieren. Hanselmann [HANSELMANN01] und Theil [THEIL07] bieten zwar erste Ansätze, beschreiben Produktentwicklungswissen allerdings nur in einer möglichen Grobstruktur. Da für diese Arbeit allerdings konkrete SOLL- und IST-Stände von Wissen erarbeitet werden sollen, ist es notwendig, Produktentwicklungswissen in seiner notwendigen Spezifität zu erarbeiten und somit zu beschreiben.

Zur Bewertung heutiger Unternehmen weisen die in Kapitel 2.5 vorgestellten Methoden und Ansätze vielversprechendes Potenzial auf. Die Fokussierung auf eine der elementaren Ressourcen der Produktentwicklung – das Produktentwicklungswissen an sich – erfordert darüber hinausgehende Schritte. Diese sollen dazu beitragen, einen ganzheitlichen Ansatz zu schaffen, der die Prozesse der Erfassung, Transformation, Aufbereitung und Bewertung – speziell im Rahmen der Produktentwicklung – integriert. Bisher konnte kein Verfahren identifiziert werden, mit dem Produktentwicklungswissen hinreichend abgebildet, strukturiert, aufbereitet und bewertet wird. Es fehlt damit ganz klar an einheitlichen zuverlässigen Messverfahren und zugehörigen deskriptiven Einflussfaktoren und Indikatoren das Produktentwicklungswissen betreffend. Dieses Defizit ist insbesondere von Bedeutung, weil Weiß [WEIß06, S. 59] feststellt, dass das Produktentwicklungswissen die Gesamtheit von Wissen bezeichnet, welches für die Transformation einer Aufgabe in Lösungen sowie zur Dokumentation sowohl der Lösungen als auch der durchgeführten Entwicklungsprozesse benötigt wird. Mit dieser Arbeit soll diese Forschungslücke geschlossen werden.

3 Detaillierung der Aufgabenstellung

Aufbauend auf der anfänglichen Problembeschreibung, der zugehörigen Motivation zur Erarbeitung einer Lösung sowie dem Stand der Technik korrelierender Themenfelder, wird in Kapitel 3.1 die Aufgabenstellung konkretisiert. In Kapitel 3.2 erfolgt die Beschreibung des weiteren Vorgehens. Anforderungen an die zu erarbeitende Unterstützung im Sinne einer Methode zur Bewertung von Wissen werden abschließend in Kapitel 3.3 definiert.

3.1 Konkretisierung der Aufgabenstellung

Das in Kapitel 1.2 formulierte Ziel dieser Arbeit hat nach der Analyse des Stands der Forschung und den daraus gezogenen Rückschlüssen weiterhin Bestand. Es soll ein Stand erreicht werden, der nach Anwendung der hier zu erarbeitenden Vorgehensweise die gezielte Optimierung des wertschöpfenden Anteils in Unternehmen ermöglicht. Aus der grundsätzlichen Idee, auf der einen Seite den Wissens-IST-Stand eines Unternehmens zu bestimmen und auf der anderen Seite zu identifizieren, wie ein möglicherweise notwendiger Wissens-SOLL-Stand aussehen sollte, dies stellt den Kern der vorliegenden Arbeit dar, ergeben sich vielfältige Möglichkeiten für die unternehmerische Praxis. Denkbare Anknüpfungspunkte wären das Schließen identifizierter Wissenslücken mit gezielten Schulungen oder auch das Einstellen neuer Mitarbeiter mit geeigneten Kompetenzen. Der Zweck solcher Maßnahmen besteht in der Anpassung der Wissensbasis des Unternehmens auf eine Referenz-/SOLL-Wissensbasis und zielt auf die Optimierung des wertschöpfenden Anteils im Unternehmen durch das Verfügbarmachen des richtigen Wissens zur richtigen Zeit am richtigen Ort in der notwendigen Art und Weise ab. Ein anderer Ansatz kann in der Veränderung der Strategie des Unternehmens liegen. Ergibt die Analyse des vorhandenen Wissens, dass die Wissensbasis des Unternehmens wichtige Themenfelder beinhaltet, die für das Alltagsgeschäft nicht benötigt werden und damit bisher ungenutzt sind, sollte es Aufgabe des Managements sein zu überlegen, welche neuen Geschäftsfelder gegebenenfalls mit den vorliegenden Fähigkeiten/Kenntnissen für das Unternehmen erschlossen werden können.

In Bild 3.1 wird das vereinfachte Reference-Model der vorliegenden Arbeit aus Bild 1.4 aufgegriffen und erweitert. Mit Beibehaltung der grundsätzlichen Forschungsthematik bleiben die messbaren Erfolgsfaktoren und die Schlüsselfaktoren bestehen. Zur Erreichung des messbaren Ziels (Unterscheidung zwischen nützlichen und nicht-nützlichen

Wissen in der Produktentwicklung) sowie der langfristigen Kunden-/Marktzufriedenheit bzw. Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens, ist es notwendig, den Grad des allgemeinen Verständnisses über Wissen in der Produktentwicklung zu erhöhen. Wie dies erreicht werden kann, wird im konkretisierten Reference-Model ersichtlich. Wurden in einem ersten Schritt die bestehenden kausalen Zusammenhänge dargestellt (Pfeile mit Interpretation der Zusammenhänge durch *rote Faktorenwerte*), erfolgt nun in einem zweiten Schritt die Überlegung, wie die bestehende Situation verbessert werden kann. Dies soll durch Beeinflussung der gewählten Schlüsselfaktoren geschehen, in dem eine Methode (= Unterstützung) erarbeitet wird, die zu einem höheren Grad des Verständnisses über Wissen in der Produktentwicklung beiträgt. Das Einbringen einer solchen Unterstützung in ein bestehendes Zusammenhangssystem und dessen Auswirkung lässt sich mit dem aus der DRM bekannten Impact-Model [BLESSING09, S. 28 f.] veranschaulichen. In Bild 3.1 wird die beabsichtigte Veränderung der sich ergebenden kausalen Zusammenhänge durch das Einbringen der Unterstützung (grüner Kasten) mittels grünem Pfeil und grünen Faktorenwerten aufgezeigt.

Es wird zudem verdeutlicht, dass die zu erarbeitende Unterstützung im Spannungsfeld der allgemeinen *Datenflut* und des *Wissensprofils* im Unternehmen, die zusammen die Wissensbasis des Unternehmens bilden, stehen wird. Hierzu muss aber erwähnt werden, dass die *Datenflut* aus Sicht des Autors ein nahezu nicht beherrschbares Themengebiet ist. Vielmehr muss akzeptiert werden, dass heutzutage zu viele Informationen in Unternehmen vorliegen und es schwierig ist, diese angemessen zu kanalisieren. Die hieraus mögliche resultierende Informationsüberfrachtung kann zu einem geringeren fokussierten Verständnis über Wissen in der Produktentwicklung führen. Des Weiteren soll darauf hingewiesen werden, dass die angedachte Unterstützung sich nicht mit organisationalen Lernformen, didaktischen Modellen zur Veränderung des Wissensprofils, Kompetenzentwicklungsthemen oder ähnlichem beschäftigt. Die angedachte Unterstützung greift vielmehr auf einer späteren Ebene ein, in der es letztendlich um die visualisierte Darstellung vorhandener wie auch notwendiger Wissensstände im Unternehmen, speziell in der Produktentwicklung, geht. Entgegen beispielsweise klassischer Wissenslandkarten oder allgemeiner Mappingtechniken wird in dieser Arbeit jedoch die *ganzheitliche* Erfassung und Bewertung für eine spätere Steuerung des Wissens in der Produktentwicklung angestrebt.

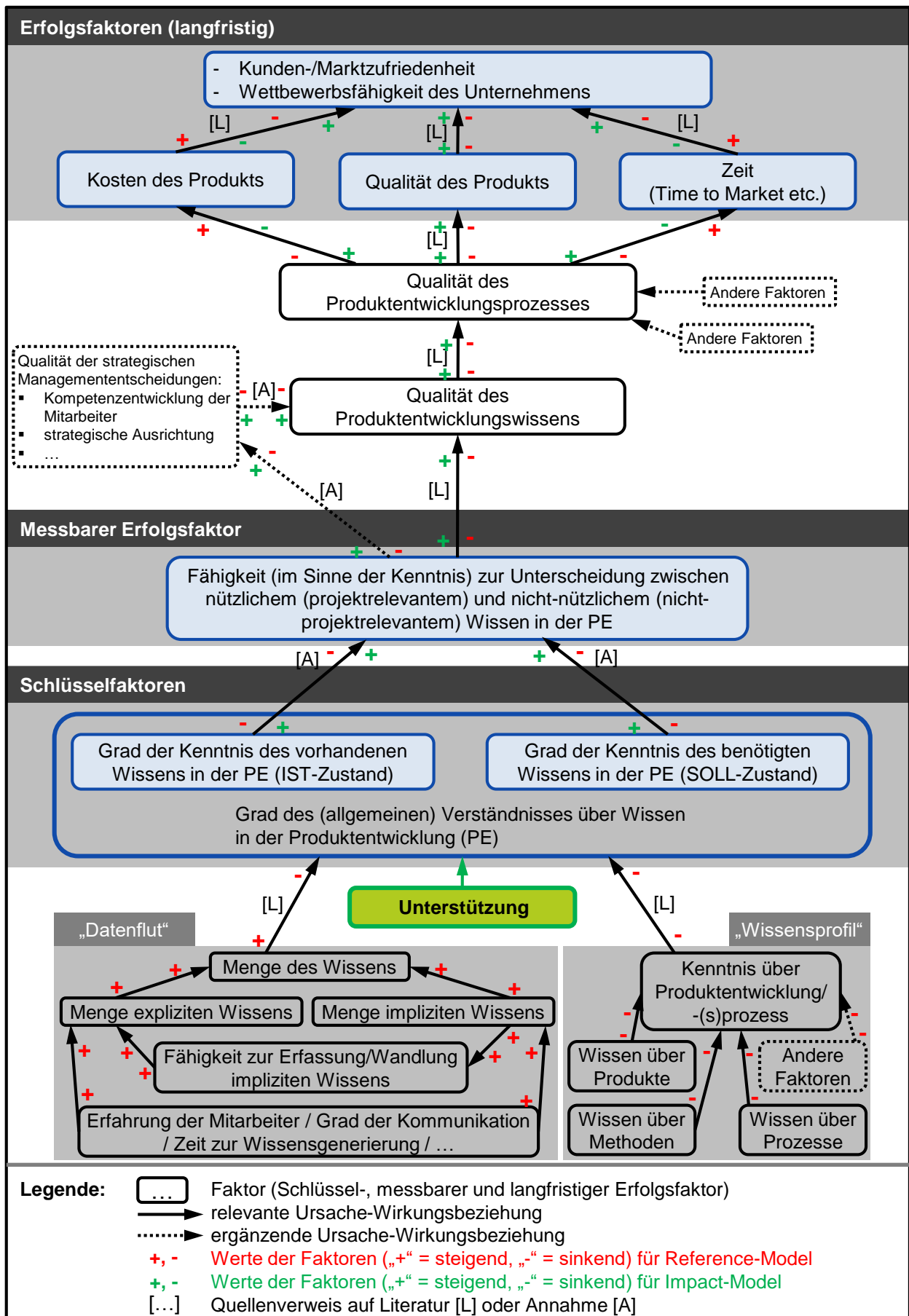


Bild 3.1: Konkretisiertes Reference-Model und zugehöriges Impact-Model

Nach der Betrachtung des allgemeinen Stands der Forschung und Technik sowie der sich anschließenden Konkretisierung der Zielsetzung resultiert folgende zentrale Forschungsfrage:

Zentrale Forschungsfrage der Arbeit

Wie kann Produktentwicklungswissen definiert, strukturiert und analysiert werden, so dass eine Aussage bezüglich des vorhandenen Wissens sowie eine Abschätzung hinsichtlich des benötigten Wissens ermöglicht wird?

Hypothesen geben vorläufige Antworten auf zuvor formulierte Forschungsfragen. Diese gilt es zu bestätigen oder zu widerlegen [BLESSING09, S. 59 f.]. Für die vorliegende Arbeit ist der Nachweis für die nachfolgend aufgestellte zentrale Hypothese zu führen:

Zentrale Hypothese der Arbeit

Es ist möglich, ausgehend von einem strukturellen Wissensmodell⁽¹⁾ der Produktentwicklung, unter Berücksichtigung gängiger Kernprozesse^(2*) des Wissensmanagements, ein Vorgehensmodell^(2**) zu erarbeiten, das zu Aussagen bezüglich der vorhandenen IST-Wissensbasis⁽⁴⁾ befähigt sowie Tendenzen fehlenden Wissens⁽⁵⁾ für ein definiertes SOLL-Wissen⁽³⁾ aufzeigt.

Für die Beweisführung innerhalb dieser Arbeit können für die aufgestellte Hypothese kleinere Arbeitsschritte abgeleitet werden. Die vorgenommene Untergliederung wird durch hochgestellte Indizes in der formulierten zentralen Hypothese der Arbeit kenntlich gemacht. Die sich hieraus ergebenden operationalisierten Aufgabenbeschreibungen/ Fragestellungen (kursiv dargestellt) lauten wie folgt:

- (1) Erarbeiten eines allgemein gültigen Verständnisses über PEW.
Wie sieht ein strukturelles Wissensmodell der Produktentwicklung aus?
- (2*) Bestimmen wesentlicher Kernprozesse des WM.
Abgleich des Vorgehens/Aufbaus gängiger (Wissens-)Bewertungsmethoden.
- (2**) Aufstellen eines zugrundeliegenden Vorgehensmodells.
Welche Schritte/Module sind für einen durchgängigen Bewertungsprozess für Wissen in der Produktentwicklung notwendig?
- (3) Aufstellen eines Vorgehens zur Erfassung/Erarbeitung der SOLL-Wissensbasis.
Wie kann das SOLL-Wissen zur Produktentwicklung in Abhängigkeit von verfügbaren Informationen bestimmt bzw. festgelegt werden?

- (4) Aufstellen eines Vorgehens zur Erfassung/Erarbeitung der IST-Wissensbasis.
Wie kann das aktuell im Unternehmen/Bereich vorhandene IST-Wissen zur Produktentwicklung erfasst werden?
- (5) Erarbeiten eines Moduls, das Entwicklungspotenziale eines Unternehmens anhand fehlender Wissens Elemente/-bestandteile aufzeigt.
Wie lässt sich das IST-/SOLL-Wissen zur Produktentwicklung vergleichen, damit Aussagen bzgl. einer Differenz möglich sind.

In Kapitel 3.2 werden die zuvor definierten Arbeitsschritte in eine konkrete Vorgehensweise zur Erarbeitung der gewünschten Unterstützung überführt.

3.2 Vorgehensweise

Basierend auf der allgemeinen Struktur dieser Arbeit (siehe Bild 1.6) und der konkretisierten Zielsetzung sowie der zugehörigen zentralen Forschungsfrage und Hypothese, wird die Struktur der vorliegenden Arbeit verfeinert. Nach dem klassischen DRM Vorgehen nach Blessing und Chakrabarti [BLESSING09] müsste sich nun eigentlich die Präskriptive Studie (= PS) zur Erarbeitung einer Lösung anschließen.

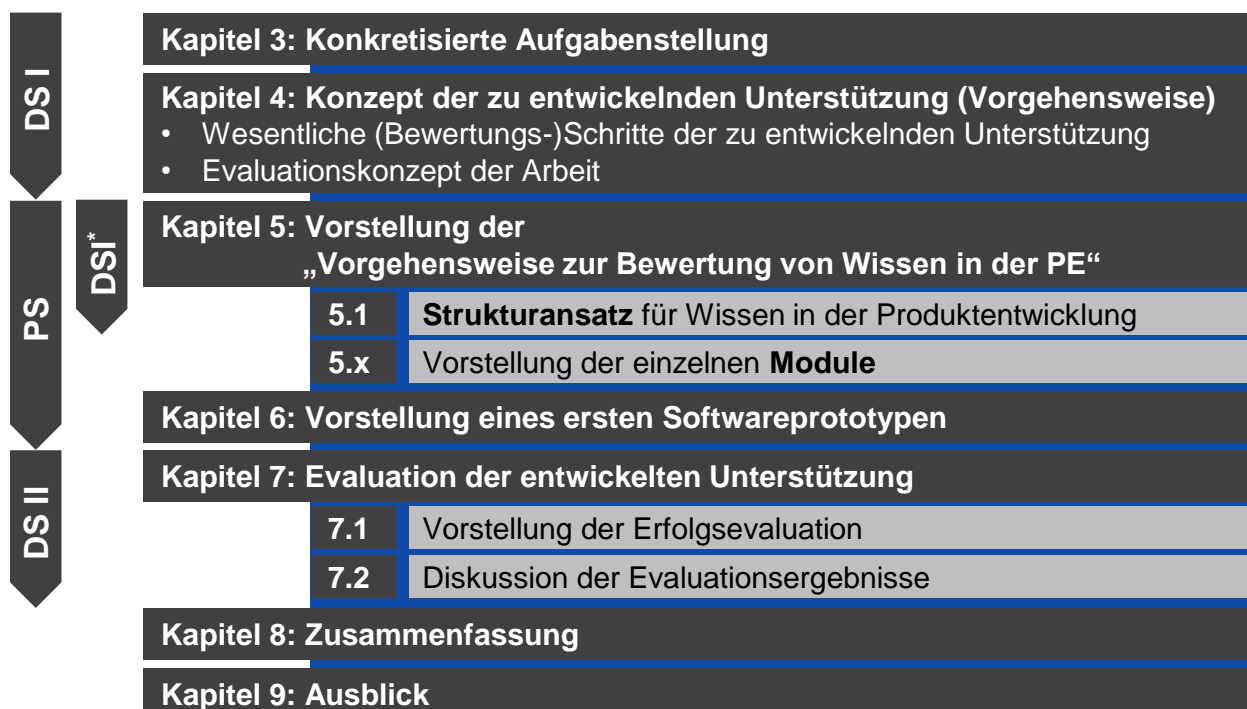


Bild 3.2: Konkretisierte Struktur der Arbeit

Der Stand der Forschung und Technik hat allerdings ergeben, dass als notwendige Vorarbeit für die zu erarbeitende Unterstützung ein ausreichendes Verständnis über Wissen in der Produktentwicklung vorliegen muss. Dieser erweiterte Verständnisaufbau ist in Bild 3.2 mit der ergänzten DSI*-Phase gekennzeichnet.

Als Konsequenz wird in Kapitel 5.1 ein gültiger Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung hergeleitet.

Im Anschluss werden die erarbeiteten Module zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung (Kapitel 5.1-5.5) vorgestellt. In Kapitel 6 wird ein erster Softwareprototyp beschrieben, in Kapitel 7 folgt die Durchführung der abschließenden Evaluation (DSII).

3.3 Anforderungen

Vorgehensweisen, die zur Lösung von Aufgaben und Problemen eingesetzt werden, verweisen in der Regel auf geeignete Methoden, Werkzeuge und Hilfsmittel. Das Gestalten derartiger Vorgehensweisen bedarf wie die Entwicklung realer Produkte bzw. Prozesse einer Festlegung bestimmter zu erfüllender Anforderungen.

Keller und Binz haben „die aus methodisch wissenschaftlicher Sicht bedeutsamen Anforderungen für die Gestaltung solcher Prozesse in einem interdisziplinären ingenieurwissenschaftlichen Zusammenhang [zusammengestellt]“ [KELLER10, S. 13].

Das Erarbeiten von Anforderungen ist ein wesentlicher Aspekt für die spätere Verifizierung der Arbeitsergebnisse, hier im Sinne der zu erarbeitenden Methode.

Im Rahmen dieser Arbeit dienen die Anforderungen in Kapitel 5 und 6 insbesondere der Erarbeitung der Vorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung. In Kapitel 7 werden die Anforderungen zur Zielerreichungskontrolle eingesetzt. In der Evaluation wird untersucht, in welchem Grad die einzelnen Anforderungen berücksichtigt wurden und wie die einzelnen Ergebnisse zu bewerten sind.

Die Anforderungen für die zu entwickelnde Methode setzen sich aus allgemeingültigen Anforderungen und spezifischen Anforderungen zusammen. Die in dieser Arbeit berücksichtigten allgemeingültigen Anforderungen nach Keller und Binz [KELLER09, S. 205 ff.; KELLER10, S. 14 ff.] sowie Binz et al. [BINZ11, S. 81 f.] lassen sich in acht Anforderungsgruppen unterteilen. Eine Methode muss überprüfbar sein (I), eine praktische Relevanz aufzeigen (II), in ihrer Beschreibung einem wissenschaftlichen Anspruch genügen (III), nachvollziehbar (IV), nützlich (V) und flexibel anwendbar sein (VI) sowie strukturell (VII) und problemspezifisch unterstützen (VIII).

(Problem-)spezifische Anforderungen an eine Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung ergeben sich aus den in Kapitel 2.6 dargelegten Defiziten im Stand der Forschung und Technik. Darüber hinaus wurden vom Autor dieser Arbeit übergeordnete Anforderungen an die zu entwickelnde Methode in [ROTH09, S. 82 ff.] veröffentlicht.

Darin wird beschrieben, dass eine Methode, die Wissen in der Produktentwicklung bewerten soll, stark mit dem Bereich der Produktentwicklung korrelieren muss. Es wird davon ausgegangen, dass innerhalb eines Produktentwicklungsprozesses (PEP) spezifisches Wissen benötigt wie auch generiert wird – die zu erarbeitende Methode muss dieses berücksichtigen und bewerten können.

Aus der Zielsetzung dieser Arbeit, dem Erkenntnis- und Bedarfsstand aus dem Stand der Forschung und Technik, den allgemeinen Anforderungen nach Keller und Binz sowie den spezifischen Anforderungen nach Roth, ergeben sich für die Entwicklung einer Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung die in Tabelle 3.1 formulierten Anforderungen.

	Beschreibung der Anforderung	Quelle/ In Anlehnung an
Anforderung		
Überprüfbarkeit (I)		
A1	Methode muss sich <u>anhand der Anforderungskriterien bewerten sowie</u> in der Gesamtheit bzw. in Einzelmodulen <u>verifizieren lassen</u> .	Keller (I)
Praktische Relevanz (II)		
A2	Methode muss einen Mehrwert/Nutzen bieten – praktische Relevanz.	Keller (II)
Wissenschaftliche Sinnhaftigkeit (III)		
A3	Methode muss <u>objektiv</u> sein – die Bewertung ist unabhängig von ausführenden Instanzen.	[ROTH09, S. 84 f.]; Keller (III)
A4	Methode muss <u>zuverlässig</u> sein – die Bewertung erfolgt <u>fehlerfrei</u> und führt zu <u>wiederholbaren Ergebnissen</u> .	[ROTH09, S. 85]; Keller (III); Keller (IV)
A5	Methode muss <u>valide</u> sein – ausgewählte Faktoren/Aspekte erzeugen die gewünschten Ergebnisse bzw. messen den richtigen Sachverhalt.	[ROTH09, S. 85]; Keller (III)
Nachvollziehbarkeit (IV)		
A6	Durchführung der Methode (Schritte und Zusammenhänge) muss <u>logisch und transparent</u> sein.	Keller (IV)
A7	Methode muss von anvisierten Zielgruppen-Anwendern <u>erlernt</u> werden können.	Keller (IV)
A8	Methode muss durch Zielgruppen-Anwender <u>angewendet</u> werden können.	Keller (IV)
Nützlichkeit (V)		
A9	Methode muss <u>effizient</u> sein – Aufwand zum Anwenden darf den generierten Nutzen nicht übersteigen.	Keller (V)
A10	Methode muss <u>redundanzfrei</u> sein.	Keller (V)
A11	Methode muss <u>widerspruchsfrei</u> sein.	Keller (V)
A12	Methode muss <u>vollständig</u> sein.	Keller (V)
Flexibilität (VI)		
A13	Methode sollte ein <u>einheitliches, standardisiertes Indikatoren-Set sowie ein individuell anpassbares Set an Indikatoren</u> beinhalten – bspw. werden bei der Produktentwicklung in der Automobilindustrie eventuell andere Wissensinhalte (Fachwissen usw.) als für Produkte in der Textilindustrie benötigt (bei gleicher bis ähnlicher Wissensstruktur).	[ROTH09, S. 83 f.]; Keller (VI); Keller (VIII)
Strukturierung und Kompatibilität (VII)		
A14	Methode <u>unterstützt die Strukturierung</u> von Wissen in der Produktentwicklung bzw. bietet ein zweckmäßiges Strukturmodell an.	[ROTH09, S. 83]; Keller (VII)
A15	Methode muss dazu beitragen, die zu lösenden Herausforderung geeignet zu <u>strukturieren</u> und damit zum Lösungsprozess beitragen.	Keller (VII)
A16	Methode muss mit allgemeingültigen Produktentwicklungsprozessen sowie Wissensmodell nach Probst <u>kompatibel</u> sein.	Keller (VII)
A17	Methode soll idealerweise <u>formalisierbar</u> sein (Formblätter, rechnergestützte Anwendung, ...).	Keller (VII)
Problemspezifität (VIII)		
A18	Methode soll sowohl die <u>Erfassung expliziter Wissensinhalte</u> (Dokumente, Richtlinien usw.) <u>wie auch impliziter Wissensinhalte</u> (Erfahrungen, Zusammenhänge) ermöglichen.	[ROTH09, S. 84]; Keller (VIII)
A19	Methode muss Produktentwickler bei der <u>Erarbeitung eines Soll-Wissensbestands</u> unterstützen.	Keller (VIII)
A20	Methode muss <u>Ergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten</u> – je nach Rolle besteht ein unterschiedlicher Informationsbedarf.	[ROTH09, S. 85]

Tabelle 3.1: Anforderungen an eine Methode zum Bewerten von Wissen in der PE

4 Konzept der zu entwickelnden Unterstützung

Nach der Erörterung des allgemeinen Stands der Technik und der anschließenden Konkretisierung der Aufgabenstellung schließt sich innerhalb dieses Kapitels die grundsätzliche Beschreibung des Konzepts der zu entwickelnden Vorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung an. Hierzu werden in Kapitel 4.1 einige repräsentative Vorgehensweisen, die den im Stand der Technik vorgestellten Vorgehensweisen zu Grunde liegen, gegenübergestellt. Die Akzeptanz und Anwendung der betrachteten Vorgehensweisen lässt den Schluss zu, dass deren Schritte wesentliche Bestandteile einer Vorgehensweise in einem ähnlichen Einsatzfeld sein sollten. Die durchgeführte Analyse gibt somit eine Antwort, welche konzeptionellen Schritte und daraus resultierenden Module für eine Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung zu erarbeiten sind. Eine Vorstellung dieser Schritte und Module bietet Kapitel 4.2.

Im nachfolgenden Kapitel 4.3 wird das dieser Arbeit zugrundeliegende Evaluationskonzept vorgestellt. Mit diesem wird entwicklungsbegleitend die Anwendungsnähe der zu entwickelnden Module sichergestellt sowie auch abschließend eine Aussage zur Eignung der Gesamtmethode ermöglicht.

4.1 Schritte einer Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

Eine wesentliche Anforderung aus dem einleitenden Kapitel 1.3.1 ist die Integrationsfähigkeit der zu erarbeitenden Methode in bestehende Wissensmanagementkonzepte.

Da jedoch bereits eine Vielzahl an Verfahren und Vorgehensweisen in themennahen Feldern existieren, ist es nicht notwendig, ein vollständig neues konzeptionelles Grundgerüst der Methode zu erarbeiten. Zunächst wird daher das Grundmuster identifiziert, das alle Verfahren aus dem Stand der Technik einheitlich beinhalten. Dieses gilt es zu analysieren und abschließend in eine Vorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung zu überführen.

Stellvertretend für alle Verfahren und Vorgehensweisen werden zu diesem Zweck in Bild 4.1 repräsentative Vertreter der in Kapitel 2.5.2 des Stands der Technik betrachteten standardisierten Wissensbewertungsverfahren gegenübergestellt, mit dem Ziel, übergeordnete vorgehensunabhängige Schritte zu bestimmen, die grundsätzlich in jedem Verfahren zur Anwendung kommen.

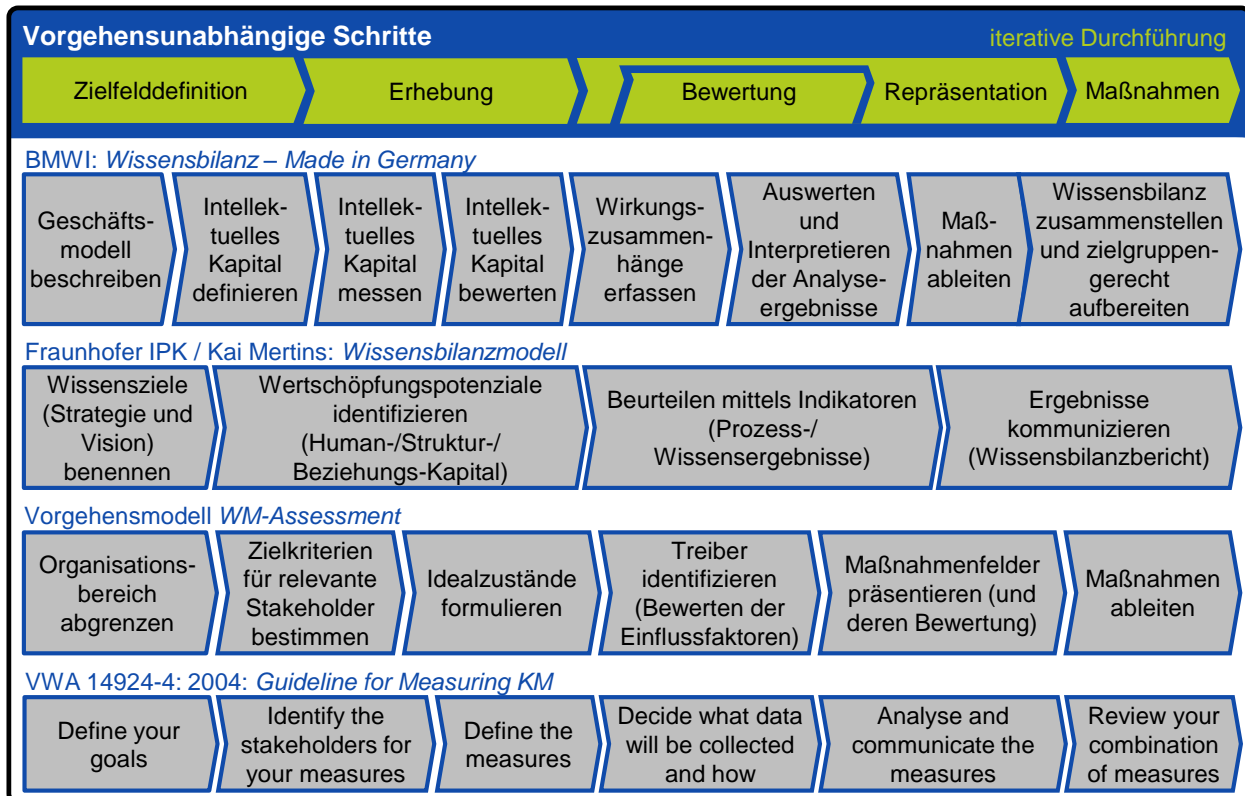


Bild 4.1: Analyse standardisierter Vorgehensweisen und Synthese vorgehensunabhängiger allgemeiner Schritte

Die Analyse der standardisierten Vorgehensweisen ergibt, dass jeweils zu Beginn spezifische Vorbereitungen zu treffen sind. Dies kann beispielsweise die Festlegung der Ziele der Wissensmanagementaktivität und damit verbunden die Eingrenzung eines Geschäftsbereichs sein oder aber die Fokussierung auf eine spezifische Abteilung und ein damit verbundenes Produkt des Unternehmens. Bevor mit der Erhebung der wesentlichen Daten begonnen werden kann, sind unterschiedlich intensive Vorbereitungsschritte notwendig. Im Wesentlichen handelt es sich um die Operationalisierung und damit, in diesem Themenkontext, das *Verfügbarmachen* der zu erhebenden Daten. Hierzu zählen die Erarbeitung definitorischer Größen (Was soll gemessen werden?) wie aber auch das Bestimmen relevanter Messgrößen (Wie soll gemessen werden?). Letztendlich muss die Kenntnis vorhanden sein, was unter Produktentwicklungswissen verstanden werden kann. Im sich anschließenden Schritt der Wissenserhebung kommen dann je nach Vorgehensweise spezifische Erhebungs-/Befragungsmethoden zum Einsatz. Im Schritt Wissensbewertung erfolgt erstmals die Reflektion bezüglich der erhobenen Daten respektive des Wissens im Zusammenhang mit dem Unternehmen bzw. des zu analysierenden Bereichs/Produkts. Im Schritt der Repräsentation wird das Wissen zielgerichtet visualisiert und für nachfolgende Schritte entsprechend aufbereitet. Je nach

Vorgehen spielt der Schritt der Visualisierung jedoch bereits vor der eigentlichen Wissensbewertung eine nicht unwesentliche Rolle. In Abhängigkeit von der Erhebungsmethode kann es von Nöten sein, das Wissen geeignet zu repräsentieren, um dieses einer Bewertung zugänglich zu machen (siehe Bild 4.1).

Für ein ganzheitliches Wissensmanagementvorgehen folgen in den einzelnen Vorgehensweisen verschiedenste nachgelagerte Schritte wie beispielsweise die Kommunikation der Ergebnisse, das Ableiten und Umsetzen von Maßnahmen oder auch die Wissensbewahrung. Diese stehen jedoch nicht im Fokus dieser Arbeit.

Damit die Ergebnisse dieser Arbeit in bestehende Wissensmanagementkonzepte eingliedert werden können, soll auch hier ein ganzheitlicher Ansatz entstehen. Um dies sicherzustellen, werden in Bild 4.2 explizit die Schritte des allgemeinen Wissensmanagements nach Probst et al. [PROBST12] und die vorgehensunabhängigen Schritte aus der Analyse der standardisierten Vorgehensweisen gegenübergestellt.



Bild 4.2: Abgeleitete Schritte einer zukünftigen Methode zur Bewertung von Wissen

Aus dieser Gegenüberstellung werden die wesentlichen Schritte abgeleitet, die eine spätere Methode zur Bewertung von Wissen beinhalten sollte. Die Schritte konnten aufgrund ihrer abstrakten Formulierung weitestgehend direkt übernommen werden. In den analysierten Vorgehensweisen werden die Schritte der Identifikation und des Erwerbs verschieden interpretiert und aufgegriffen. Nach Ansicht des Autors kann die Identifikation des Wissens sowohl entweder bereits in der Zielfelddefinition Berücksichtigung

finden (Kenntnis über das Wissen: z. B. Art- und Struktur), oder auch Bestandteil der Erhebung (Vorgabe, welches Wissen zu erheben ist) sein. Der Schritt der Wissensrepräsentation wird zwar in Probst et al. [PROBST12] nicht als eine der Kernaktivitäten benannt, stellt jedoch einen notwendigen Schritt bei der Bewertung und Kommunikation von Wissen dar.

4.2 Modulbaukastenkonzept zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

Basierend auf den Analysen im vorangehenden Kapitel, wird nachfolgend der zu entwickelnde Modulbaukasten (Bild 4.3) vorgestellt, der Mitarbeiter und Unternehmen bei der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung unterstützen soll. Hierbei finden zum einen die Erkenntnisse aus Bild 4.2 Berücksichtigung, zum anderen aber auch die Veröffentlichung zu den wesentlichen Modulen einer solchen Methode in Roth und Binz [ROTH11]. Dieser mit einem fachkundigen Publikum diskutierte Aufbau stellte bei allen künftigen Publikationen des Autors die Basis dar.

Bevor mit der eigentlichen Erhebung begonnen werden kann, ist in einem vorzubereiten Modul das Zielfeld und die zu erhebende Ressource zu definieren. Im Rahmen dieser Arbeit wird der eingegrenzte Bereich der Produktentwicklung (= Zielfeld) betrachtet, zudem soll das dort immanente Wissen erhoben werden. Angesichts einer bisher nicht ausreichenden definitorischen Abgrenzung dieses Wissens, wird im Modul WISSENSSTRUKTURANSATZ zu Beginn eine Begriffswelt und zugehörige Definitionen für das in der Produktentwicklung vorhandene Wissen erarbeitet, um dieses anschließend in seinen strukturellen und charakteristischen Ausprägungen zu erläutern. Diese Vorarbeit ist notwendig, damit in den nachfolgenden Modulen eine zielgerichtete Erhebung erfolgen kann. Aufgrund der Tatsache, dass die spätere Bewertung des Wissens auf einem SOLL-IST-Vergleich basiert, sind für die folgende Wissens-ERHEBUNG zwei entsprechende Module vorgesehen. Zuerst ist es notwendig, mittels z. B. Analyse von Vorgängerprodukten, ähnlichen Produkten oder Benchmarkprodukten notwendige Wissensinhalte, die zur Entwicklung eines künftigen Produkts benötigt werden, zu bestimmen (Modul zur Wissensidentifikation = SOLL-Wissen). Mit der Kenntnis über notwendige Wissensinhalte können nun zweckmäßige Erhebungsmethoden, beispielsweise angepasste Fragebögen, ausgewählt werden, mit denen die Mitarbeiter oder die Bereiche, die mit der Entwicklung des zukünftigen Produkts beauftragt sind, *analysiert* werden (Modul der Wissenserhebung = IST-Wissen). Die direkte Abhängigkeit dieser beiden Module ist in

Bild 4.3 durch Pfeile dargestellt. Die so erhobenen Wissensinhalte werden nun in weiteren Schritten analysiert und bewertet. Hierzu werden das Modul der Wissens-REPRÄSENTATION sowie das Modul der Wissens-BEWERTUNG benötigt.

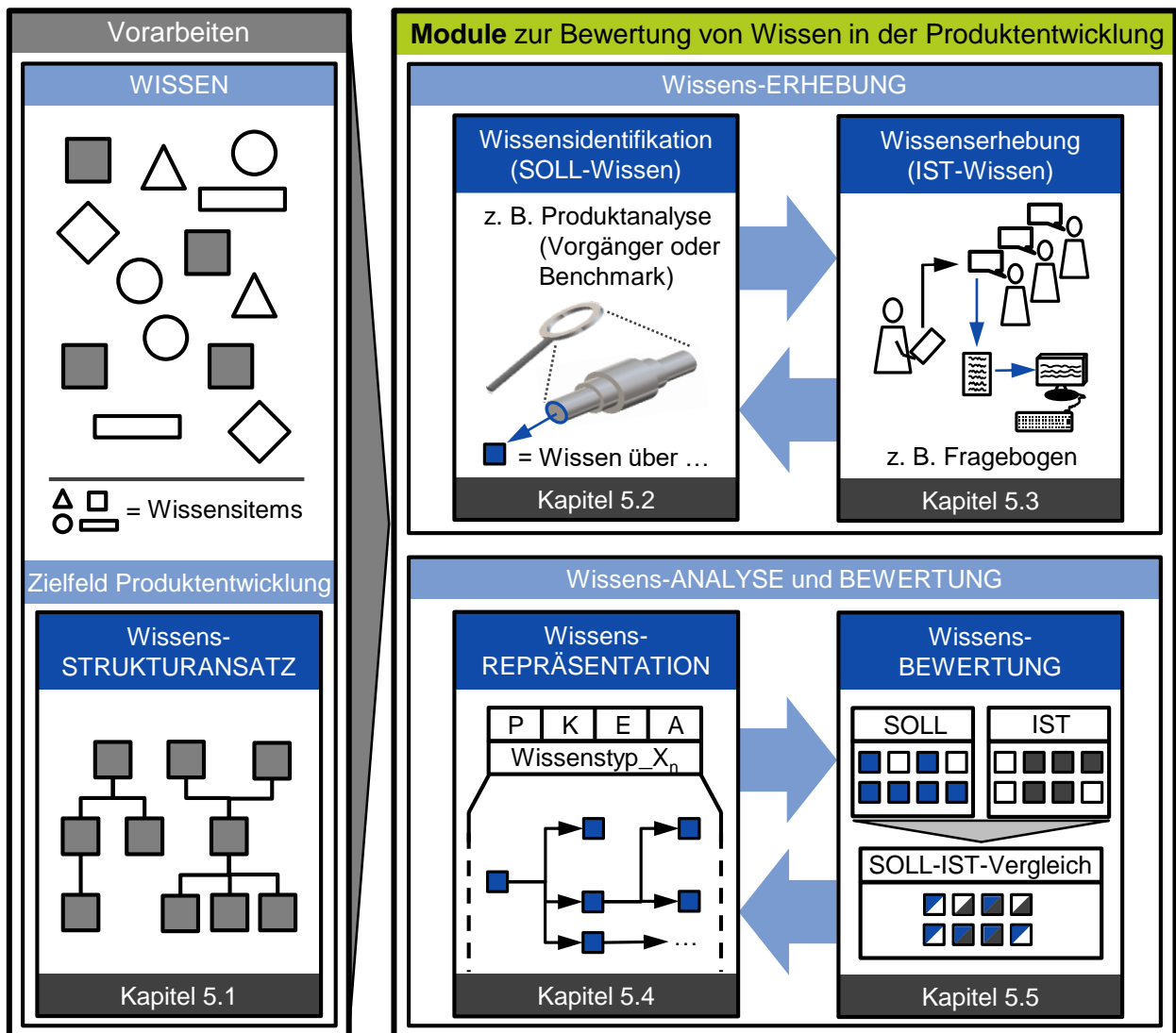


Bild 4.3: Visualisierung der zu erarbeitenden Gesamtmethode - Einzelmoduldarstellung

Dabei sei angemerkt, dass die zweckmäßige Darstellung (Repräsentation) des Wissens zum einen für die Bewertung an sich, aber auch für die sich anschließende Kommunikation der Ergebnisse notwendig ist. Die starke inhaltliche Verflechtung wird ebenfalls wieder mittels Pfeilen zwischen den Modulen kenntlich gemacht.

Die einzelnen Module geben damit auch die weitere Struktur dieser Arbeit vor. Auf diese wird in Kapitel 5 näher eingegangen. Hierzu wird zu Beginn jedes Teilkapitels der jeweilige Arbeitsauftrag durch die Formulierung einer spezifischen Forschungsfrage (wurden in Kapitel 3.1 erarbeitet) vorgegeben. Durch die Umsetzung des Konzepts in eine Lösung

soll die in Bild 1.4 und Bild 3.1 definierte Forschungslücke geschlossen werden. In Kapitel 4.3 wird das Evaluationskonzept dieser Arbeit konkretisiert, mit dem die Gültigkeit der gefundenen Unterstützung bewertet werden soll.

4.3 Eingesetzte (Evaluations-)Methoden bei der Konzeptentwicklung

Für einen späteren Einsatz der Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung ist es notwendig, auf die Anwendbarkeit und Gültigkeit (Validierung und Verifikation) zum einen der einzelnen zu erarbeitenden Module sowie zum anderen der Gesamtvorgehensweise bestehend aus allen Modulen zu achten. Hierfür kommt das nach Blessing und Chakrabarti [BLESSING09, S. 181 ff.] vorgeschlagene Evaluationskonzept der DRM zur Anwendung. Dieses beinhaltet drei Arten der Evaluation: eine begleitende Unterstützungsevaluation, eine Anwendungsevaluation sowie eine Erfolgsevaluation. Wie diese Evaluationsarten im Rahmen dieser Arbeit zur Anwendung kommen, wird in Bild 4.4 gezeigt.

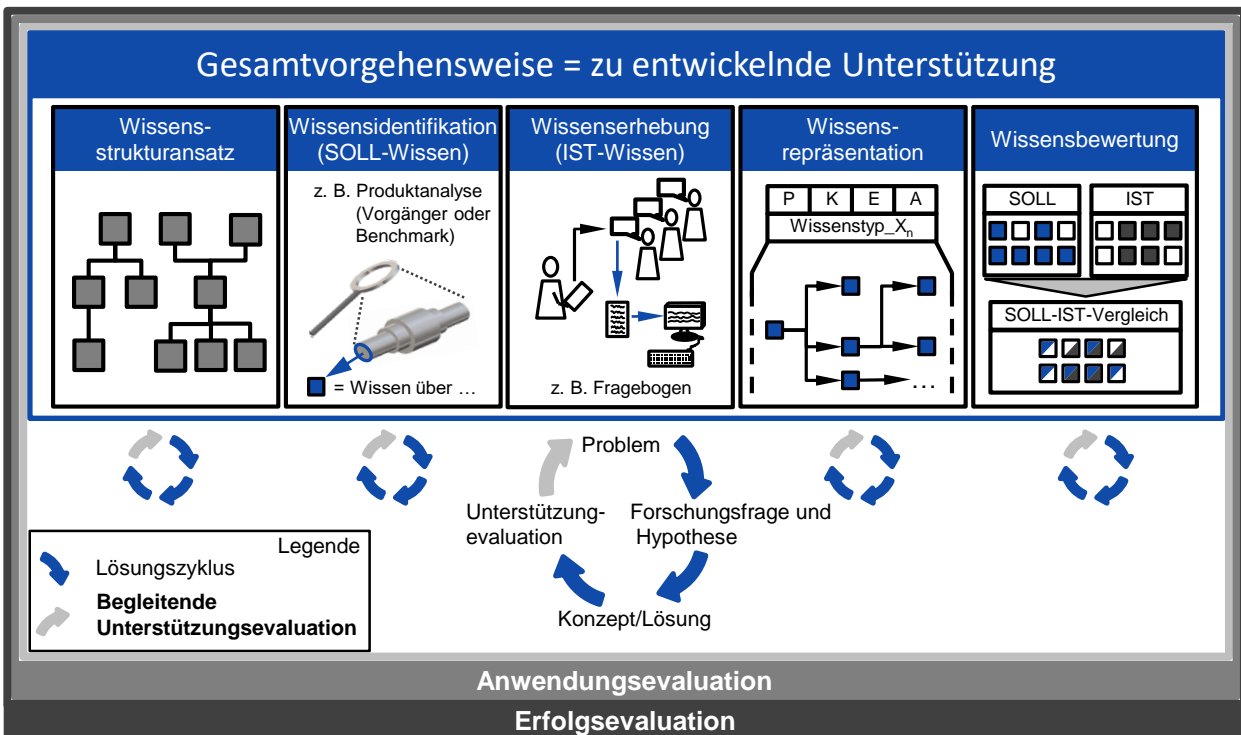


Bild 4.4: Evaluationskonzept der vorliegenden Arbeit

Im Rahmen der *Unterstützungsevaluation* wird während der Erarbeitung der einzelnen Module in Kapitel 5 entwurfsbegleitend untersucht, ob die entstehenden Lösungen (Unterstützungen) grundsätzlich funktionieren. Dabei muss zur Erarbeitung der jeweiligen Lösung ein entsprechender Lösungszyklus durchlaufen werden, bei dem ausgehend von

einem formulierten Problem, eine spezifische Forschungsfrage mit zugehöriger Hypothese formuliert und beantwortet wird. Dieser in Bild 4.4 dargestellte Lösungszyklus beinhaltet zudem, dort wo nötig, notwendige Iterationsschleifen zum Einbringen von Verbesserungen.

Bei der *Anwendungsevaluation* wird als nächstes untersucht, wie gut die Lösung vom Nutzer verwendet werden kann. Dabei steht die Untersuchung der Anwendbarkeit zu den in Bild 1.4 und Bild 3.1 gewünschten Werten der Schlüsselfaktoren im Vordergrund. Nach Blessing und Chakrabarti [BLESSING09, S. 184] kommen drei Fragestellungen zur Analyse der Schlüsselfaktoren zur Anwendung. Es ist zu prüfen, ob die Unterstützung verwendet werden kann (*Verwendung*), ob die Unterstützung die Schlüsselfaktoren adressiert (*Validität*) sowie, ob alle Schlüsselfaktoren wie erwartet beeinflusst werden.

In der abschließenden *Erfolgsevaluation* wird der Mehrwert der Lösung untersucht und ob die Lösung (Unterstützung) einen tatsächlichen Nutzen liefert.

In der Regel sind langfristige Wirkzusammenhänge nur schwer darstellbar. Daher wurde wie von Blessing und Chakrabarti [BLESSING09, S. 57] vorgeschlagen ein messbarer Erfolgsfaktor definiert (Bild 1.4 und Bild 3.1), über den indirekt auf den Erfolg der erarbeitenden Gesamtlösung geschlossen werden kann. Nach Blessing und Chakrabarti [BLESSING09, S. 185] können drei Aspekte definiert werden, deren Beantwortung einen Rückschluss auf die Nützlichkeit der Unterstützung erlauben. Zum einen wird beurteilt, ob die Anwendung der Unterstützung den ganzheitlich gewünschten Effekt hat, der durch den messbaren Erfolgsfaktor definiert wurde. Wie sieht der (messbare) Effekt aus? Als zweites wird thematisiert, ob sich die Unterstützung in der gewünschten Situation wie erwartet verhält. Welches sind daher die involvierten Faktoren? Als drittes wird abschließend bewertet, ob die Gesamtwirkung erwarten lässt, dass die Erfolgskriterien erfüllt werden könnten.

Die Berücksichtigung dieser Evaluationsarten nach Blessing und Chakrabarti [BLESSING09] soll die Erarbeitung einer für die Praxis zweckmäßigen Methode sicherstellen.

5 Vorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

Wurden zuvor die notwendigen Schritte einer Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung (Kapitel 4.1), das zugehörige Modulbaukastenkonzept (Kapitel 4.2) sowie das übergeordnete Evaluationskonzept (Kapitel 4.3) thematisiert, schließt sich nun die Erarbeitung der einzelnen Module aus Bild 4.3 an. Jedem Kapitel liegt dabei eine spezifische Forschungsfrage zugrunde, die es zu beantworten gilt.

5.1 Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung

Die Erarbeitung eines Struktursatzes für Wissen in der Produktentwicklung stellt den ersten Schritt der zu entwickelnden Gesamtvorgehensweise dar (siehe Bild 5.1).

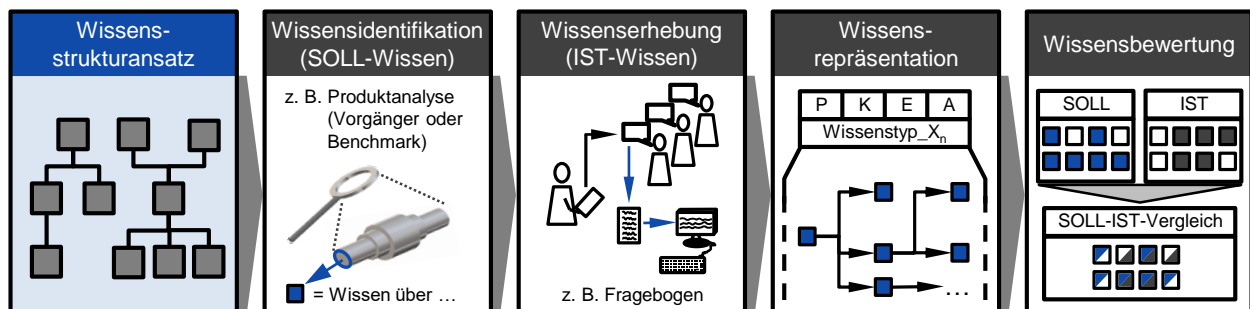


Bild 5.1: Einordnung des Moduls *Strukturansatz* in Gesamtvorgehensweise

Eine Schwierigkeit bei der Erarbeitung eines Strukturvorschlags von Wissen besteht in der Abgrenzung der einzelnen Begriffe zueinander und der in der Literatur nicht einheitlichen Terminologie von Begriffen sowohl in fachlicher wie auch in sprachlicher Hinsicht (siehe Kapitel 2.3.1 und 2.3.2). Aufbauend auf allgemeinen Ansätzen wurde in Kapitel 2.3.4 ein vom Autor dieser Arbeit erarbeiteter allgemeiner Strukturansatz für Wissen (bestehend aus Wissenstyp, -art, -form, -ort und -qualität) vorgestellt. Ziel dieses Kapitels ist das Erarbeiten eines allgemeingültigen Verständnisses über Produktentwicklungswissen (PEW) und damit die Beantwortung folgender Forschungsfrage:

Forschungsfrage in Kapitel 5.1

Wie sieht ein strukturelles Wissensmodell der Produktentwicklung aus?

Für die Beantwortung dieser Forschungsfrage wurde das in Bild 5.2 dargestellte Vorgehen gewählt. Die einzelnen Schritte werden im weiteren Verlauf des Kapitels erläutert.

Recherche	Entwicklung und Evaluation				
I	II	III	IV	V	VI
Sammeln allgemeingültiger Wissenstypen [Mitarbeiter des IKTD aus dem Bereich des Wissensmanagements, 2008]	Clustern und Identifizieren der Wissenstypen mit Bezug zum Produktentwicklungsprozess (PEP)	Zuordnen der Wissenstypen zu den Phasen des PEP	Entwickeln eines ersten <i>theoretischen</i> Strukturansatzes für Wissen in der Produktentwicklung (PE)	Validieren des Ansatzes aus IV → Erstellen eines am <i>Lehrstuhl</i> -validierten Strukturansatzes für Wissen in der PE	Validieren des Ansatzes aus V → Erstellen eines <i>Industrie</i> -validierten Strukturansatzes für Wissen in der PE
Recherchieren gängiger Literatur zu Wissenstypen/-arten/-formen [SCHULZ09, S. 12 ff.]	[SCHULZ09, S. 39 f.; ROTH10, S. 1685 ff.]	[SCHULZ09, S. 41 ff.; ROTH10, S. 1686]	[SCHULZ09, S. 39 ff.; ROTH10, S. 1688]	[SCHULZ09, S. 63 ff.; ROTH10, S. 1689]	[SCHLEYER10, S. 52 ff.; ROTH12B]

Bild 5.2: Vorgehensweise zur Erarbeitung eines generischen Strukturmodells für PEW

In einem ersten Schritt wurde von Mitarbeitern des IKTD aus dem Bereich des Wissensmanagements eine Sammlung von Wissenstypen im Umfeld der Produktentwicklung erstellt. Diese Sammlung wurde im Rahmen einer durch den Verfasser dieser Arbeit betreuten studentischen Arbeit überprüft und ergänzt. Die Arbeit von Schulz [SCHULZ09, S. 12 ff.] beschreibt alle recherchierten Wissenstypen und schätzt ein, zu welchen Anteilen der jeweilige Wissenstyp aus explizitem und implizitem Wissen (vor einer methodenunterstützten Explizierung) besteht.

Der zweite Schritt befasste sich mit dem Zusammenfassen der gefundenen Wissenstypen. Redundante bzw. für das Umfeld der Produktentwicklung nicht zweckmäßige Wissenstypen wurden ausgeschlossen. Diese Reduzierung verlief in enger Abstimmung mit Schulz [SCHULZ09, S. 39 f.] und resultierte in den in Tabelle 5.1 nachfolgend aufgeführten Wissenstypen [ROTH10, S. 1685 ff.].

Wissenstypen der Produktentwicklung
Episodisches Wissen umschreibt das Wissen, das an die Erinnerung an eine bestimmte Situation gebunden ist. Dazu gehören beispielweise das Erinnern an Geschehnisse oder Ereignisse und die damit verbundenen Umstände. [WIATER07, S. 135 ff.]
Erfahrungswissen repräsentiert den Erfahrungsschatz einer Person. Dieses bildet sich im Laufe der Zeit, wenn bestimmte Tätigkeiten wiederholt ausgeführt werden.
Expertenwissen umfasst die verborgenen kognitiven Fähigkeiten und steht für ein tiefgehendes Verständnis in einem speziellen Teilbereich.
Fachwissen beschreibt das in einem speziellen Fachbereich benötigte Wissen.
Faktenwissen stellt eine besondere Ausprägung von Fachwissen dar und umfasst Wissen über Fakten (statisches Wissen über Begriffe, Objekte, Relationen usw.), Handlungen, Verfahren oder Prozesse, die bewusst sind und gut verbalisiert werden können. [WIATER07, S. 21]
Führungswissen enthält alle Normen und Regeln zur Koordination der Arbeitsteilung, zur Autorität und Disziplin sowie die organisationsspezifischen Instrumentarien zur Mitarbeiterführung.

Es bestimmt die Art und Weise, wie mit Produkt- und Expertenwissen umgegangen wird. [vgl. GÖTZ00, S. 37].
Geschäftsstrategiewissen beinhaltet die allgemeinen Strategien des Unternehmens (Marketingstrategien, Finanzierungsstrategien, Visionen, Ziele usw.).
Handlungswissen stellt das klassische <i>Know-How</i> dar und beschreibt, was in einer gegebenen Situation mit einem gegebenen Ziel zu tun ist. Dazu gehört auch Wissen über die dafür benötigten Hilfsmittel und Verfahren. [WIATER07, S. 23]
Konditionales Wissen schreibt vor, wann und wozu etwas zu tun wäre. Der Kontext bestimmt die situative Abhängigkeit von Handlungen.
Marktwissen stellt entscheidungsrelevantes Wissen über die Märkte dar, in denen ein Unternehmen vertreten ist. Das zugehörige Kundenwissen steht für das entscheidungsrelevante Wissen über die Kunden eines Unternehmens.
Allgemeines Methodenwissen umfasst Verfahren, die nicht an bestimmte Wissensgebiete gebunden sind, sondern in unterschiedlichen Situationen eingesetzt werden können. Spezielles Methodenwissen hingegen beschreibt Wissen, das zur Anwendung von Methoden oder Verfahren benötigt wird und beinhaltet sämtliche Instrumentarien, die zur Lösung einer Aufgabe herangezogen werden können. Methodenwissen bedeutet also, Verfahrensweisen und Lernstrategien situationsbezogen und zielgerichtet einsetzen zu können.
Normatives Wissen (<i>Know-Why</i>) bestimmt genauer, warum etwas zu tun ist und was die Motivation ist, ein bestimmtes Ziel zu erreichen.
Operationales Wissen steht für die Problemlösefähigkeit, also die Fähigkeit, in der Praxis Probleme lösen zu können, und kann sehr unterschiedlich vorliegen (intuitiv in Form einer Begabung zum Problemlösen oder auf Erfahrung beruhend).
Produktwissen umfasst alle Kenntnisse über ein bestehendes (auch Konkurrenz-) oder geplantes Produkt, beispielweise Funktionen, Funktionsprinzipien, Preis, Herstellkosten etc. Es bestimmt somit, zu welcher Problemlösung das Produkt in welcher Form beiträgt und welche Technologien und Prozessschritte unter wirtschaftlich und ökologisch vertretbarem Aufwand zur Produktion genutzt werden können. Produktwissen ist wichtig zur Definition der IST- und SOLL-Zustände in der Planungsphase der Produktentwicklung [vgl. GÖTZ00, S. 37].

Tabelle 5.1: Wissenstypen der Produktentwicklung - Kurzdefinitionen

In Schulz [SCHULZ09, S. 42, 44] und Roth et al. [ROTH10, S. 1686] werden diese Wissenstypen den Phasen eines allgemeingültigen Produktentwicklungsprozesses (nach VDI 2221 [VDI 2221 1993] sind dies Planen, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten) zugeordnet (entspricht Schritt III in Bild 5.2). Dabei wird gezeigt, welcher Wissenstyp zu welchem Zeitpunkt von Relevanz ist. Trotz der definitorischen Abgrenzung der Wissenstypen zueinander, ist eine klare Unterscheidung jedoch nicht immer möglich. Im nachfolgenden Kapitel wird hierzu ein Lösungsansatz präsentiert.

5.1.1 Theoretischer Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung

Für die spätere Bewertung von Wissen soll ein möglichst generischer Strukturansatz erarbeitet werden. Da Wissenstypen jedoch nicht immer vollständig trennscharf definiert werden können, ist es ein weiteres Ziel dieser Arbeit, die enge Vernetzung und damit

Verbindungen der einzelnen Wissenstypen bestmöglich darzustellen. Hierzu wurde in enger Abstimmung mit dem Verfasser dieser Arbeit in Schulz [SCHULZ09, S. 39] der in Bild 5.3 wiedergegebene allgemeine theoretische Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung ausgearbeitet. Dieser Strukturansatz entspricht dem in Bild 5.2 benannten vierten Schritt. Nachfolgende Erkenntnisse stammen im Wesentlichen aus den Arbeiten von Schulz [SCHULZ09, S. 39 ff.] und Roth et al. [ROTH10, S. 1686 ff.].

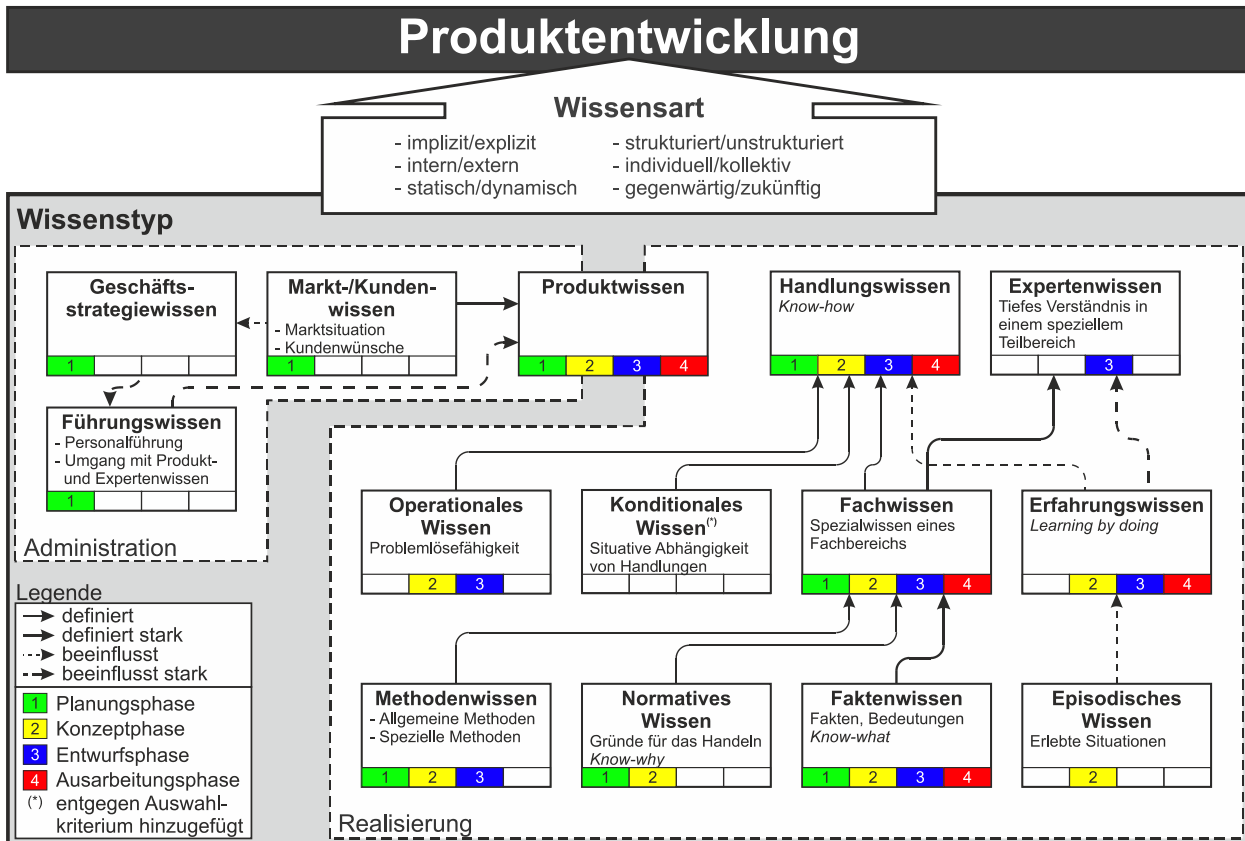


Bild 5.3: Theoretischer Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung

Der übergeordnete Produktentwicklungsprozess ist in dieser Abbildung als *Black Box* dargestellt. Die in Kapitel 5 eingeführten Wissenstypen gehen dabei in ihren typenspezifischen Ausprägungen (Wissensart) in die Produktentwicklung ein. In Anlehnung an Ohlhausen [OHLHAUSEN02, S. 35], der das in der Produktentwicklung benötigte Wissen in inhaltliches Wissen über die technologischen und werkstofflichen Elemente der Produktentwicklung sowie in Prozesswissen, also Wissens Elemente zur Prozessorganisation (Ablaufsequenzen, Entscheidungshierarchien etc.) untergliedert, werden auch die Wissenstypen des neuen Strukturansatzes logisch untergliedert. Wissenstypen der Problemlösung lassen sich in die Kategorie der *Realisierung*,

Wissenstypen mit übergeordneten/verwaltungstechnischen Aspekten in die Kategorie *Administration* eingeordnet.

Somit sind die Wissenstypen Markt-/Kundenwissen, das Führungswissen wie auch das Geschäftsstrategiewissen in der Kategorie *Administration* beinhaltet. Das Produktwissen lässt sich keiner der beiden Kategorien direkt zuordnen und steht als *Bindeglied* zwischen beiden. Es kann als Sammlung aller Informationen und Zusammenhänge des zu entwickelnden Produkts gesehen werden und wird maßgeblich von der Kategorie *Administration* gebildet. Die Administrative steuert den rechten Bereich der Abbildung durch das Produktwissen und liefert so die Grundlage bzw. Zielvorgaben für die eigentliche Produktentwicklung.

Die zweite Kategorie (rechter Bereich der Abbildung, *Realisierung*) umfasst alle übrigen Wissenstypen. Diese sind teilweise hierarchisch geordnet, jedoch darf die gewählte Aufbaustruktur nicht als Ordnung und die dargestellte Vernetztheit der Wissenstypen nicht als Wichtigkeit gedeutet werden. Vielmehr stehen die übergeordneten Wissenstypen für Oberbegriffe, die sich (teilweise) in die nachfolgenden Ebenen untergliedern lassen. In Bild 5.3 wird zudem veranschaulicht, in welcher Phase des Produktentwicklungsprozesses nach Richtlinie VDI 2221 [VDI 2221 1993] (Planen, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten) der jeweilige Wissenstyp maßgeblich vorhanden ist, basierend auf den Erkenntnissen in [SCHULZ09, S. 39 ff.] und Roth et al. [ROTH10, S. 1686 ff.]. Wird im Speziellen das konditionale Wissen betrachtet, so ist dieses scheinbar in keiner der Phasen von wirklicher Relevanz. Allerdings wurde dieser Wissenstyp bei den ursprünglichen Definitionen der für die Produktentwicklung relevanten Wissenstypen als sehr wichtig erachtet. Diese Diskrepanz wird in dem stark strukturiert-methodisch angenommenen Vorgehen des Produktentwicklungsmodells gesehen und bedarf weiterer Untersuchungen.

Darüber hinaus visualisiert der theoretische Strukturansatz die Vernetzung der einzelnen Wissenstypen zueinander, so wie dies in Roth et al. [ROTH10, S. 1686 ff.] vorgestellt wurde. Es können somit Zusammenhänge (Beziehungen/Verbindungen) zwischen den einzelnen Wissenstypen verdeutlicht werden, aber auch, welche Wissenstypen sich schwer von übergeordneten Wissenstypen abgrenzen lassen, da diese eine Teilmenge darstellen. Für die Darstellung der Beziehungen lassen sich zwei Beziehungstypen unterscheiden: definierende Beziehungen und beeinflussende Beziehungen. Zudem wird die Verbindungsintensität betrachtet. Allgemein werden nur markante Verbindungen dargestellt (dünne Linie), besonders starke Ausprägungen (mit der Ausprägung *stark* in der

Legende) durch Verwendung einer dicken Linie. Diese Form der Darstellung ermöglicht eine leichtere Unterscheidung schwer abgrenzbarer Wissenstypen. Es wird beispielsweise sichtbar, dass das Expertenwissen stärker von Erfahrungswissen beeinflusst wird, als das Handlungswissen. Dabei zeigt sich, dass Erfahrungswissen anderes Wissen *beeinflusst*, d. h. in gewisser Weise ergänzt. Fachwissen dagegen *definiert* das Handlungs- bzw. Expertenwissen. Diesem ist daher die höhere Relevanz zuzuschreiben. Weiterhin ist der phasenabhängige Einfluss zu erkennen. Das Erfahrungswissen kann beispielweise nur das Expertenwissen der Phase 3 (Übereinstimmung der Phasen gegeben) beeinflussen, das Handlungswissen dagegen in den Phasen 2, 3 und 4.

Im nächsten Kapitel wird die Validierung des theoretischen Strukturansatzes sowie ein an das industrielle Umfeld angepasster Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung vorgestellt.

5.1.2 Validierter Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung

Wurde in Kapitel 5.1.1 ein theoretischer Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung beschrieben, so werden nun die Ergebnisse aus empirischen Untersuchungen präsentiert. In einem ersten Schritt konnte eine initiale Evaluation der Ergebnisse am Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD) der Universität Stuttgart durchgeführt werden. Dies entspricht Schritt fünf aus Bild 5.2.

Ziel der persönlichen Befragung der wissenschaftlichen Mitarbeiter war es, das von ihnen während der Bearbeitung von Produktentwicklungsprojekten benötigte Wissen zu bestimmen und dieses mit dem entwickelten theoretischen Strukturmodell in Beziehung zu setzen. Insgesamt wurden fünf persönliche, strukturierte Interviews mit einer Dauer von je ca. 70 Minuten durchgeführt. Die Erstellung der Interviews sowie die Ergebnisauswertung erfolgte in enger Abstimmung mit dem Autor dieser Arbeit und ist in Schulz [SCHULZ09, S. 64-111, 147-221] dokumentiert. Es konnte ermittelt werden, dass drei Wissenstypen bei der Befragung für die Produktentwickler (in deren Umfeld) nicht von Relevanz waren: das episodische, das konditionale und das Führungswissen. Das episodische Wissen stellte sich als nicht relevant heraus, da die Entscheidungen der Befragten eher auf Erfahrungen beruhen und weniger an bestimmte Situationen gebunden sind. Im alltäglichen Institutsbetrieb werden Entscheidungen, *wann was getan werden muss* weitestgehend abgenommen, so dass das konditionale Wissen in diesem Umfeld ebenfalls als für nicht relevant angesehen wird. Da die befragten Interviewpartner

keine Führungsverantwortung hatten, ist zumindest für den Kreis der Befragten das Führungswissen zudem nicht relevant. [ROTH10, S. 1688]. Basierend auf den Interviewergebnissen kann für die Tätigkeitsfelder der fünf befragten Mitarbeiter des IKTD ein reduzierter Strukturansatz abgeleitet werden.

Insgesamt ist der theoretische Strukturansatz nach dieser initialen Validierung als zweckmäßig anzusehen. Das Ziel dieser Arbeit bestand jedoch in der Erarbeitung eines möglichst generischen Strukturansatzes. Daher wird im Folgenden der abschließende Schritt sechs aus Bild 5.2 vorgestellt: die Validierung der bisherigen Ergebnisse im industriellen Umfeld. Hierbei sollten insbesondere noch einmal der Aufbau des Strukturansatzes, die Beziehungen, aber auch die das Produktentwicklungswissen repräsentierenden Wissenstypen noch einmal kritisch hinterfragt und analysiert werden.

Eine Unterstützung zur Beweisführung liefert das Gebiet der empirischen Sozialforschung. Ziel dieser Forschung ist es, „Phänomene der realen Welt (möglichst objektiv) zu beschreiben und zu klassifizieren“, sowie „(möglichst allgemeingültige) Regeln zu finden, durch die die Ereignisse in der realen Welt erklärt und Klassen von Ereignissen vorhergesagt werden können“. [KROMREY98, S. 22.]

Eine Herausforderung bestand darin, den theoretischen Strukturansatz mit den Gegebenheiten im industriellen Umfeld abzugleichen. Dabei konnte nicht von einem einheitlichen Begriffsverständnis sowie einer ausreichenden Abstraktionsfähigkeit der vorliegenden Sachverhalte ausgegangen werden. Beispielsweise hätte eine allgemeine Frage nach der Notwendigkeit eines spezifischen Wissenstyps wie das Führungswissen nicht nach gleichen Kriterien beurteilt werden können. Wie einleitend in Kapitel 2.1 und Bild 2.2 dargestellt, stellt die empirische Sozialforschung vier Schritte zur Beschreibung der *realen Welt* zur Verfügung (vgl. [FRIEDRICHS90, S. 107]). Ergänzend werden im Umfeld der empirischen Sozialforschung verschiedene Forschungsdesigns zur Analyse der Gültigkeit von Theorien angeboten (vgl. [KROMREY98, S. 85 ff.]). Im Rahmen dieser Arbeit werden das Deskriptive Survey-Modell (Wie muss eine Untersuchung aussehen, die einen Sachverhalt anhand empirischer Daten beschreibt und Diagnosen erlaubt?) sowie der Theorie- und Hypothesentest (Ist eine Theorie oder Hypothese wahr, d. h. empirisch ausreichend belegt?) berücksichtigt.

Übertragen auf die Überprüfung des zuvor entwickelten Strukturansatzes für Wissen in der Produktentwicklung bedeutet dies, dass die entstandene Struktur als gültige Hypothese angesehen wird. Hiervon ausgehend erfolgt eine dimensionale Analyse der

vorliegenden Wissenstypen. Diese sind zu isolieren und zu definieren. In der sich anschließenden Modellbildung werden die Beziehungen zwischen den isolierten Elementen formuliert bzw. überprüft. Sofern möglich, werden Beziehungen und Wechselwirkungen festgehalten. In Roth et al. [Roth12B, S. 1324] wird erläutert, dass es im Anwendungskontext dieser Arbeit zulässig ist, alternativ zum klassischen Vorgehen bei empirischen Sozialforschungsuntersuchungen (Überprüfung der aufgestellten Hypothesen) den bestehenden theoretischen Strukturansatz durch den Abgleich mit der Realität in Unternehmen zu bestätigen bzw. zu widerlegen.

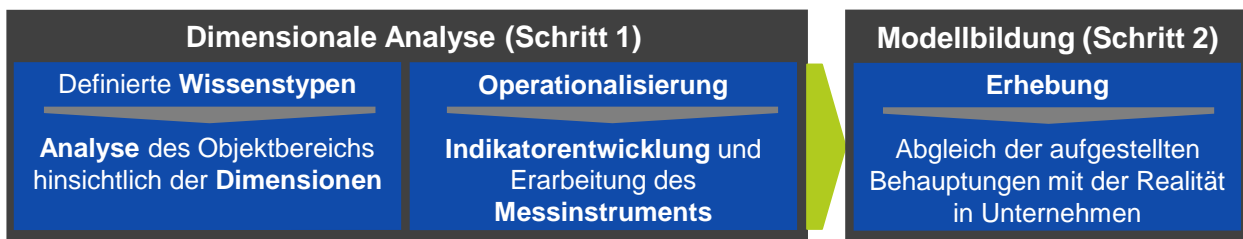


Bild 5.4: Wesentliche Schritte der Theorieüberprüfung

Vereinfacht lässt sich das zugrundeliegende Vorgehen wie in Bild 5.4 dargestellt zusammenfassen. Die vollständige und auch umfangreiche Theorieüberprüfung fand maßgeblich in der vom Autor dieser Arbeit betreuten studentischen Arbeit von Schleyer [SCHLEYER10] statt.

Zentrale Erkenntnisse sind in Roth et al. [Roth12b] festgehalten und werden im Folgenden verkürzt vorgestellt.

Schritt 1 aus Bild 5.4: Die Entwicklung eines Instruments, das Aussagen zur Realitätsnähe bestehender Daten ermöglicht, bedarf im Wesentlichen des Operationalisierens der zu erfassenden Daten (hier: Wissenstypen). Da in der Regel Dimensionen nicht direkt abgebildet werden können (der jeweilige Wissenstyp kann an sich nicht direkt erfasst und abgebildet werden), werden zur indirekten Ermittlung Indikatoren benötigt. Nach Kromrey [KROMREY98, S. 212] wird hier bei der Messung von einer *strukturgetreuen Abbildung* gesprochen. [ROTH12B, S. 1325]

Für das zu entwickelnde (Mess-)Instrument finden die nach Kromrey [KROMREY98, S. 168 ff.] unterschiedenen drei Kategorien von Indikatoren Anwendung: *definitorische Indikatoren*, die das zu untersuchende Merkmal (die Dimension) definieren, *korrelative Indikatoren* (intern oder extern), die existierende Zusammenhänge beschreiben sowie *schlussfolgernde Indikatoren*, mittels derer auf Merkmalsausprägungen geschlossen werden kann, die nicht direkt beobachtet werden können. Darüber hinaus darf die Wahl eines Indikators nicht willkürlich vorgenommen werden. Für das Messinstrument wird der

Empfehlung Friedrichs [FRIEDRICHS90, S. 97] folgend, für jeden Indikator eine schriftliche Begründung für seine Wahl und der Korrelation zu den Merkmalsausprägungen/Dimensionen festgehalten (Korrespondenzregel). [ROTH12B, S. 1325]

Weitere zur Anwendung kommende Kriterien der Indikatoren werden nachstehend aufgeführt und kurz erläutert [ROTH12B, S. 1325]. Validität: Ein Indikator ist valide, wenn er tatsächlich den Sachverhalt misst, den er messen soll [FRIEDRICHS90, S. 100]. Reliabilität: Die Zuverlässigkeit beschreibt, inwieweit das Messinstrument fehlerfrei arbeitet. Messwerte müssen nach Kromrey [KROMREY98, S. 241 ff.] intertemporal (bei wiederholten Messungen), intersubjektiv (gleiche Ergebnisse unabhängig von der Person) sowie interinstrumentell (andere Messinstrumente können ebenfalls die Merkmalsdimension messen) stabil sein. Plausibilität: Aussage, wie plausibel der in der Korrespondenzregel geäußerte Zusammenhang ist. Fehlererkennung: Wie gut kann ein Fehler in der Annahme der Korrespondenzregel entdeckt werden.

Bei der eigentlichen Indikatorentwicklung wurden die nach Meyer [MEYER04, S. 27 f.] empfohlenen vier Schritte des Operationalisierens sowie dessen zehn Arbeitsschritte für die Indikatorenentwicklung als Leitlinie herangezogen und in *Arbeitsschritte der Indikatorenentwicklung* zusammengeführt (siehe Tabelle 5.2). [ROTH12B, S. 1326]

WAS soll WIE gemessen werden?
1. Festlegung der Messziele → Welches Konstrukt wird untersucht? → Welche Dimensionen werden betrachtet? → Welche Dimension soll der Indikator abbilden?
2. Ableitung von Indikatoren → Welche Indikatoren können die Dimension abbilden?
3. Festlegung von Skalen und Instrumenten → Welche Skalen sind für die Indikatoren geeignet?
WARUM misst der Indikator das Konstrukt?
4. Entwicklung der Korrespondenzregeln → Wie lässt sich der Zusammenhang zwischen Indikator und Konstrukt begründen? → Wie gut kann dieser Zusammenhang überprüft werden?
WANN ist diese Zuordnung von Indikator und Konstrukt unzureichend?
5. Festlegung von Grenzen der Korrespondenz → Bei welchem Messergebnis gilt der Indikator als zu ungenau?
Indirekte Prüfung der korrekten Zuordnung zwischen Indikator und Konstrukt
6. Pretest → Praktische Erprobung der Indikatoren → Welche Probleme treten auf und wie können sie gelöst werden?
7. Testergebnisse → Wie valide und zuverlässig sind die Indikatoren? → Wie geeignet erscheinen sie für die angestrebte Messung?
Wahl der zu verwendenden Indikatoren

8. Entscheidung über Beibehaltung, Weiterentwicklung oder Ablehnung
 → Welche Indikatoren sind nicht optimal?
 → Welche Indikatoren können direkt übernommen werden?

Tabelle 5.2: Arbeitsschritte der Indikatorenentwicklung

Die Arbeitsschritte aus Tabelle 5.2 wurden in angepasste Checklisten eingearbeitet, mit der Zielsetzung, für jeden Wissenstyp möglichst fundierte (beschreibende) Indikatoren zu entwickeln und zu dokumentieren. In Schleyer [SCHLEYER10, S. 101 ff.] und Roth et al. [ROTH12B, S. 1326 ff.] ist zudem ein Berechnungsmodell entstanden, das in Form einer sogenannten *Abbildungsgüte* einen Rückschluss zulässt, wie gut der jeweilige Wissenstyp durch die gewählten Dimensionen und Indikatoren operationalisiert werden kann. Mit steigender Abbildungsgüte steigt die Qualität in der Beschreibung des operationalisierten Wissenstyps und damit die Wahrscheinlichkeit, dass die erarbeiteten Indikatoren in einer Befragung möglichst korrekte Rückschlüsse auf den Sachverhalt (Wissenstyp) ermöglichen. Anhang A.6 enthält beispielhaft die Wissenstyp- und Indikatorenchecklisten für das *Führungswissen* des vorgestellten theoretischen Strukturansatzes sowie die Berechnung der zugehörigen Abbildungsgüte.

Zusammenfassend ergibt sich damit für Schritt 1 aus Bild 5.4 das in Bild 5.5 dargestellte allgemeine Vorgehen.

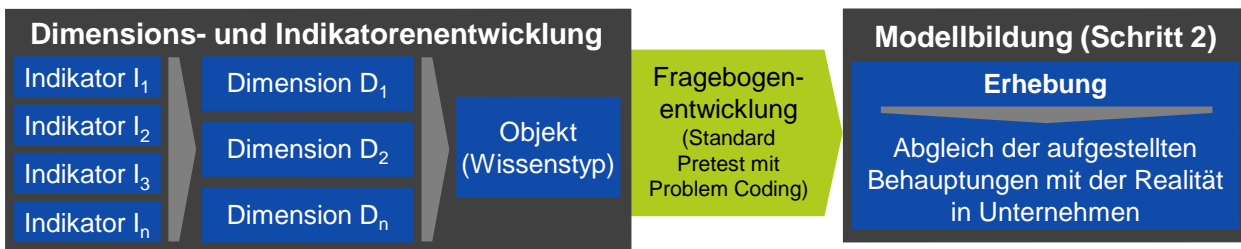


Bild 5.5: Konkretisierter Zusammenhang zwischen Objekt, Dimensionen, Indikatoren und nachgelagerter Erhebung

Der Umgang mit den Erkenntnissen aus der Indikatorenentwicklung (Durch welche Indikatoren/Begrifflichkeiten lassen sich die jeweiligen Wissenstypen beschreiben?) wird in der nun folgenden Modellbildung vorgestellt (Schritt 2 aus Bild 5.5).

Schritt 2 aus Bild 5.4 bzw. Bild 5.5: Mit der Zielsetzung dieses Kapitels, den vorliegenden theoretischen Strukturansatz zu validieren, und damit zum einen die Wissenstypen an sich zu überprüfen, zum anderen aber auch deren Zusammenhänge untereinander sowie deren Relevanz für die einzelnen Phasen der Produktentwicklung, wurde der Ansatz einer Befragung mittels persönlich unterstützter Fragebogenerhebung in Unternehmen gewählt. In enger Abstimmung mit dem Autor dieser Arbeit entstand in

Schleyer [SCHLEYER10, S. 43 ff.] ein Standard Pretest mit zugehörigem Problem Coding. Hierunter wird verstanden, dass der Autor dieser Arbeit passiv (beobachtende Rolle) an der Befragung teilgenommen hat und, wo notwendig, den Befragten assistierend zur Seite stand, um beispielweise bei Missverständnissen zu helfen. Bei der Entwicklung des Fragebogens wurden zudem zahlreiche Standardwerke, wie z. B. [PORST01, PORST08, FRIEDRICHS90 UND KROMREY98] herangezogen.

Die Befragung wurde im industriellen Umfeld mit acht Teilnehmern aus drei verschiedenen Unternehmen und fünf Abteilungen durchgeführt. Hierbei wurde zwischen Mitarbeitern mit Führungsverantwortung und Mitarbeitern ohne Führungsverantwortung unterschieden. Zu Beginn der Befragung erhielten alle Teilnehmer eine kurze Einführung in das allgemeine Forschungsthema sowie den Schwerpunkt der Befragung. Im Anschluss wurden der Ablauf der Befragung und die Verwertung der entstehenden Daten erläutert.

Im Zuge dieser Arbeit sind zwei Fragebögen entstanden (einer für Mitarbeiter mit und einer für Mitarbeiter ohne Führungsverantwortung), welche in Schleyer [SCHLEYER10, S. 67 ff.] vollständig enthalten sind. Tabelle 5.3 zeigt einen Auszug des Fragebogens – hier am Beispiel des Erfahrungswissens. Die dort enthaltenen Fragen resultieren wiederum aus der Kenntnis der die Wissenstypen beschreibenden Indikatoren.

Erfahrungswissen			ermöglicht Abgleich zu Behauptung über...				
			zur Leitfrage	mit dem Charakter	... Beziehungen	... Phasen	
Fragebogen-Frage Teamleiter		zur Leitfrage	mit dem Charakter				
Fragebogen-Frage Mitarbeiter							
12.1 8.1	Wie erfahren sind Sie auf dem Gebiet Ihrer Tätigkeit?	Ist Erfahrungswissen merklich von Vorteil?	tiefgehend				
12.2 8.2	Können Sie einzelne Tätigkeiten benennen, in denen Sie erfahren sind?		tiefgehend				
12.3 8.3	In welchen Phasen der Produktentwicklung hilft Ihnen Ihre Erfahrung am meisten?	In welchen Phasen ist Erfahrungswissen wichtig?	abgleichend			x	x
12.4 8.4	Auf welchen Gebieten denken Sie, würde Ihnen mehr Erfahrung die Arbeit erleichtern?	Ist Erfahrungswissen merklich von Vorteil?	abgleichend			x	x

Tabelle 5.3: Auszug der Fragenstruktur des Fragebogens [SCHLEYER10, S. 95]

Der Charakter einer Frage kann explorativ (mögliches Antwortspektrum erweiternd), abgleichend (theoretische Annahmen mit Realität abgleichend) und tiefgehend (Ansatz für tiefergehende Erfassung des Wissenstyps testend) sein. In den rechten Spalten der Tabelle wird durch Ankreuzen festgehalten, welcher Abgleich mit der jeweiligen Frage ermöglicht wird.

Nach Friedrichs [FRIEDRICHS90, S. 193 ff.] sind Fragen nicht isoliert zu betrachten, sondern in deren Abfolge. Bei einem Thema soll vom Allgemeinen zum Besonderen vorgegangen werden, ein als ‚Trichter‘ bezeichnetes Verfahren. Die vorliegende Befragung hat mit einer sogenannten *Eisbrecherfrage* begonnen, die den Befragten motivieren soll, aber nicht in die Bewertung eingeht. Dieser folgten Fragen zum Produktwissen, beginnend mit den Fragen zu den Kundenwünschen. Für die Befragung eines Mitarbeiters mit Führungsverantwortung schlossen daran nahtlos die Fragen zum Markt- und Kundenwissen an, gefolgt von den Fragen zum Geschäftsstrategiewissen, mit einem weiteren Umschwung zum Expertenwissen und Führungswissen. Für einen Mitarbeiter ohne Führungswissen reihten sich an die Fragen zum Produktwissen die Fragen zum Expertenwissen. Ab diesem Zeitpunkt konnten beide Fragebogen *parallel* weiter beantwortet werden. Es folgten chronologisch der Fragenblock zum Erfahrungswissen, zum Episodischen Wissen, zum Methoden- und dann zum Faktenwissen, zum Normativen Wissen sowie zum Fachwissen. Abschließend wurden die Fragen zum Konditionalen Wissen den Fragen zum Operationalen Wissen vorangestellt, da vermutlich das Verständnis von Problemen eher den situationsabhängigen Problemen entspricht. In Schleyer [SCHLEYER10, S. 114 ff.] ist eine ausführliche Auswertung der Ergebnisse dargestellt.

Nach einer Zusammenfassung aller Erkenntnisse aus Schleyer [SCHLEYER10] und Roth et al. [Roth12B], ergibt sich der in Bild 5.6 abgebildete finale Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung im industriellen Umfeld. Dieser unterscheidet sich im Vergleich zum theoretischen Strukturansatz (siehe Bild 5.3) geringfügig in den Ausprägungen der Vernetzungen zwischen den einzelnen Wissenstypen sowie den Einschätzungen, in welcher Phase des Produktentwicklungsprozesses nach Richtlinie VDI 2221 [VDI 2221 1993] (Planen, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten) die jeweiligen Wissenstypen maßgeblich vorhanden sind. Beispielsweise wird das konditionale Wissen im finalen Strukturansatz für die Phasen des Entwerfens und Ausarbeitens als notwendig angesehen.

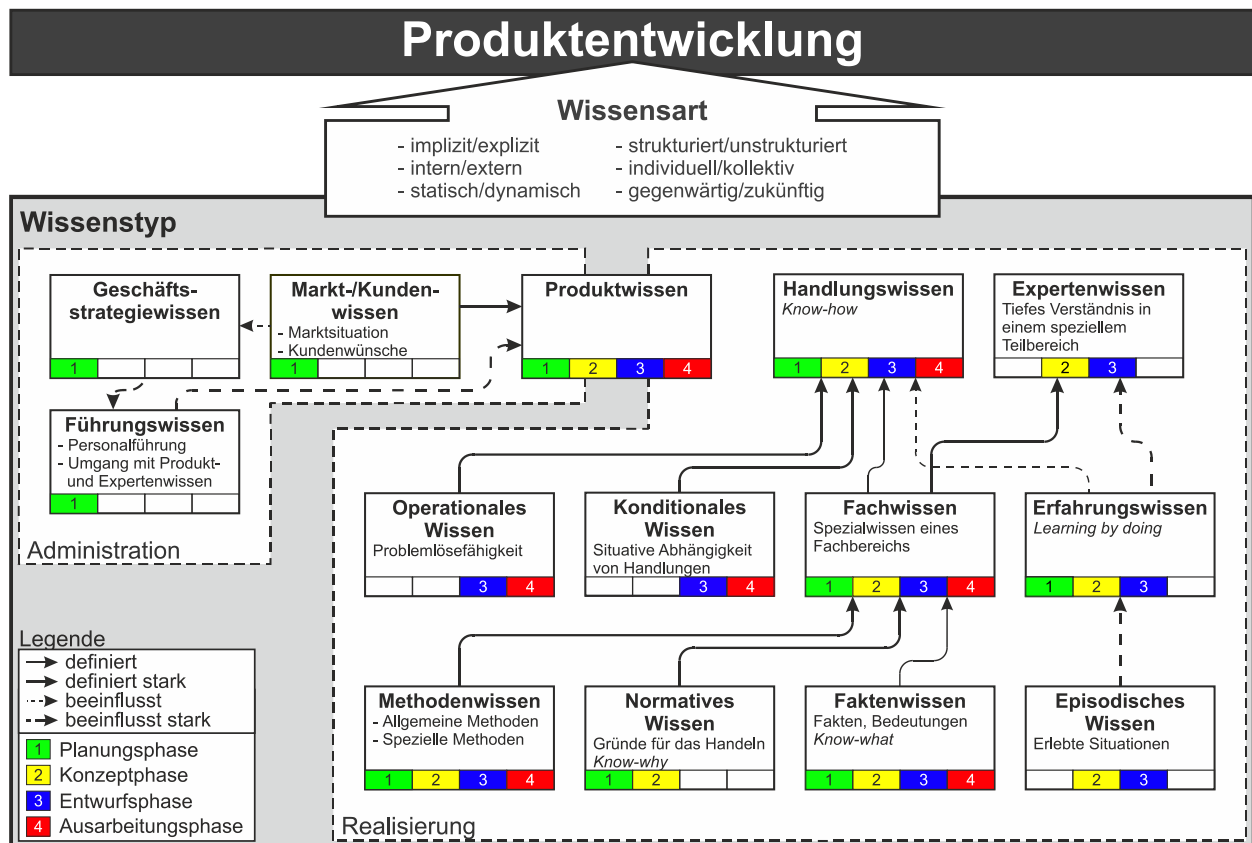


Bild 5.6: Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung im industriellen Umfeld

Kritisch kann am Ende dieses Kapitels festgestellt werden, dass die Ergebnisse der Interviews je nach Tätigkeitsprofil des jeweils Befragten voneinander abweichen können. Ein Berechnungsingenieur legt andere Schwerpunkte als ein Werkstoffkundeingenieur oder ein Experte auf dem Gebiet der Festigkeitslehre. Die einzelnen Phasen des Produktentwicklungsprozesses werden jedoch in der Praxis von nicht nur einer Person komplett durchlaufen. Damit ergibt sich die Notwendigkeit einer zielgerichteten Fragestellung und damit die Zuordnung der einzelnen Wissenstypen zu ihren Wissensorten – hier vorzugsweise in Form von Personen. Der Strukturansatz aus Bild 5.6 konnte in einem kleinen Anwenderkreis der industriellen Praxis evaluiert werden.

Ein Defizit heutiger Strukturierungsansätze besteht in der bisher nicht ausreichenden Analyse, in welchen Bereich der Produktentwicklung welches Wissen benötigt wird. Der entwickelte Ansatz nimmt sich dieser Aufgabe an und zeigt in einer Struktur, die die einzelnen Wissenstypen in zwei Kategorien einteilt (Realisierungs- und Administrationswissen), zudem Vernetzungen und Beziehungen der Wissenstypen zueinander auf.

Es konnte damit eine grundlegende Struktur für Wissen in der Produktentwicklung erarbeitet werden, unter Beachtung der geforderten Rahmenbedingungen und Umgebungsvariablen im Forschungsvorhaben.

Eine wesentliche Erkenntnis besteht allerdings darin, dass die hier erarbeitete Operationalisierung der Wissenstypen auch weiterhin nur zu einer oberflächlichen Erhebung des Wissens in der Produktentwicklung befähigt. Daher soll untersucht werden, wie sich einzelne oder alle Wissenstypen besser bzw. ausführlicher repräsentieren lassen. Aus Sicht des Autors dieser Arbeit kann eine Unterscheidung der vorliegenden Wissenstypen hinsichtlich ihrer Kontextsensitivität vorgenommen werden. Dies wird nachfolgend erläutert und ermöglicht eventuell detailliertere Beschreibungen der Wissenstypen.

5.1.3 Repräsentationsfähigkeit in Abhängigkeit der Kontextsensitivität von Wissen in der Produktentwicklung

In Kapitel 5.1.2 wurde ein validierter Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung vorgestellt, der grundsätzlich die verschiedenen Wissenstypen innerhalb der Produktentwicklung benennt und deren Zusammenwirken formalisiert. Es konnte auch das Fazit gezogen werden, dass es zum Erreichen einer aussagekräftigen Bewertungsgrundlage zweckmäßig ist, die vorliegenden Wissenstypen mit einem erhöhten Detaillierungsgrad darzustellen.

Ausgehend von der Idee, dass Wissenstypen auf Basis eines semantischen Netzes (siehe auch Kapitel 5.3.2) mit höherem Detaillierungsgrad modelliert werden können, wurde für den validierten Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung die Fragestellung beantwortet, ob dies für jeden Wissenstyp möglich ist und welche Beschränkungen bestehen [ROTH12A, S. 3].

In einer vom Verfasser dieser Arbeit betreuten studentischen Arbeit [SCHULZ09, S. 12 ff.] erfolgte hierzu vorbereitend eine grundlegende Analyse bekannter Wissenstypen hinsichtlich deren impliziten sowie expliziten Anteile und damit deren Explizierbarkeit. Hierauf aufbauend wurde in einer weiteren vom Verfasser dieser Arbeit betreuten Arbeit [FANK11, S. 14 ff.] eine ausführliche Charakterisierung der Wissenstypen innerhalb der Produktentwicklung vorgenommen. Die Ergebnisse aus diesen studentischen Arbeiten und eigenen Forschungstätigkeiten wurden in [ROTH12A] veröffentlicht. Das dort vorliegende Verständnis basiert auf den Erkenntnissen aus Kapitel 2.3.1 und 2.3.2 und betrachtet das Zusammenspiel zwischen Informationen und Wissen mehr als einen stetigen Übergang und weniger als eine strikte diskrete Unterscheidung (siehe auch [PROBST12, S. 18]). Wird nun der Grad des Übergangs zwischen Informationen und Wissen als Spezifität (Verknüpfungsintensität) hinsichtlich des jeweiligen Kontexts

angesehen, lassen sich die einzelnen Wissenstypen der Produktentwicklung anhand ihrer kontextsensitiven Beziehungen (Kontextsensitivität) unterscheiden. Basierend auf Merkmalen zur Klassifizierung von Wissenstypen [FANK11, S. 14 ff.] ergeben sich die in Roth und Binz [ROTH12A, S. 5] angewandten fünf Merkmalsausprägungen – jeweils in Abhängigkeit der Kontextsensitivität (siehe Tabelle 5.4).

	Merkmalsausprägung bei starkem Kontextbezug	Merkmalsausprägung bei schwachem Kontextbezug
Merkmale	Eigenschaft [Fank11, S. 33]	Eigenschaft [Fank11, S. 33]
Explizitheit [Fank11, S. 15 f.]	gering	hoch
Explizierbarkeit [Fank11, S. 16 ff.]	begrenzt	hoch
Anwendungsorientierung [Fank11, S. 18 f.]	hoch	gering
Vernetzungsgrad [Fank11, S. 19 ff.]	hoch	gering
Komplexität [Fank11, S. 21 f.]	hoch	gering

Tabelle 5.4: Merkmalsausprägung in Abhängigkeit der Kontextsensitivität

(nach [FANK11, S. 33] und [ROTH12A, S. 5])

In Fank [FANK11, S. 34 ff.] erfolgte eine Untersuchung aller Wissenstypen des validierten Strukturansatzes für Wissen in der Produktentwicklung mit Blick auf deren Merkmale aus Tabelle 5.4. Die komprimierten Ergebnisse wurden in Roth und Binz [ROTH12A, S. 5] vorgestellt und ergeben die in Tabelle 5.5 vorgenommene Unterteilung in Wissenstypen mit schwachem und Wissenstypen mit starkem Kontextbezug.

Wissenstypen mit starkem Kontextbezug	Wissenstypen mit schwachem Kontextbezug
Geschäftsstrategiewissen	Fachwissen
Expertenwissen	Markt-/Kundenwissen
Handlungswissen	Methodenwissen
Normatives Wissen	Produktwissen
Episodisches Wissen	Faktenwissen
Operationales Wissen	
Erfahrungswissen	
Führungswissen	
Konditionales Wissen	

Tabelle 5.5: Einteilung von Wissenstypen in Abhängigkeit ihres Kontextbezugs

Erweiternd konnte in Roth und Binz [ROTH12A, S. 6 ff.] und beruhend auf der in Tabelle 5.5 vorgenommenen Unterscheidung die Beweisführung erbracht werden, dass Wissenstypen mit schwachem Kontextbezug in semantischen Netzen repräsentiert werden können.

Wissenstypen mit starkem Kontextbezug lassen sich entsprechend ihrer spezifischen Merkmalsausprägungen wie bspw. einer sehr geringen/ingeschränkten Explizierbarkeit nicht mittels semantischen Netzen repräsentieren. Für die Darstellung in semantischen Netzen ist das Vorliegen expliziter Wissensinhalte essentiell. [ROTH12A, S. 5]

5.2 Vorgehen zur Wissensidentifikation (SOLL-Wissen)

Wurde im vorherigen Kapitel die Strukturierung des Wissens in der Produktentwicklung erarbeitet, folgt nun die Betrachtung des nachgelagerten Schritts der Wissensidentifikation (siehe Bild 5.7).

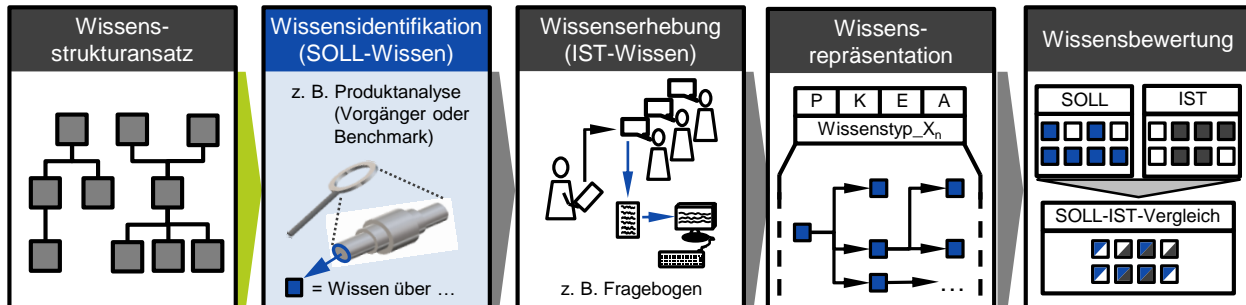


Bild 5.7: Einordnung des Moduls *Wissensidentifikation* in Gesamtvorgehensweise

Im Allgemeinen kann die Wissensidentifikation unter anderem als das Erkennen, Definieren oder das Festlegen von Wissen verstanden werden (z. B. nach [VDI 5610 2009, S. 8]). Im Umfeld dieser Arbeit, und damit im Kontext des Wissensmanagements, wird unter der Wissensidentifikation die Ermittlung der verschiedenen Parameter der Resource Wissen in der Produktentwicklung verstanden. Dabei können zwei Sichten eingenommen werden. Einerseits gilt es zu definieren, welches Wissen aktuell in einem Unternehmen vorliegt (siehe Bild 5.7, IST-Wissen), andererseits müssen Überlegungen angestellt werden, welches Wissen im Unternehmen vorhanden sein muss (siehe Bild 5.7, SOLL-Wissen).

Der sich hieraus ergebende Bedarf für Unternehmen, das betrachtete Wissen zu managen und zielgerichtet entwickeln zu können, weist in seinen Grundzügen starke Parallelen zum Projektmanagement auf. Bei diesem sollen ausgehend von einem Zustand X durch Analyse desselbigen Maßnahmen Y ergriffen werden, die letztendlich zum Ergebnis Z führen. Burghardt [BURGHARDT13, S. 17] zeigt diese Abhängigkeiten in einem für das Projektmanagement verallgemeinerten Regelkreis auf. Dieser in Bild 5.8 dargestellte Regelkreis bietet durch ein ständiges *Controlling* der Aktivitäten Instrumente zur Anpassung der Gegebenheiten.

Ein definierter SOLL-Zustand wird (ständig) mit einem vorherrschenden IST-Zustand abgeglichen (Projektkontrolle). Auftretende Differenzen (Abweichungen) führen zu Maßnahmen der Projektsteuerung, um eine Angleichung beider Projektgrößen zu erreichen.

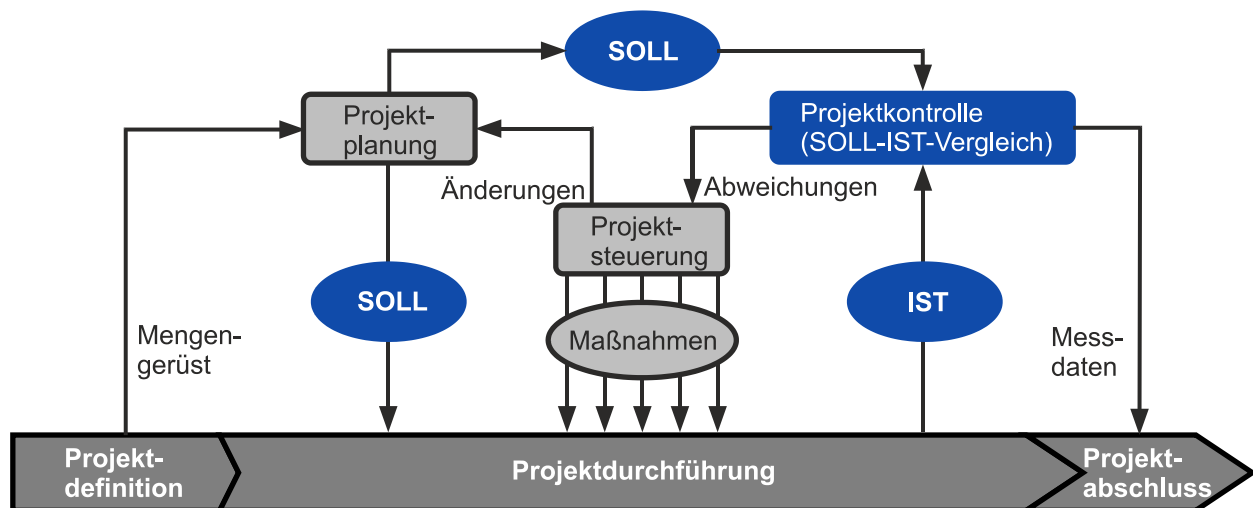


Bild 5.8: Projektmanagement-Regelkreis nach Burghardt [BURGHARDT13, S. 17]

Übertragen auf das vorliegende Projekt der Bewertung von Wissen wird ein hieraus abgeleitetes Vorgehen angestrebt. Die Erkenntnis von Burghardt aufgreifend, bestimmt bzw. definiert der SOLL-Zustand den späteren IST-Zustand. Das korrespondierende wissenschaftliche Modell ist die *synoptische Planung*. Nach Müller-Stewens [MÜLLER-STEWENS18A, online] wird darunter die Planung verstanden, „die einen zu erreichenden SOLL-Zustand zunächst losgelöst vom IST-Zustand definiert. Die Verbindung wird dann durch eine systematische Anwendung der Ziel-Mittel-Analyse hergestellt, die im retrograden Verfahren vom SOLL-Zustand ausgeht und die Schritte ermitteln soll, die den IST-Zustand in den SOLL-Zustand überführen.“ Kritisch wird jedoch auch angemerkt, dass in einer komplexen Umwelt, „die synoptische Planung meist als weniger realistisch eingeschätzt und eine inkrementelle Planung bevorzugt wird“ [MÜLLER-STEWENS18A, online]. Im Kontext des Projekts wird eine große Chance in der Entwicklung einer Referenz-SOLL-Wissensbasis gesehen, die eine Analyse des vorherrschenden IST-Zustands ermöglichen soll. Das inkrementelle Vorgehen wird nicht gewählt, da hier „ausgehend vom IST-Zustand schrittweise versucht [wird], die wahrgenommenen Mängel abzubauen. Dabei lässt man sich vom Grundsatz der Machbarkeit leiten“ [MÜLLER-STEWENS18B, online]. Ohne bestehenden SOLL-Zustand ist dieses Vorgehen, zumindest bei Bewertungsvorgängen, die in der Regel ein Ziel verfolgen, nicht möglich.

Der Begriff *SOLL* kann exemplarisch an Ehrlenspiel und Meerkamms Ziel- und Handlungssystem erläutert werden. „Zielsysteme stellen [dabei] die Menge der Zielvorgaben, die Anforderungen und deren Verknüpfungen dar. Im Zielsystem, werden die Anforderungen strukturiert, evtl. hierarchisch nach der Wichtigkeit oder gemäß der zeitlichen Abfolge der Teilziele. [...] Sie sind Grundlage für jede Beurteilung des entstehenden

Sachsystems und der Entwicklungs- bzw. Handlungsprozesse.“ [EHRENSPIEL13, S. 24 ff.] In Bild 5.9 ist dieser Zusammenhang enthalten (vgl. Modellbereich und Objektbereich).

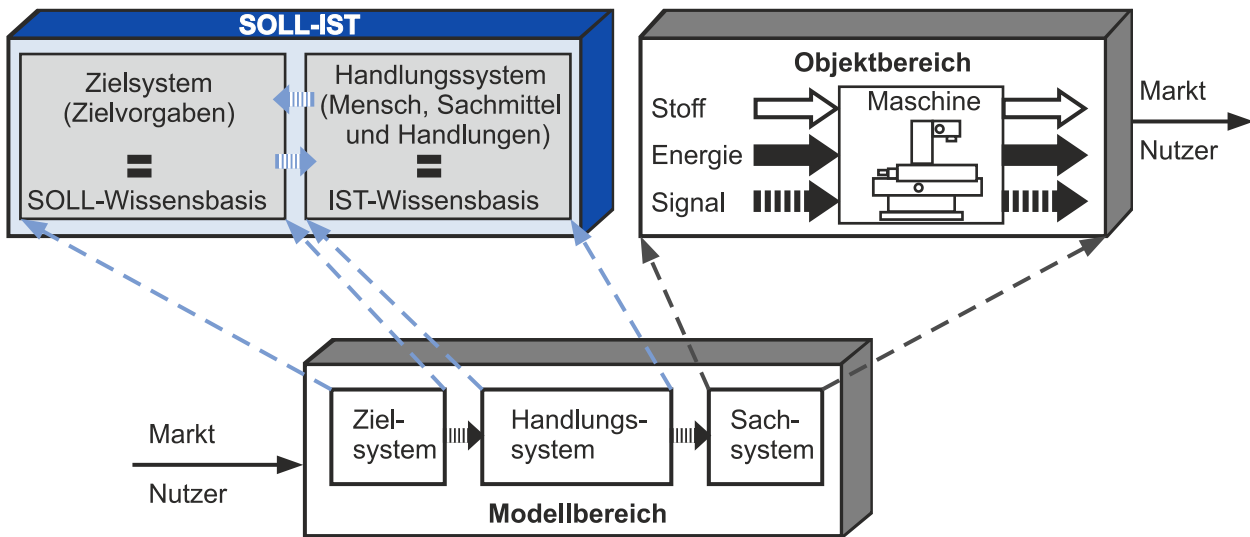


Bild 5.9: Systeme der Produktentwicklung nach [EHRENSPIEL13, S. 26] mit Erweiterung im Kontext des Wissensmanagements

Darüber hinaus wird der Erkenntnistransfer vorgenommen, dass im Sinne des Wissensmanagements das SOLL-Wissen den Anforderungen an eine erfolgreiche Produktentwicklung entspricht und damit das für das zu entwickelnde Sachsystem notwendige Wissen repräsentiert. Das nach Ehrlenspiel [EHRENSPIEL13, S. 26] definierte Handlungssystem enthält strukturierte Aktivitäten, die durch das Zusammenspiel von Menschen, Sachmitteln und Handlungen zur Zielerfüllung des Sachsystems benötigt werden. Zum Zeitpunkt der jeweiligen Betrachtung liegt in diesen drei Größen ein spezifischer Zustand von Wissen vor, das IST-Wissen.

Soll nun in einem ersten Schritt ein Vorgehen zur Erfassung/Erarbeitung der SOLL-Wissensbasis aufgestellt werden, gilt es nachfolgende Forschungsfrage zu beantworten:

Forschungsfrage in Kapitel 5.2

Wie kann das SOLL-Wissen zur Produktentwicklung in Abhängigkeit von verfügbaren Informationen bestimmt bzw. festgelegt werden?

Bei der Beantwortung der Forschungsfrage wird davon ausgegangen, dass in Abhängigkeit von verschiedenen Ausgangssituationen (Informationsverfügbarkeit), durch situativ angepasste Vorgehensweisen, der jeweils benötigte SOLL-Wissensstand erarbeitet werden kann. Hierzu sollen im Folgenden Vorgehensweisen zur Bestimmung eines SOLL-

Zustands identifiziert und erarbeitet sowie die unterschiedlichen Ausgangssituationen definiert werden.

5.2.1 Vorgehensweisen zur Bestimmung eines SOLL-Zustands

In der Literatur können unterschiedlichste Herangehensweisen zur Festlegung eines SOLL-Zustands identifiziert werden. Lindemann gibt in [LINDEMANN13, S. 96 ff.] einen Überblick zur Ermittlung von Zielgrößen. Dort wird betont, dass viele Informationen ausschließlich in den Köpfen der Mitarbeiter und Kunden existieren und damit als implizites Wissen vorliegen. Dieses kann nur näherungsweise mit Fragetechniken erhoben werden. Explizit vorliegendes Wissen (im Sinne von Informationen) kann systematisch erfasst und interpretiert werden.

Existiert beispielsweise ein Auftragstext einer Firma, können nach Lindemann [LINDEMANN09, S. 96] mittels einer Textanalyse Informationen in einer strukturierten Darstellung abgeleitet werden. In einem ersten Schritt wird der Aufbau des Texts erkannt. Anschließend wird dieser in Teilaussagen zerlegt und den persönlichen Wissenskategorien zugeordnet [LINDEMANN09, S. 96 f.]. „Eine grafische Darstellung der Sachverhalte kann das Verständnis ebenfalls unterstützen. Hierfür eignen sich zum Beispiel MindMapping, Wirkungsnetze und Ursache-Wirkungsanalyse“ [LINDEMANN09, S. 97]. Lindemann sowie Ehrlenspiel und Meerkamm [LINDEMANN09, S. 97 f. und EHRENSPIEL13, S. 401] nennen Checklisten sowie Leitlinien als geeignete Werkzeuge zur Ermittlung von Anforderungen bzw. von Zielgrößen an ein Produkt.

In Bild 5.10 illustriert Lindemann [LINDEMANN09, S. 97] verschiedenste Instanzen, die bei der Entwicklung von Produkten berücksichtigt werden müssen. Die Abbildung wurde darüber hinaus um die Ebene der SOLL-Informationen erweitert. Nach dem Verständnis der Autoren definiert jede Quelle mit ihrem jeweils inhärenten Anforderungsprofil die Notwendigkeit spezifischer Informationen bzw. spezifischen Wissens, das zur Erfüllung der Anforderungen benötigt wird. Das zur Erfüllung einer Anforderung (und auch die Kenntnis derselben) benötigte Wissen wird als Zielgröße (SOLL-Wissen) angesehen.



Bild 5.10: Quellen für Anforderungen nach [LINDEMANN09, S. 97] – erweitert um Informations-/Wissensebene

Eine Vielzahl von Autoren [LINDEMANN09, S. 99 und EHRENSPIEL13, S. 401] identifizieren als weitere Möglichkeit zur Bestimmung der Zielgrößen das Gespräch mit oder ohne Fragebogen (Papierform, Internet usw.) mit Experten (Fachleute, (spezielle) Endkunden, Händler etc.). Ehrlenspiel und Meerkamm [EHRENSPIEL13, S. 401 und S. 514 f.] sehen insbesondere auch die Aufgabenklärung im interdisziplinären Team als geeignet an.

Lindemann [LINDEMANN09, S. 101] führt darüber hinaus zur Ermittlung von Kundenanforderungen eine „selbst durchgeführte Produktanalyse als eine Form des (Product) Reverse Engineerings“ [LINDEMANN09, S. 101] an, das er als objektives, jedoch zeit- und kostenintensives Verfahren einstuft. „Dazu werden Produkte hinsichtlich ihrer Funktion und Baustruktur, der Prozesse, ihrer Herstellung sowie ihrer Kosten untersucht“ [LINDEMANN09, S. 101].

Daenzer et al. [DAENZER02, S. 110 ff.] bestätigen diese Sichtweisen. Die Autoren betrachten „die Situationsanalyse als Informationslieferant im Problemlösezyklus“ [Daenzer02, S. 110]. Als Techniken zur Informationsbeschaffung werden unter anderem Interviews, Fragebogen, Beobachtungsmethoden und das Brainstorming in Gruppen genannt [DAENZER02, S. 123 f.].

Ergänzend sei darauf verwiesen, dass im Anhang der Richtlinie VDI 2221 [VDI 2221 1993, S. 33 f.] eine Vielzahl von *Analyse- und Zielvorgabe-Methoden* aufgeführt werden, die je nach Kontext Anwendung bei der Festlegung der Zielgrößen (im Sinne des SOLL) finden können.

Tabelle 5.6 fasst abschließend die in der Literatur genannten Verfahren in einer Übersichtstabelle zusammen. Ergänzt wurde diese Tabelle um eine Einschätzung hinsichtlich der Kategorien Zeitaufwand, Komplexität, Detailtiefe und Subjektivität. Die betrachteten Verfahren wurden hinsichtlich dieser Kriterien sortiert, so dass eine spätere Auswahl unter Berücksichtigung der Kriterien möglich ist. Die Kriterien sind nicht zwangsweise voneinander unabhängig. Das Kriterium Zeitaufwand bezieht sich auf die Dauer der Durchführung (inklusive Vor- und Nachbereitung), das Kriterium Komplexität wertet die *Einfachheit* der Durchführung. Mit dem Kriterium Detailtiefe wird der zu erwartende Informationsgehalt des Ergebnisses bewertet. Eine hohe Detailtiefe ist mit einem hohen Informationsgehalt gleichzusetzen. Das Kriterium *Subjektivität/Objektivität* wertet den Einfluss des Bearbeiters / der Bearbeiter auf das Ergebnis. Objektiv bedeutet eine entsprechend geringfügige Beeinflussung.





Verfahren	geringer Zeitaufwand	geringe Komplexität	geringe Detailtiefe	Subjektivität
Textanalyse (z. B. Auftragstext)				
Checkliste/Leitlinien				
Fragebogen (Papier, Internet etc.)				
Gespräch mit Fachexperten etc.				
Brainstorming in Gruppen				
Brainstorming-Analyse eines Produkts				
(Product) Reverse Engineering				
	hoher Zeitaufwand	hohe Komplexität	hohe Detailtiefe	Objektivität

Tabelle 5.6: Überblick über mögliche Verfahren zur SOLL-Zustandsbestimmung

Kritisch sei angemerkt, dass es sich bei den klassifizierenden Charakteristika in Tabelle 5.6 um keine validierten Ergebnisse handelt, sondern um Einschätzungen beruhend auf den Erfahrungen des Verfassers dieser Arbeit. Eine erste Bestätigung dieser Einschätzung wurde in einem Expertengespräch mit einem Mitarbeiter der Firma Kärcher gegeben (Expertengespräch vom 10.01.2014). Zudem ist festzuhalten, dass die hier vorgestellten Verfahren zweckmäßig zum Einsatz kommen sollen. Es ist zu erwarten, dass die richtige Verkettung von Einzelverfahren zu besseren Endergebnissen führen. Das Verfahren der Checklisten kann beispielsweise gut mit der Befragung mittels Fragebogen kombiniert werden.

5.2.2 Bestimmung des SOLL-Wissensstands für Produktentwicklungswissen

Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus den Kapiteln 1 und 5.2.1 wird das Vorgehen zur Bestimmung des SOLL-Wissensstands von Wissen in der Produktentwicklung erläutert. Bild 5.11 ist zu entnehmen, dass je nach Anwendungsfall unterschiedliche Ausgangssituationen vorliegen können.

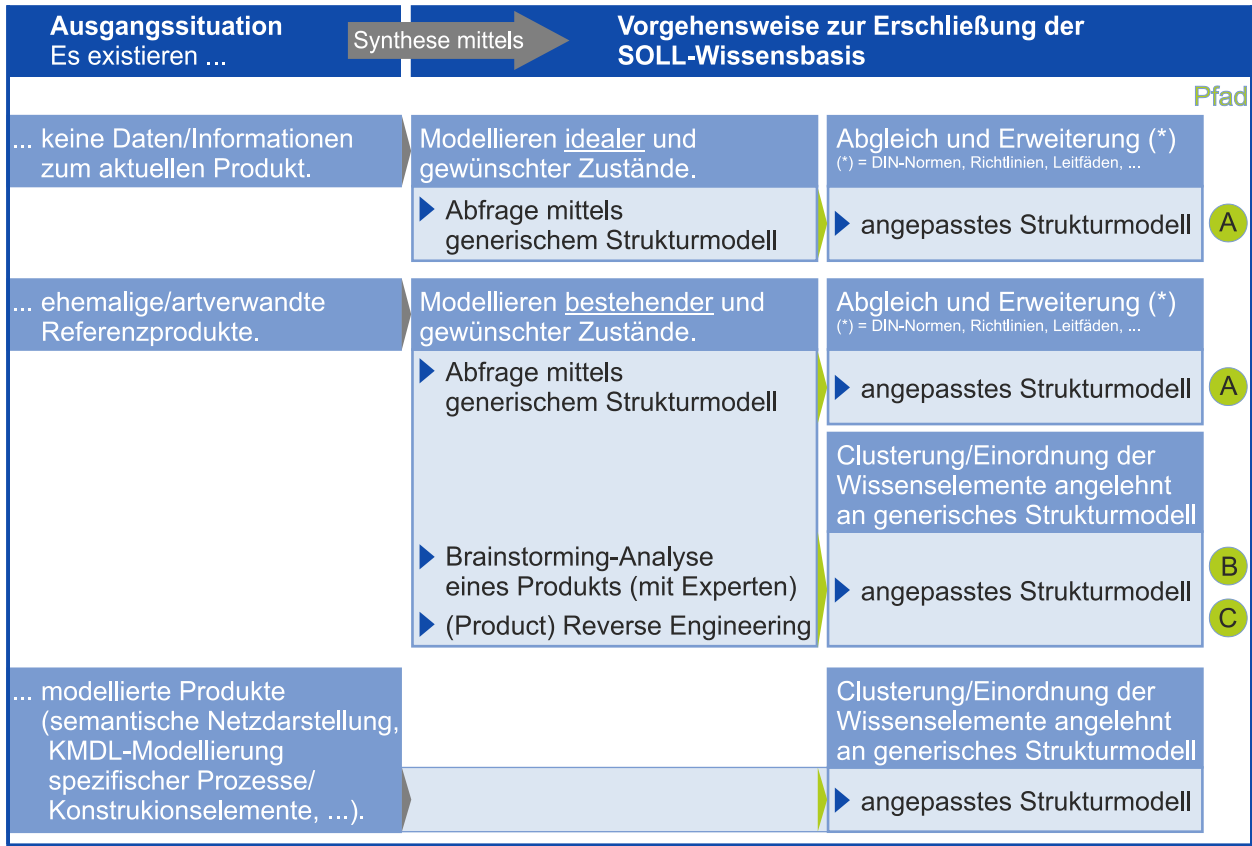


Bild 5.11: Auswahlpfad zur Erschließung der SOLL-Wissensbasis

In den wenigsten Fällen sind keine Daten/Informationen über das zu entwickelnde Produkt vorhanden. Nach Romanow [ROMANOW94, S. 25] sind 15 % Neukonstruktionen. Demgegenüber handelt es sich in 85 % der Fälle um Anpass- bzw. Variantenkonstruktionen. In diesen Fällen existieren bereits Daten/Informationen über ehemalige oder artverwandte Referenzprodukte. Die Art und Weise kann dabei unterschiedlich ausfallen. Der Strukturierungsgrad reicht von impliziten Wissen in den Köpfen der Mitarbeiter (niedriger Strukturierungsgrad) bis hin zu vollständig modellierten Produkten/Konstruktionselementen in semantischen Netzen sowie spezifischen Prozessen/Konstruktionselementen in KMDL-Modellierung (Sprache zur Wissensmodellierung und -beschreibung).

Bei einem semantischen Netz handelt es sich um ein formales Modell von Wissens Elementen und ihren Beziehungen untereinander. Die Zuordnung der Begriffe zu einem Objekt ermöglicht es, Schlüsse über das Objekt zu ziehen. Ein semantisches Netz ist an

die natürliche Sprache angelehnt, wodurch sich Wissen strukturieren und in visuell überschaubarer Weise darstellen lässt. Als weiterführende Literatur und zur Auseinandersetzung mit den Begriffshierarchien sowie Typen von Wissensrepräsentationsformen sei exemplarisch auf die Arbeit von Thel [THEL07, S. 23 ff.] sowie auf die Ausführungen in Kapitel 5.4.1 verwiesen.

Bild 5.11 deckt durch geeignete Wahl bzw. Kombination der Einzelverfahren das mögliche Spektrum der in Tabelle 5.6 erarbeiteten Vorgehensweisen zur Bestimmung des SOLL-Zustands ab. Die hierdurch entstandene Gruppierung unterscheidet die in Tabelle 5.7 aufgelisteten drei Verfahren zur Bestimmung des SOLL-Wissensstands, die in nachfolgenden Kapiteln erläutert, eingeführt und auch deren Erprobung vorgestellt werden (in Abhängigkeit des *Reifegrads* der Methode). Die Auswahl erfolgt in Relation zu den jeweilig vorliegenden Ausgangssituationen. Liegen Daten/Informationen zu einem Produkt bereits in einer modellierten Darstellung vor, entfällt das Modellieren und das

	Verfahren	beinhaltete Methoden	Beschreibung
Pfad A	Abfrage mittels generischem Strukturmodell	<ul style="list-style-type: none"> - Textanalyse - Checkliste - Leitlinie (- Fragebogen) 	Das generische Strukturmodell stellt ein universelles semantisches Netz über Produktentwicklungswissen dar. Näheres hierzu in Kapitel 5.4. Es kann im Sinne einer Checkliste oder auch einer Leitlinie zur Abfrage bzw. Analyse herangezogen werden und eignet sich bspw. zur Analyse von Texten (Normen, Richtlinien, ...), Konstruktionselementen oder auch Produkten.
			Vorgehen siehe Kapitel 5.2.2.1
Pfad B	Brainstorming-Analyse für ein Produkt (mit Experten)	<ul style="list-style-type: none"> - Gespräch mit Fachexperten - Brainstorming in Gruppe 	Bei diesem Verfahren handelt es sich um eine Workshopsitzung, in der ein vorliegendes Produkt (Zeichnungsdokumente, Bilder, reales Produkt, ...) mittels Individualbrainstorming analysiert und anschließend in der Gruppe diskutiert wird. Es empfiehlt sich, Experten einzubinden, da diese ein Verständnis für das Produkt und die damit verbundene Domäne mitbringen.
			Vorgehen siehe Kapitel 5.2.2.3
Pfad C	(Product) Reverse Engineering	—	Das Reverse Engineering befähigt zur Analyse eines realen Produkts nach vorgegebenen Schritten. Hieraus lassen sich verschiedene Merkmale und Eigenschaften extrahieren.
			Vorgehen siehe Kapitel 5.2.2.5

Tabelle 5.7: Verfahren zur Bestimmung des SOLL-Wissensstands

generische Strukturmodell kann direkt spezifisch angepasst werden.

Allen Verfahren aus Tabelle 5.7 liegt das gleiche Grundmuster im Vorgehen (Analyse und Synthese) mit dem gleichen Ziel in Stufe 1, die Erstellung eines angepassten Strukturmodells, zu Grunde. Im nachfolgenden zweiten Schritt (Stufe 2, näheres hierzu in Kapitel 5.3) erfolgt jeweils die Bestimmung des aktuellen IST-Wissenstands, vgl. Bild 5.12.

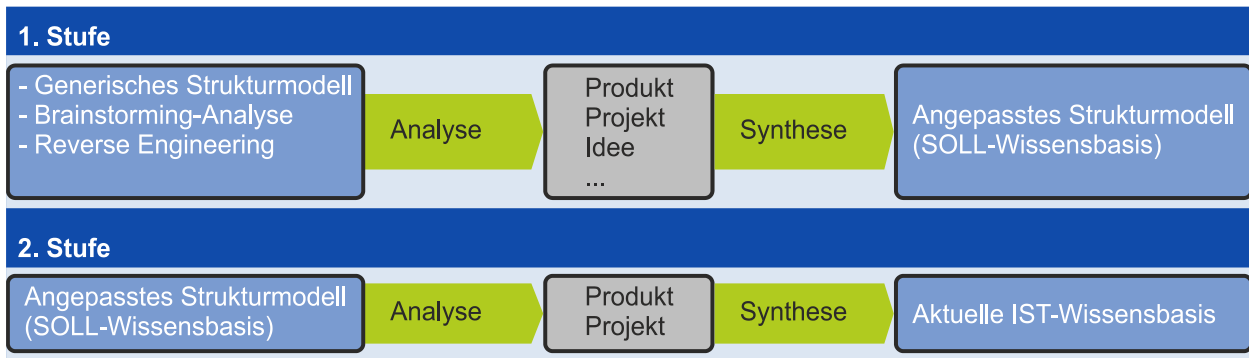


Bild 5.12: Stufenmodell zur Analyse des SOLL- und IST-Wissenstands

Für die nachfolgenden Kapitel sei einschränkend angemerkt, dass mit dem Weg, das SOLL-Wissen in strukturierter Form zu erarbeiten, vorzugweise Wissenstypen mit schwachem Kontextbezug (siehe Erläuterung der Repräsentationsfähigkeit in Kapitel 5.1.3) in den Fokus rücken. Die Bestimmung und Festlegung der Wissenstypen mit starkem Kontextbezug folgt in Kapitel 5.3.1.

Kapitel 5.2.2.1 bis 5.2.2.6 beinhalten die zugrundeliegenden Modellierungsschritte zum Bestimmen des jeweils angepassten Strukturmodells (SOLL-Wissensbasis), dies entspricht Stufe 1 aus Bild 5.12.

5.2.2.1 SOLL-Wissensbasis durch Abfrage mittels generischem Strukturmodell

In diesem Kapitel wird ein Vorgehen zur Bestimmung der SOLL-Wissensbasis (angepasstes Strukturmodell) durch Abfrage mittels des in Kapitel 5.1.2 erarbeiteten generischen Strukturmodells für Wissen in der Produktentwicklung vorgestellt. Hierbei soll untersucht werden, ob, und wenn ja, welche Wissensinhalte für ein gegebenes Produktentwicklungsprojekt notwendig sind. Bild 5.11 stuft dieses Vorgehen als geeignet ein, wenn entweder keine Daten/Informationen vorliegen oder ein Referenzprodukt (z. B. ähnliches Produkt einer Vorgängerreihenfolge) vorliegt. Wie in Kapitel 5.2.2 erläutert, stellt die zweite Situation den Regelfall im Alltag eines Konstrukteurs dar.

Ziel bei dieser Erhebung ist nicht nur die Erkenntnis, welche Wissenstypen relevant für die Produktentwicklung sind, sondern eine möglichst tiefgreifende Analyse notwendiger

Wissenselemente. In Kapitel 5.1.3 konnte hierzu aufgezeigt werden, dass es möglich ist, Wissenstypen mit schwachem Kontextbezug (siehe Tabelle 5.5) mittels semantischer Netze detaillierter zu repräsentieren. Diesen Grundgedanken aufgreifend ist das in Bild 5.13 dargestellte Vorgehen zur Ableitung einer spezifischen Wissensbasis von Referenzprojekten entstanden. Ausgehend von dem generischen Strukturmodell erfolgt eine detaillierte Analyse des Referenzprodukts nicht nur auf übergeordneter Ebene der Wissenstypen, sondern vielmehr mit deren jeweiligen spezifischen Wissensinhalten – beispielsweise wiedergegeben in Form von semantischen Netzen.

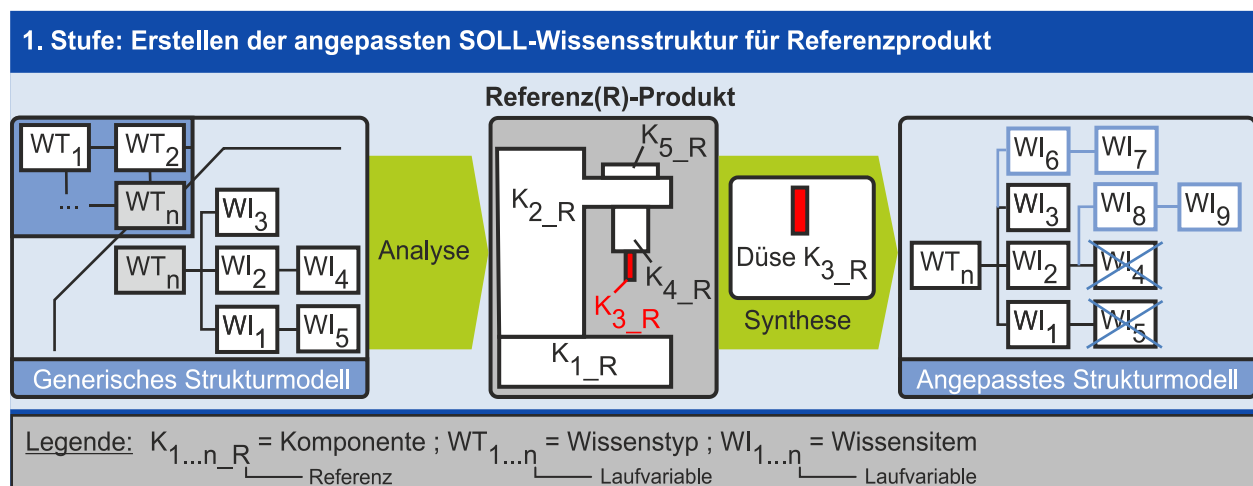


Bild 5.13: Vorgehen zur Ableitung der spezifischen Wissensbasis von Referenzprojekten (= Stufe 1 in Bild 5.12)

Bisher existiert jedoch für das Aufstellen der detaillierteren Wissensstrukturen der Wissenstypen mit schwachem Kontextbezug keine Unterstützung. Zur Behebung dieses Defizits wurde das nachfolgende Vorgehen erarbeitet. Es basiert auf dem Methodenvorschlag von Suyeon et al. [SUYEON03], in dem ein mehrstufiger Prozess für das Erfassen und Repräsentieren organisationalen Wissens angeboten wird, mit dem Ziel, bestimmte Wissensinhalte in eine grafische Form zu bringen. In Roth und Binz [ROTH12A, S. 6 f.] wurde dieses Vorgehen herangezogen und auf die vorliegende Aufgabenstellung übertragen. Bild 5.14 stellt das Resultat von diesem Methodentransfer dar und bietet einen vierstufigen Prozess an. In einem ersten Schritt wurden die Taxonomie (Klassifikationschema) für Wissen festgelegt, indem der bereits bestehende Strukturansatz für Wissen und dessen Ausprägungen herangezogen wird sowie das generische Strukturmodell für Wissen als Wissensdefinition im Umfeld der Produktentwicklung Verwendung findet. Das zugrundeliegende Detaillevel bestimmt sich aus der zweckmäßigen Weiterverarbeitung der Daten. Damit das Vorgehen auch in der Praxis mit vertretbarem Aufwand zu betreiben

ist, muss die Formalisierung der jeweiligen semantischen Netzdarstellung des Wissenstyps in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Zeit ausgeführt werden. Auf die Möglichkeit, durch den Bezug zu verschiedenen Einflussfaktoren (z. B. Unternehmensstrategie) eine Reduktion generischer semantischer Netze zu erreichen, wird in Kapitel 5.4.2 eingegangen. In den Schritten zwei und drei erfolgt die Wahl der zu analysierenden Wissensquellen, durch die Bestimmung der für den Produktentwicklungsprozess (PEP) relevanten Standardwerke (siehe Bild 5.14). Diese Sammlung ist nicht als abschließend zu betrachten, stellt jedoch für den Nachweis einer allgemeinen Anwendbarkeit eine vertretbare Auswahl dar. Das Ermitteln der jeweiligen Wissensinhalte, und damit das Extrahieren des spezifischen Produktentwicklungswissen, geschah durch Analysieren der Prozesse und Vorgehensschritte mittels qualitativer Textanalysen der Standardwerke. Das Erkennen logischer Zusammenhänge ermöglichte das in Schritt vier vorgegebene Verknüpfen der einzelnen Wissens Elemente.

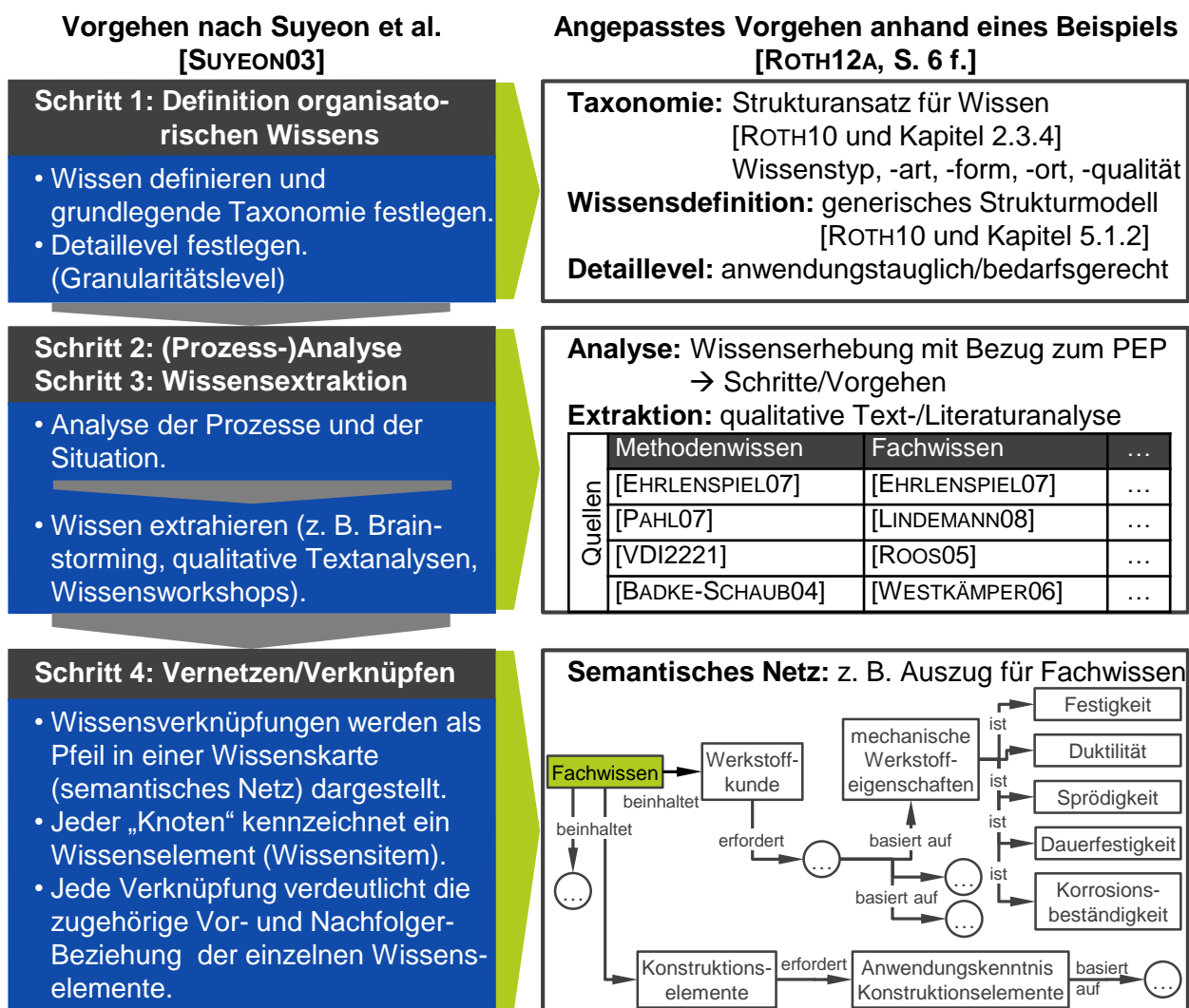
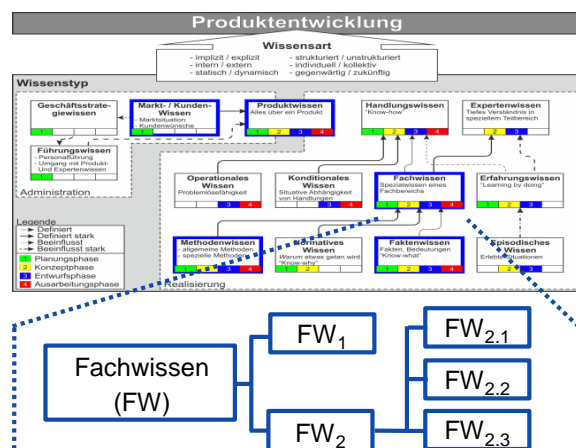


Bild 5.14: Erarbeitung des Inhalts der semantischen Netze kontextschwacher Wissenstypen

In Roth und Binz [ROTH12A, S. 6. f.] wurde dies anhand eines Auszugs aus der semantischen Netzstruktur des Fachwissens demonstriert.

Darüber hinaus sind im Rahmen dieser Arbeit umfangreiche und möglichst generische semantische Netze für das Fachwissen, das Faktenwissen, das Markt- und Kundenwissen, das Methodenwissen sowie das Produktwissen entstanden. Die vollständigen semantischen Netze wurden in den unter Anleitung des Autors dieser Arbeit entstandenen studentischen Arbeiten von Burmeister [BURMEISTER13] und Fank [FANK11] für weitere Analysen bereitgestellt.

Den bisherigen Stand zusammenfassend bedeutet dies, dass ausgehend vom allgemeinen Strukturmodell für Wissen in der Produktentwicklung auf Ebene der kontextschwachen Wissenstypen semantische Netze erarbeitet wurden (vgl. Bild 5.15).



1. Ebene: Allgemeines Strukturmodell

Darstellung:

Produktentwicklungswissen besteht aus der Summe aller einzelnen Wissenstypen.

In der Abbildung wird das zugrundeliegende allgemeine „Zusammenspiel“ aufgezeigt.

2. Ebene: Detaildarstellung der kontextschwachen Wissenstypen am Beispiel Fachwissen

Darstellung:

Semantisches Netz für jeden kontextschwachen Wissenstypen

Bild 5.15: Detailsbene des Strukturmodells

Die Summe aller semantischen Netzinhalte ergibt den jeweils zugehörigen übergeordneten Wissenstyp. In dieser Arbeit wird zum besseren Verständnis nochmals das semantische Netz für Fachwissen (siehe Bild 5.16) betrachtet. Das Fachwissen selbst stellt *das Objekt / den Wissenstyp* dar, von welchem Begriffe/Wissenselemente abgeleitet werden, die in einer bestimmten Beziehung zueinander stehen und somit den Wissenstyp genauer definieren.

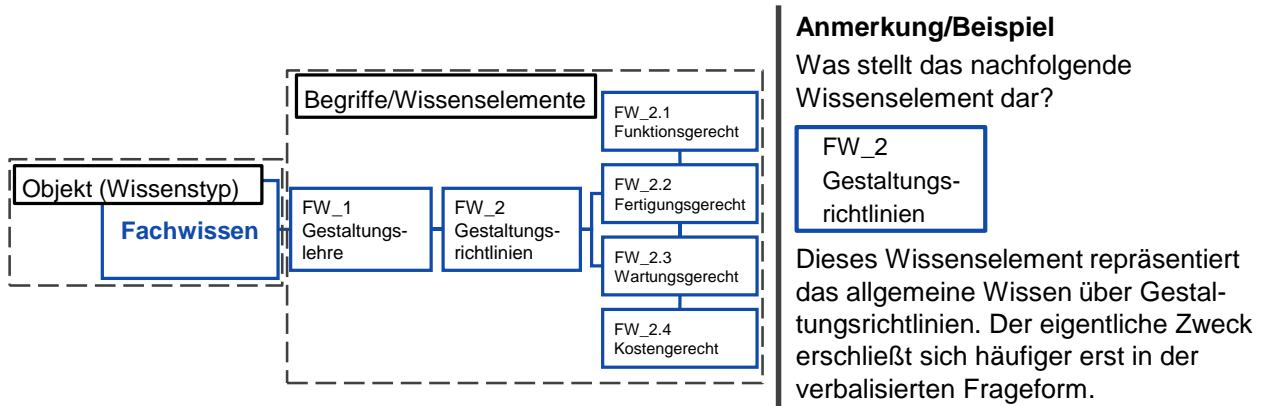


Bild 5.16: Darstellung eines Auszugs des semantischen Netzes für *Fachwissen*

Die entstandene *baumartige* Netzstruktur veranschaulicht den Zusammenhang der Wechselbeziehungen der Wissens Elemente untereinander und bezogen auf das Objekt (kontextschwacher Wissenstyp). Jedes Wissens element verkörpert eine individuelle Ausprägung des übergeordneten Wissenstyps sowie eine weitere Detaillierung des vorangehenden Wissens elements. In FW_2 ist beispielhaft Fachwissen zu Gestaltungsrichtlinien im Allgemeinen hinterlegt. Die verschiedenen *Gerechtheiten* werden als untergeordnete Elemente (z. B. FW_2.1/2.2/2.3/2.4) erfasst.

Für die Erhebung der einzelnen Wissens elements ist ein Workshop erarbeitet worden, mit dessen Hilfe anhand des generischen Strukturmodells festgestellt werden soll, in welchem Umfang jeder kontextschwache Wissenstyp für ein gegebenes Produkt relevant ist und inwiefern sich dessen Wissensbestandteile (Wissenselemente) externalisieren lassen. Das zugrundeliegende Erhebungsverfahren mittels Karteikarten (vgl. Bild 5.17) wird im Folgenden vorgestellt.

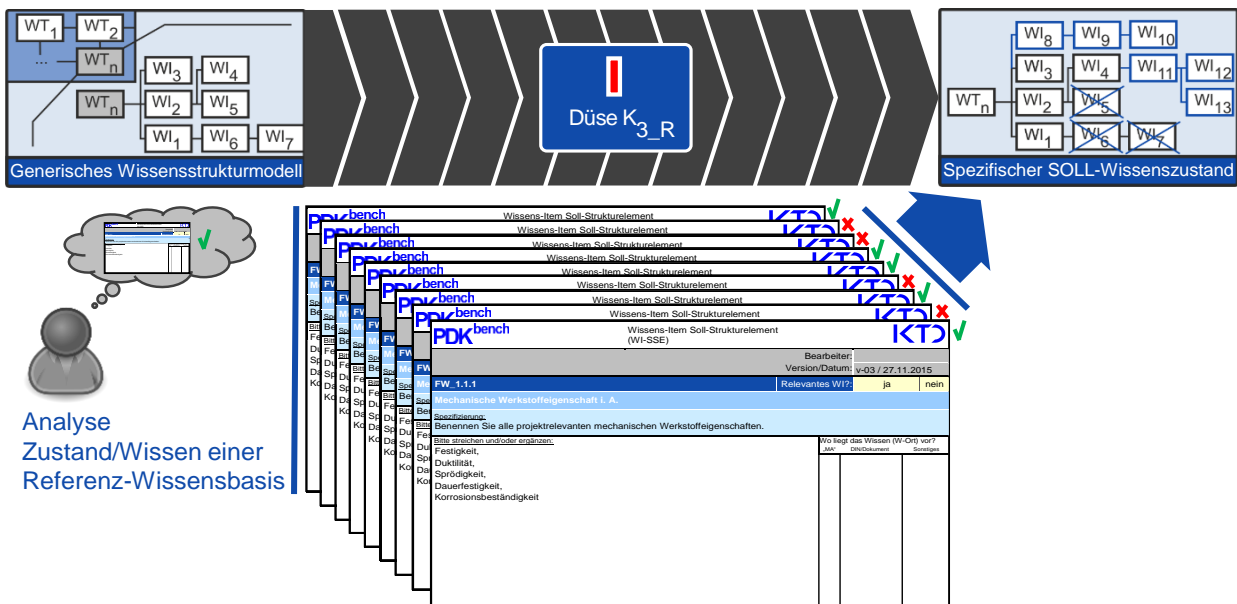


Bild 5.17: Erhebung der Wissens elements mittels Karteikarten

Wie in den vorangegangenen Abschnitten beschrieben, lassen sich kontextschwache Wissenstypen des Produktentwicklungswissens in *generische Wirkstrukturmodelle* (semantische Netze) überführen. Ein Grundgedanke der Erhebungsmethode mittels Karteikarten ist es nun, dass Wissens Elemente des jeweiligen generischen Wirkstrukturmodells mit Hilfe einer Wissenskarte abgefragt werden können. Nach Porst [PORST08, S. 51 ff.] stehen für eine Abfrage verschiedene Fragetypen zur Auswahl. Beispielhafte spezifische Fragen/Aufgabenstellungen können Kapitel 5.3.2 entnommen werden.

In Bild 5.18 ist der Aufbau der Wissenskarte beinhaltet und wird dort auszugsweise vorgestellt. In Summe repräsentieren alle Wissenskarten, unter Einhaltung der zuvor definierten Reihenfolge (abhängig von den logischen Verknüpfungen), ein jeweiliges Wissensstrukturmodell.

PDK ^{bench} ①		Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE) ②		③ KTO	
		4 Bearbeiter:			
		Version/Datum:		v-03 / 27.11.2015	
FW_1 ⑥		5 Relevantes WI?:		ja	nein
Werkstoffkunde ⑦					
Spezifizierung: ** Eisbrecherfrage ** ⑧					
keine Arbeitsanweisung ⑨		10		Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? „MA“ | „DIN/Dokument“ | „Sonstiges“	
verkürzte Karteikartendarstellung					

Bild 5.18: Detaillierte Darstellung der ersten Wissenskarte des kontextschwachen Wissenstypen Fachwissen

In der Karteikarte steht ① für das übergeordnete Forschungsprojekt. ② identifiziert die Karteikarte als Wissenskarte zur Beschreibung eines Wissens Elements (Wissensitem) für einen kontextschwachen Wissenstypen. ③ benennt das unternehmerische Umfeld, in diesem Beispiel das Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design als Ausführer der Wissenserhebung. Mit dem Bereich ④ werden Informationen zum Bearbeiter sowie zur Version und zum Erfassungszeitpunkt festgehalten. In ⑤ besteht für den Nutzer der Wissenskarte die Handlungsanweisung anzukreuzen, ob es sich bei der Wissenskarte um ein für das zu betrachtende Produkt notwendiges Wissens Element

(WI = Wissensitem) handelt. Für die spätere Erstellung eines übergeordneten Wirkstrukturmodells wird ein ordnendes Zahlenschema zugrunde gelegt. Beispielhaft wird in ⑥ das Fachwissen (FW) der ersten Ebene (FW_1) benannt. Hierauf folgen weitere Ebenen wie z. B. FW_1.1, FW_1.2 und FW_1.2.1. In ⑦ wird mit einem Schlagwort das Thema der Wissenskarte benannt. Eine Spezifizierung erfolgt in ⑧. Für einen leichteren Einstieg in das Themenfeld, wird zu Beginn jeder Erhebung mit einer *Eisbrecherfrage* gestartet. Möglich wäre die Fragestellung, welche ersten Gedanken dem Befragten zu dem in ⑦ notierten Schlagwort spontan einfallen. Werden spezifische Arbeitsanweisungen für das betroffene Wissensselement vorgegeben, so sind diese in ⑨ enthalten. Denkbare Anweisungen könnten heißen: *Ordnen Sie...*, *Nennen Sie...*, *Listen Sie...*. In der abgebildeten Wissenskarte ist keine gesonderte Arbeitsanweisung benannt. Für ein durchgängiges Wissensmanagement sowie einen späteren gezielten Wissensaufbau ist es zudem zweckmäßig, die Orte des vorliegenden Wissens benennen zu können. Hierzu ist in ⑩ einzutragen, wo das Wissen (Wissensort) vorliegt. Bei der Beantwortung der Wissenskarte ist daher zu vermerken, wo das Wissen gespeichert/abgelegt wird. In der Karteikarte werden initial der Mitarbeiter (MA), DIN-Dokumente (Normen, Schriften etc.) wie auch Sonstiges (für weitere Ablageorte) benannt.

Im Zuge der Erarbeitung der Erhebungsmethode ist ein übergeordnetes Handout entstanden, in dem alle grundlegenden Schritte der Methode zur Erhebung einer SOLL-Wissensbasis durch Abfrage mittels generischem Strukturmodell detaillierter erläutert werden. Die während der Erstellung des Handouts gewonnenen Erkenntnisse bei einer initialen Anwendung der Methode sind direkt iterativ in die Methodenentwicklung eingeflossen (in Form einer Unterstützungsevaluation). Das vollständige Handout ist in Anhang A.7 aufgeführt und beinhaltet beispielhafte Darstellungen ausgefüllter Wissenskarten.

Ergänzend ist ein zugehöriger Workshop entstanden. Dieser wird nachfolgend vorgestellt.

5.2.2.2 Workshop zur Bestimmung einer SOLL-Wissensbasis mittels generischem Strukturmodell (Anwendungs-/Erfolgsevaluation)

Wurde in Kapitel 5.2.2.1 eine grundsätzliche Methode zur Bestimmung einer SOLL-Wissensbasis mittels generischem Strukturmodell eingeführt, erfolgt nun die erste Anwendung. Gemäß der DRM nach Blessing und Chakrabarti [BLESSING09, S. 181 ff.] handelt es sich hierbei um eine Anwendungsevaluation, mit dem Ziel der Untersuchung

einer grundsätzlichen Anwendbarkeit durch den Nutzer. Insbesondere die Verwendung sowie die Validität (Unterstützung) stehen im Fokus. Im Rahmen der Anwendung wird abgefragt, ob die gewonnene Lösung einen Mehrwert generiert und damit einen tatsächlichen Nutzen liefert – dies kann als eine erste Erfolgsevaluation angesehen werden.

Aufgabenbeschreibung und Durchführung

Bei der Bestimmung der SOLL-Wissensbasis mittels generischem Strukturmodell (GSM) wird davon ausgegangen, dass ein Produkt als *externalisierter* Träger von Produktentwicklungswissen angesehen werden kann (in Anlehnung an z. B. [KRATZER14, S. 25 f.]). Der Workshop wurde ausgehend von der formulierten These, *mit dem „generischen Strukturmodell“ ist es möglich, Wissensbestandteile von relevanten kontextschwachen Wissenstypen (Produktentwicklungswissen/Markt-/Kundenwissen/Methodenwissen/Faktenwissen) für ein gegebenes Produkt zu externalisieren und im Nachgang eine daraus abgeleitete, angepasste Wissensstruktur der kontextschwachen Wissenstypen zu erstellen*, erarbeitet.

Produktdatenmodelle eignen sich z. B. als Wissensträger. Demzufolge ist die Analyse des Produkts ein möglicher Weg zur Externalisierung dieses Wissens. Die im Rahmen des Workshops durchgeführte Anwendungsevaluation erlaubt eine erste Einschätzung, wie praxisnah die theoretischen Annahmen sind.

Der Workshop wurde an acht Terminen mit je einem wissenschaftlichen Mitarbeiter des Instituts für Konstruktionstechnik und Technisches Design der Universität Stuttgart durchgeführt.

Das zu analysierende Produkt war ein konventioneller Stab-Milchaufschäumer. Der Milchaufschäumer wird elektrisch mit zwei AA-Batterien betrieben. Die Funktionsweise erfolgt über die Wandlung von elektrischer in rotatorische Energie über einen kleinen Elektromotor. Das Produkt ist im Anhang A.7 in zerlegtem Zustand mit der Bezeichnung seiner Komponenten dargestellt.

Die Abbildung des Produkts wurde den Teilnehmern zu Beginn des Workshops zur Verfügung gestellt. Die Teilnehmer konnten sich im zuvor ausgehändigten Handout (siehe Anhang A.7) notwendiges Hintergrundwissen zu der diesem Workshop zugrundeliegenden Methode des generischen Strukturmodells aneignen. Das Handout durfte während der gesamten Durchführung des Workshops verwendet werden. Zusätzlich wurde den Teilnehmern zur inhaltlichen Bestimmung der Wissensinhalte eine Aufgabenstellung ausgehändig. Auf dieser waren neben der detaillierten Darstellung des Produkts auch

Hinweise über den Aufbau der Wissenskarten sowie eine Beschreibung zur Bearbeitung der Aufgabe enthalten (siehe Aufgabenstellung in Anhang A.7).

Der Workshop wurde am Beispiel des kontextschwachen Wissenstyps *Fachwissen*, anhand der ersten 40 Wissenskarten, im zeitlichen Rahmen von ca. zwei Stunden pro Teilnehmer einzeln durchgeführt. Ziel war es, möglichst viele Wissenskarten zu beantworten. Dabei bestimmte jeder Teilnehmer die Bearbeitungsgeschwindigkeit sowie den Detaillierungsgrad seiner Antworten selbst.

Der Workshop war derart gestaltet, dass mit Hilfe des Handouts und der ausgeteilten Aufgabenstellung eine selbstständige Aufgabenbearbeitung möglich war. Während der gesamten Bearbeitungszeit stand eine Ansprechperson für etwaige Rückfragen bei Unklarheiten zur Verfügung. Im Nachgang des Workshops wurde die Visualisierung der Ergebnisse vorgenommen, indem für jeden Teilnehmer eine individuelle SOLL-Wissensbasis aus den beantworteten Wissenskarten erstellt wurde.

Auswertung

Im vorgegebenen Zeitraum von zwei Stunden konnten fünf der acht Teilnehmer alle 40 Wissenskarten beantworten, die restlichen Teilnehmer beantworteten mindestens 29. Wissenskarten. Eine erste Erkenntnis ist, dass die gegebenen Antworten sinngemäß identisch sind. Die zuvor formulierte These (erster Teil), dass mit dieser Methode Produktentwicklungswissen externalisiert werden kann, konnte somit bestätigt werden.

Als problematisch ist bei dieser Methode der erhöhte Zeitaufwand zur Wissenserhebung anzusehen. Dies soll an einer vereinfachten Zeitkalkulation demonstriert werden. Für das Beantworten von 40 Wissenskarten werden ca. zwei Stunden benötigt. Bei Vorliegen von ca. 50-60 Wissenskarten je Wissenstyp (fünf kontextschwache Wissenstypen), ergeben sich je Wissenstyp ca. drei Stunden bzw. für alle Wissenstypen in Summe 15 Stunden. Einlernerffekte bei der Anwendung der Methode werden bei dieser Kalkulation nicht berücksichtigt. Zudem müssen Zeitanteile für die nachträgliche Auswertung sowie die Aufbereitung der Ergebnisse vorgesehen werden.

Des Weiteren sei angemerkt, dass kein direkter *Kontakt* zum Produkt hergestellt wird, denn mit der Methode des *generischen Strukturmodells* ist es nicht vorgesehen, das Produkt zu zerlegen. Nach Aussagen der Teilnehmer fehlt somit der Bezug zum Produkt. Dies birgt die Gefahr, Fragen auf den Wissenskarten falsch zu beantworten, beziehungsweise zu gebende Antworten nicht spezifisch genug auf das jeweilige Produkt auszurichten.

Im nachfolgenden Bild 5.19 ist eine exemplarische Wissenskarte für ein Wissensselement des Fachwissens dargestellt. In dieser wurden die Ergebnisse aus dem Workshop der acht Teilnehmer (TN1 bis TN8) zusammengeführt und ausgewertet. Als Ergebnis soll anhand der Wissenskarte identifiziert werden, ob für die Entwicklung des betrachteten Produkts das in diesem Beispiel gewählte Wissensselement *Festigkeit* notwendig und damit relevant ist. Jeder der Teilnehmer hat die Frage nach der Relevanz mit *Ja* beantwortet und die nachträgliche Analyse, ob die *Antwortrichtung* des Teilnehmers sinnfällig ist, wurde vom Wissensingenieur (Moderator des Workshops) ebenfalls als richtig eingestuft (grünes Quadrat = Ja, rotes Quadrat (nicht dargestellt) = Nein). Eine Überlegung wäre es hier, einen Grenzwert einzuführen, ab welcher Anzahl von Nennungen ein Wissensselement für die Entwicklung eines Produkts relevant ist oder nicht – z. B. im gewählten Beispiel ab sechs von acht Zustimmungen.

Im Kontext dieser Arbeit wird unter einem Wissensingenieur allgemein ein Mitarbeiter verstanden, der ein ausgewiesenes Verständnis und damit über notwendige Kompetenzen des Wissensmanagements verfügt. Die Rolle des Wissensingenieurs und insbesondere Anforderungen an diesen werden in Luft et al. [LUFT12, S. 69 ff.; LUFT17A, S. 4; LUFT17B, S. 209 ff.] ausführlich beschrieben.

Mit den generierten Antworten der Teilnehmer werden eine Vielzahl an Informationen formalisiert, die für die spätere Abfrage, das Vorhandensein von Wissen, herangezogen werden können. In einem neuen thematisch ähnlichen Projekt sollten Mitarbeiter auf einer *oberen* Ebene dann unter anderem Wissen über die Festigkeiten der eingesetzten Werkstoffe besitzen. Auf einer konkreteren Ebene könnte das Vorhandensein durch das Abfragen werkstoffspezifischer Kennwerte im gewählten Beispiel für Kunststoffe und Metalle erfolgen. Aus Sicht des Autors dieser Arbeit müssten dann mindestens spezifische Auffindensorte (DIN-Normen oder Fachpublikationen) benannt werden können, im Optimum sogar die Kennwerte an sich.

Das vom Wissensingenieur zu treffende Fazit für jede Wissenskarte (siehe Bild 5.19) gibt einen Rückschluss darauf, ob die Wissenskarte und damit das betroffene Wissensselement für die weitere Modellierung der SOLL-Wissensbasis herangezogen werden kann.

PDKbench		Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)		KTO	
		Bearbeiter:			
		Version/Datum:		v-03 / 27.11.2015	
FW_1.1.1.1		Relevantes WI?:		ja	nein
Festigkeit					
<u>Spezifizierung:</u> Benennen Sie die Festigkeit aller projektspezifischen Werkstoffe.					
<u>Arbeitsanweisung:</u> Listen Sie die Festigkeit in Bezug zum jeweiligen Werkstoff auf.				Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? „MA“ | „DIN/Dokument“ | „Sonstiges“	
Ergebnisse der Teilnehmer					
TN1	<ul style="list-style-type: none"> Kunststoffe: Zugfestigkeit je nach Werkstoff → Annahme PE → 8-10 N/mm² Metall: vermutlich einfacher Baustahl → St235? → 370 N/mm² 	x	x	Dubbel	
TN2	<ul style="list-style-type: none"> Zugfestigkeit verschiedener Stähle: 300-1000 N/mm² Kunststoffe Zugfestigkeiten: 40-160 N/mm² 	x	DIN 1651 DIN17221 DIN EN 10025, 10113, 10083, 10084, 53455	Materialdatenbank Schweizerfrn.de Hugtechnik.com	
TN3	<ul style="list-style-type: none"> Kunststoffe ca. 40-50 N/mm² Stahl (niederlegiert) ca. 200-300 N/mm² 	x	x	Werkstoffkunde-Literatur	
TN4	<ul style="list-style-type: none"> Druckfestigkeit des Gehäuses (1) Biegefestigkeit des Schäumelements (2) Dauerfestigkeit des Schäumelements (2) Knickfestigkeit des Schäumelements (2) Dauerfestigkeit der Federn (8)/(9) Dauerfestigkeit der Wellen-Naben-Verbindung zwischen Schäumelement (2) und Motor (7) 	x	DIN 743 FKM-Richtlinie		
TN5	<ul style="list-style-type: none"> Stahl: E-Modul: 210.000 N/mm² Kunststoff: E-Modul: 1,3-1,8 kN/mm² (bei Polypropylen) 		EN 10027-1/ EN 10027-2, DIN EN ISO 1873-1		
TN6	<ul style="list-style-type: none"> Gehäuse (Kunststoff: PA): 50 MPa Schäumelement (Edelstahl / nicht rostend): 500-700 MPa Verschlusskonnektor / Stellriegel: siehe Gehäuse Schrauben: 640 MPa Abdichtung ca. 50 MPa (!keine genauen Angaben → Dauerwerte) Antrieb → Gehäuse 500 MPa Feder / Klebeband: 50 kPa 	x		Tabellen ...	
TN7	<ul style="list-style-type: none"> Kunststoffe: Gehäuse und Riegel (PE): 20 N/mm², Dichtung (EPDM/NBR): 15 N/mm² Metall: Schrauben → Zugfestigkeit 600 N/mm², Schäumelement → Zugfestigkeit ca. 500 N/mm², Feder ca. 1400 N/mm² 	x	Tabellenbuch Metall	Zulieferer	
TN8	<ul style="list-style-type: none"> Kunststoffe (PA6 → 80/45 MPa; POM → 65 MPa) Metalle (V2A → 650 MPa) 		x	x	
Zusammengeführtes Ergebnis durch Wissensingenieur					
✓	<ul style="list-style-type: none"> 8/8 Wissenskarten wurden mit „ja“ beantwortet. 8/8 Wissenskarten wurden durch den Wissensingenieur als „richtig beantwortet“ bewertet. 				
Fazit/Analyse					
✓	<ul style="list-style-type: none"> Fragestellung wurde von Teilnehmern verstanden. Festigkeitseigenschaften des Produkts können von Teilnehmern benannt werden. 				

Bild 5.19: Exemplarisch ausgewertete Wissenskarte für das Fachwissen

In einer anschließenden Synthesephase geht es um die Erarbeitung der notwendigen SOLL-Wissensbasis. Hierzu wird nachfolgend beispielgebend das Ergebnis für den Wissenstyp Fachwissen in einer vereinfachten grafischen Netzdarstellung anhand der ersten acht Wissenskarten eines Teilnehmers dargestellt (siehe Bild 5.20).

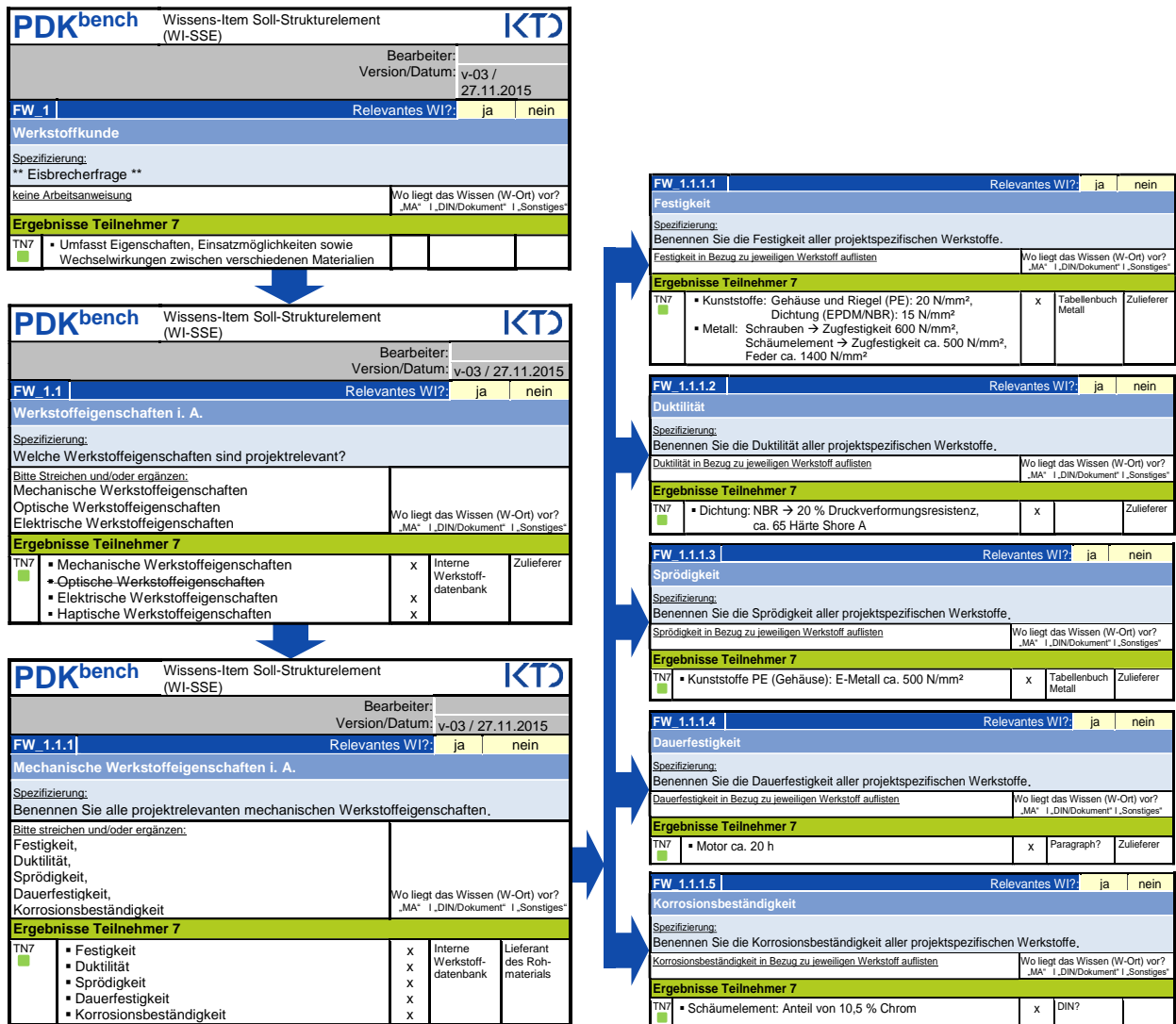


Bild 5.20: Vorgehensweise zur vereinfachten grafischen Netzdarstellung (Auszug) des externalisierbaren Wissens mittels Karteikarten für den Wissenstyp Fachwissen am Konsumgut Milchaufschäumer

Werden alle Wissenskarten je Wissenstyp in Form einer vereinfachten grafischen Netzdarstellung angeordnet, ergibt dies das generische Strukturmodell. Dieses spiegelt in einer strukturierten Abbildung das Produktentwicklungswissen, das zur Entwicklung und Herstellung des zugrundeliegenden Produkts notwendig ist, wider. Hierbei sei angemerkt, dass es nicht nur eine Lösung für ein Strukturmodell gibt. Je nach Intensität der Produktanalyse und der Teilnehmer kann dieser Stand variieren. Es wird aber schnell, einfach und strukturiert deutlich, welches Wissen zur Entwicklung eines Produkts notwendig ist. Dazu ist das Wissen spezifisch, intensiv und detailreich.

Evaluationsergebnis

Aufbauend auf den Erkenntnissen des Workshops lässt sich festhalten, dass die Methode *generisches Strukturmodell* gut geeignet ist, um Produktentwicklungswissen bezüglich eines spezifischen Produkts zu externalisieren. Aufgrund der Strukturierung der Wissenskarten ist es möglich, das Produkt aus verschiedenen Blickwinkeln und in verschiedenen Ebenen geordnet zu betrachten. Somit entsteht am Ende der Analyse ein strukturiertes, hierarchisches Abbild über das Wissen, welches in einem Produkt *beinhaltet ist*. Anhand der vereinfachten grafischen Darstellung (semantisches Netz) ist das Wissen nach Detaillierungsgrad geordnet und kann, je nachdem in welcher Ebene des Detaillierungsgrads es benötigt wird, einfach abgefragt werden.

Kritisch sei angemerkt, dass der Zeitbedarf der angewandten Untersuchungsmethode linear mit der Komplexität des zu analysierenden Produkts steigt. Darüber hinaus könnten Wissenskarten bei nicht eindeutiger Fragestellung falsch beantwortet werden. Dies gilt es, durch eindeutige Formulierungen zu vermeiden. Bei der Anwendung der Methode kann es hilfreich sein, ein physisches Produktmodell vorliegen zu haben.

Abschließend besteht Optimierungsbedarf bei der Anwendung der Wissenskarten. Je nach Vorlieben der Teilnehmer sollte im Vorfeld geklärt werden, ob mit den Wissenskarten Inhalte vom *allgemeinen Wissen* bis hin zum *Detailwissen* erhoben werden, oder umgekehrt. Vereinzelt hatten Teilnehmer geäußert, dass eine umgekehrte Bearbeitungsreihenfolge dabei helfen könnte, bei zwei aufeinanderfolgenden Wissenskarten nicht jeweils die gleiche Antwort zu geben. In diesen Fällen ging erst die zweite Karte mehr ins Detail. Eine denkbare Abhilfe wäre es, wenn die Teilnehmer bei einer erstmaligen Auseinandersetzung mit allen Wissenskarten vor der Bearbeitung die Reihenfolge selbst festlegen.

Ausführliche Ergebnisse zur dargestellten Methode aus Sicht der Teilnehmer wurden zusammengefasst und werden nachfolgend mit evaluationsspezifischen Fragestellungen vorgestellt. Die Fragen wurden aus den grundsätzlichen Anforderungen (A1-A20) in Tabelle 3.1 abgeleitet. Das eigene Fazit ist kursiv dargestellt.

Welchen Gesamteindruck haben Sie von der vorgestellten Methode? [A15, A9]

Die Methode wird allen Teilnehmern als geeignet angesehen, um ein detailliertes Betrachten eines Produkts zu ermöglichen. Einer der Teilnehmer sieht insbesondere einen Vorteil darin, dass Einzelaspekte eines Produkts unabhängig voneinander betrachtet werden können. Ein weiterer Teilnehmer sieht die Vorgehensweise einer geführten Betrachtung des Produkts mit den Wissenskarten als zweckmäßig an, um das zu analysierende Produkt aus verschiedenen Betrachtungswinkeln zu sehen. Die resultierende Detailtiefe bedarf aus Sicht von vier Anwendern eines entsprechenden Zeitbedarfs und erscheint dadurch zeitaufwendiger. Zwei der acht Teilnehmer betonen die gute und strukturierte Vorgehensweise der Methode. Ein wieder anderer Teilnehmer betont dies ebenfalls, war allerdings bei der Reihenfolge der Elemente teils verwundert. Diese Verwunderung konnte in einem

anschließenden Gespräch jedoch geklärt werden. Die Ursache der Verwunderung war in einer abweichenden Sichtweise der Begriffshierarchien begründet.

Fazit: Zusammenfassend wird die Methode als geeignet angesehen, um das zur Entwicklung eines Produkts notwendige Wissen in einer sehr hohen Detailtiefe zu erheben. Hierzu wird ein äquivalenter Zeitbedarf gesehen.

Sind die einzelnen Schritte der vorgestellten Methode in der Abfolge logisch nachvollziehbar? [A6]

Sieben der acht Teilnehmer geben explizit an, dass die einzelnen Schritte der vorgestellten Methode in sich logisch sind. Es wird hierbei von *grob* (übergeordnete Domäne) bis zu *fein* (Werkstoffkennwerte) vorgegangen. Das Handout und die Aufgabenstellung unterstützen dieses Vorgehen. Hilfreich könnte es sein, so der Hinweis eines Teilnehmers, für das teilweise „Springen“ innerhalb der Wissenskarten ein Übersichtsbild anzubieten. Bezüglich der auszufüllenden Spalte „MA/DIN/Sonstiges“ bestand bei einem Teilnehmer Unklarheit, ob dieser Aspekt nur einmal oder mehrfach (für jeden genannten Eintrag) ausgefüllt werden muss. Diese Frage konnte innerhalb des Workshops jedoch direkt beantwortet werden. Lediglich ein Teilnehmer sieht die Abfolge der Schritte nicht immer als logisch nachvollziehbar an. Als Beispiel wird genannt, dass für die Identifikation relevanter Werkstoffeigenschaften eventuell zuerst die Funktion/das Konstruktionselement betrachtet werden sollte. In einem abschließenden Gespräch stellte sich jedoch heraus, dass die zur Verfügung gestellten Karten nicht in der richtigen (angebotenen) Reihenfolge durch den Anwender zum Einsatz kamen.

Fazit: Die einzelnen Schritte der vorgestellten Methode sind in der Abfolge logisch nachvollziehbar und ermöglichen eine Analyse des Produkts, beginnend bei einer übergeordneten Ebene des Produkts bis zu einer Detailbetrachtung.

Sind die einzelnen Schritte innerhalb der Methode in sich verständlich? [A6-A8]

Alle Teilnehmer stufen die einzelnen Schritte der Methode im Wesentlichen als in sich verständlich ein. Unterstützt wird dies aus Sicht der Teilnehmer durch die jeweils konkreten Fragestellungen. Hinweise zur Weiterentwicklung der Methode wurden folgendermaßen gegeben: Ein paar wenige Begriffe waren leicht verwirrend und können daher noch eindeutiger formuliert werden. Hilfreich könnte es zudem sein, den geforderten Detaillierungsgrad im zweiten Schritt beispielhaft zu verdeutlichen. Im Nachgang wurden die zuvor angesprochenen Begriffe in Rücksprache mit dem Teilnehmer identifiziert und entsprechend abgeändert.

Fazit: Die einzelnen Schritte innerhalb der Methode sind in sich gut verständlich und konnten gut bearbeitet werden.

Ist die Methode in sich redundanzfrei? [A10]

Vier der acht Teilnehmer stufen die Methode als in sich redundanzfrei ein. Drei Teilnehmer sehen die Methode zum größten Teil als redundanzfrei an. Redundanz wird dabei von einem Teilnehmer in der Trennung der zu betrachtenden Bereiche „Werkstoffe im Allgemeinen“ und „projektspezifische Werkstoffe“ gesehen. Im Nachgang konnte diese Anmerkung in Diskussion mit dem Teilnehmer in einer eindeutigen definitorischen Abgrenzung der beiden Begriffe umgesetzt werden. Darüber hinaus kann der Eindruck entstehen, dass einzelne Aspekte doppelt bearbeitet werden. Dieser Eindruck kann entstehen, wenn übergeordnete Fragen zu detailliert bearbeitet werden und zu einem späteren Zeitpunkt bei der Detailbetrachtung „gefühl wiederholt“ werden.

Ein weiterer Teilnehmer sieht die Methode als nicht redundanzfrei an, da je nach Detaillierungsgrad gleiche Wissens Elemente auf unterschiedlichen Ebenen vorkommen können. Aus Sicht dieses Teilnehmers hilft es aber, während der Bearbeitung „Karten vorzublättern“ und so ein „Gefühl“ für das Detaillierungsniveau der Karte zu erlangen. Mit diesem Vorgehen können gefühlte Redundanzen dann sogar vermieden werden.

Fazit: Die Hälfte der Teilnehmer stuft die Methode als redundanzfrei ein. Die andere Hälfte der Teilnehmer sieht vereinzelte Redundanzen, die jedoch in vertretbarem Rahmen auftreten und mit der individuell wahrgenommenen Detailtiefe der jeweiligen Abfragekarte einhergehen. Es kann angenommen werden, dass mit ein wenig Routine und der Kenntnis der allgemeinen Struktur der Abfragekarten die Methode in sich weitestgehend redundanzfrei angewendet werden kann.

Ist die Methode in sich widerspruchsfrei? [A11]

Alle Teilnehmer bestätigen, dass die Methode als widerspruchsfrei angesehen werden kann.

Fazit: Die Methode ist in sich widerspruchsfrei.

Ist die Methode in sich vollständig? [A3-A5, A8, A12]

Vier der acht Teilnehmer bestätigen, dass die Methode vollständig ist. Die Methode scheint einen guten Überblick über das benötigte Wissen zu geben. Ein Teilnehmer gibt ausdrücklich an, dass ihm

beim Durchsehen der Abfragekarten kein explizit fehlender Bereich aufgefallen ist. Ein weiterer Teilnehmer setzt die Vollständigkeit der Methode in Korrelation mit der Befähigung des Anwenders und stuft die Ergebnisse damit als stark personenabhängig ein. Dies bestätigt die allgemeine Empfehlung, dass Gruppen immer möglichst interdisziplinär zusammengesetzt sein sollten und auf eine ausreichende Fachexpertise der Beteiligten geachtet werden sollte. Drei der acht Teilnehmer können nach der Teilnahme des Workshops noch keine abschließende Beurteilung hinsichtlich einer Vollständigkeit abgeben. Zwei dieser Teilnehmer begründen dies damit, dass mit diesem einen Anwendungsfall noch nicht genug eigene Erfahrungen gesammelt werden konnten. Der dritte Teilnehmer schränkt seine Aussage dahingehend ein, dass für das im Workshop betrachtete Produkt die Methode fast „überbestimmt“ wirkt, an sich aber vollständig erscheint.

***Fazit:** Die Methode wird grundsätzlich als vollständig eingestuft. Jedoch wünscht sich die Hälfte der Teilnehmer mehr Erfahrung im Umgang mit der Methode, um eine abschließende Vollständigkeit der Methode bestätigen zu können.*

Sind das entwickelte Strukturmodell und die hieraus abgeleiteten Wissenskarten Ihrer Meinung nach für die Erarbeitung eines SOLL-Wissensstands anwendbar und geeignet? [A7-A9]

Alle Teilnehmer stufen das entwickelte Strukturmodell und die hieraus abgeleiteten Wissenskarten als anwendbar und geeignet ein, um den SOLL-Wissensstand für ein Produkt zu erarbeiten. Zwei Teilnehmer sehen die angebotene Vorgehensweise insbesondere als geeignet an, um ein tiefergehendes Verständnis über ein Produkt zu erlangen. Ein Teilnehmer sieht einen wesentlichen Vorteil in der schrittweisen Vorgehensweise, die ein strukturiertes Vorgehen anbietet und das Wissen übersichtlich nach Kategorien und Themen darstellen lässt. Ein weiterer Teilnehmer schätzt die gezielten Anweisungen auf den Karten als sehr wertvoll ein, da hierdurch immer klar ist, was zu tun ist. Als nicht optimal bei der Anwendung der Vorgehensweise kann nach Aussage von zwei Teilnehmern der höhere Zeitaufwand zur Durchführung gesehen werden. Dies könnte bei der Anwendung auf noch komplexere Produkte ein Hindernis darstellen. Ein weiterer Hinweis besteht darin, dass der Faktor Mensch nicht zu vernachlässigen sei.

***Fazit:** Das entwickelte Strukturmodell und die hieraus abgeleiteten Wissenskarten werden von allen Teilnehmern als anwendbar und geeignet angesehen. Bei höher komplexen Produkten ist mit einem steigenden Zeitbedarf zu rechnen.*

Wie gut schätzen Sie die Unterstützung von Wissensingenieuren bei der Anwendung der Methode bei der Erarbeitung eines SOLL-Wissensstands ein? [A14, A19]

Die Unterstützung bei der Anwendung der Methode zur Erarbeitung eines SOLL-Wissensstands wird von allen Teilnehmern als gut bis sehr gut angesehen. Durch die schrittweise Erfassung und Strukturierung des Wissens ist eine höhere Vollständigkeit der erhobenen Daten durch den Anwender zu erreichen, als bei einem „einfachen Auflisten bzw. Brainstorming“. Zwei Teilnehmer sehen insbesondere in der strukturierten bzw. systematischen Vorgehensweise einen Aspekt, der zur Mitarbeit motiviert. Ebenfalls erspart diese Arbeitsweise „Zeit für Überlegungen, was zu tun ist“. Ein Teilnehmer erachtet die Methode als gut unterstützend, vermutet aber, dass eine regelmäßige Anwendung der Methode erforderlich sei, um eine gewisse Routine in dieser Methodenanwendung erlangen. Ein weiterer Teilnehmer empfiehlt, gegebenenfalls einen Überblick über die wesentlich zu bearbeitenden Dimensionen zu geben, eventuell in Form eines Bildes. Grundsätzlich werden die Dimensionen aber durch die Wissenskarten als gut operationalisiert angesehen.

***Fazit:** Wissensingenieure werden durch die Anwendung der Methode bei der Erarbeitung eines SOLL-Wissensstands gut unterstützt. Wie bei jeder Methodenanwendung wird auch hier erwartet, dass eine gewisse Expertise bei der Anwendung der Methode von Vorteil sein kann.*

Welchen Mehrwert/Nutzen bietet die hier vorgestellte Methode Ihrer Meinung nach? [A2, A19]
Welche (messbaren) Effekte können sich Ihrer Meinung nach ergeben?

Alle Teilnehmer sehen einen deutlichen Mehrwert/Nutzen bzw. messbare Effekte. Drei Teilnehmer betonen insbesondere, dass durch die Anwendung der Methode, eine hohe „Beschäftigung“ mit dem Produkt erfolgt und sich das Verständnis für dieses erhöht. Die „geführte Betrachtung eines Produkts“ bietet unterschiedliche „Betrachtungswinkel“. Es wird vermutet, dass sich so Abhängigkeiten von einzelnen Entwicklern verringern lassen. Ein zentraler und oft genannter Aspekt stellt die Wissensdokumentation an sich dar. Das Vorgehen ermöglicht es, das für eine Produktentwicklung benötigte Wissen zu erfassen, vorhandenes Wissen der Mitarbeiter mit dem erforderlichen Wissen der Mitarbeiter abzugleichen, Hinweise bezüglich der richtigen Teammitglieder zu geben (Wer steuert welches benötigte Fachwissen bei?), die Wissensdokumentation zu vereinheitlichen (Semantische Netzwerke werden als Motivation für Mitarbeiter angesehen.), erfasstes Wissen bei der Erstellung einer Produktdokumentation zu nutzen (Es werden sämtliche Informationen zum Produkt während der

Anwendung der Methode gesammelt.) sowie auch Doppelarbeit bei der Entwicklung ähnlicher Produkte im Unternehmen zu vermeiden, indem Wissensstände in Unternehmen abgeglichen werden.

Fazit: Ein wesentlicher Mehrwert der Methode wird in den strukturiert erfass- und ablegbaren Wissensinhalten gesehen sowie dem Aufbau eines tiefergehenden Produktverständnisses und den damit einhergehend benötigten Wissensinhalten zur Entwicklung eines Produkts.

Allgemeines Feedback?

Das allgemeine Feedback der Teilnehmer lässt sich in zwei wesentliche Aspekte gliedern, die hier zusammenfassend wiedergegeben werden und sich teilweise gegenseitig beeinflussen.

Methode/Workshop [A17]:

Das im Workshop angebotene methodische Vorgehen zur Nutzung eines generischen Strukturmodells mit abgeleiteten Wissenskarten stellt aus Sicht der Teilnehmer eine gute und anwendbare Methode dar, die zu sichtbaren Ergebnissen führt. Zwei Teilnehmer sehen insbesondere in der eingängigen strukturierten Analyse des Produkts und der für den Anwender logisch nachvollziehbaren Methode einen Mehrwert bei der Identifikation von Wissen in der Produktentwicklung. Ein weiterer Teilnehmer merkt an, dass die Wissenskarten auch durch eine Gruppe ausgefüllt werden könnten (bisher Einzelarbeit), die aus Spezialisten verschiedener Fachbereiche bestehen sollte. Durch dieses Vorgehen sollen Fehler vermieden und die Anzahl vergessener Punkte reduziert werden. Zudem wurde im Anschluss an den Workshop mit den Teilnehmern der Einsatz einer softwareunterstützten Methode diskutiert. Dies könnte aus Sicht der Teilnehmer eine sinnvolle Erweiterung darstellen. Lediglich ein Teilnehmer hätte sich während der Bearbeitung noch mehr Beispiele gewünscht.

Zeitumfang/Bearbeitungsumfang [A9]:

Einer der acht Teilnehmer sieht den Aufwand für die Bearbeitung der Methode als recht hoch an und stellt sich die Frage, ob dieser für Unternehmen realisierbar wäre. Ein weiterer Teilnehmer benennt die Dauer der Methode als „okay“, merkt aber ebenfalls an, dass diese nicht länger sein sollte. Alle anderen Teilnehmer äußern sich nicht explizit zu dem zeitlichen Bearbeitungsumfang. Aus den ergänzenden Anmerkungen lässt sich jedoch schließen, dass zumindest drei weitere Teilnehmer noch Optimierungspotenzial in der Handhabung sehen. Es wird vorgeschlagen, die tatsächlichen Werkstoffkennwerte einzuschränken oder gegebenenfalls im Nachhinein recherchieren zu lassen. Gleiches könnte für Normen gelten.

5.2.2.3 SOLL-Wissensbasis mittels Brainstorming-Analyse für ein Produkt

Bei der Bestimmung der SOLL-Wissensbasis mittels einer Brainstorming-Analyse für ein Produkt wird davon ausgegangen, dass Produkte als *externalisierte* Träger von Produktentwicklungswissen angesehen werden können.

Es ist ein Workshop entstanden, in dem die Frage beantwortet wird, welches Wissen/welche Informationen unter anderem in einer Produktdarstellung enthalten sein können. Die im Zusammenhang mit diesem Workshop durchgeführte Unterstützungsevaluation erlaubt eine erste Einschätzung, ob sich realitätsnahe Wissens Elemente des Produkts für eine zugehörige SOLL-Wissensbasis ergeben. Bild 5.21 zeigt das zugrundeliegende Vorgehen zur Externalisierung der SOLL-Wissensbasis.

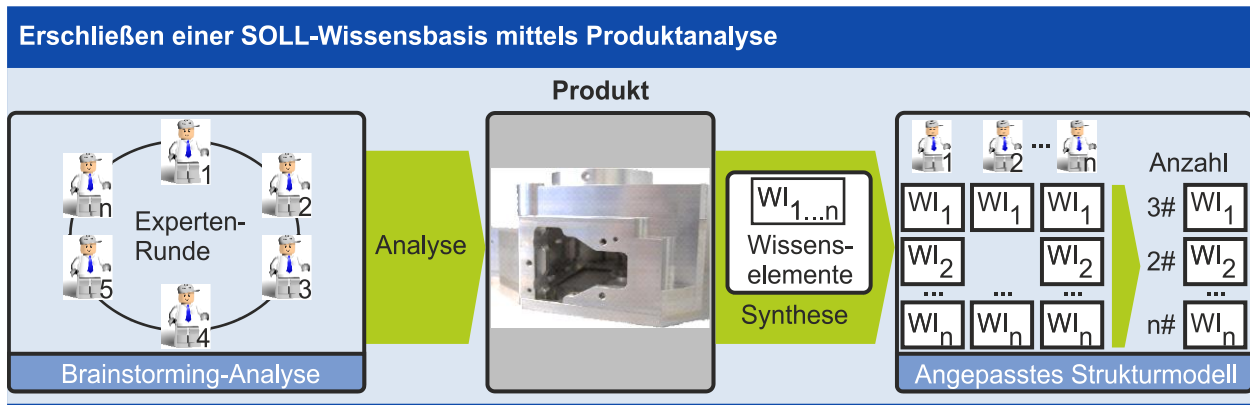


Bild 5.21: Vorgehen zum Erschließen einer SOLL-Wissensbasis anhand einer durchgeführten Analyse eines Produkts im Expertenteam

In einem ersten Schritt (Analyse) erfolgt eine *Brainstormingrunde* mit Experten, in der das vorliegende Produkt im jeweils verfügbaren physischen Zustand (bspw. reales Produkt oder Zeichnungen) analysiert wird. In einem zweiten Schritt (Synthese) werden die benannten Wissens-elemente geclustert und können je nach weiterer Verwendung entweder nach der Häufigkeit ihrer Nennung für eine SOLL-Wissensbasis als relevant eingestuft werden oder auch in Anlehnung an das erarbeitete generische Strukturmodell in Form eines semantischen Netzes aufbereitet werden.

Das konkrete Vorgehen wird anhand des durchgeführten Workshops nachstehend erläutert.

5.2.2.4 Workshop zur Bestimmung einer SOLL-Wissensbasis mittels Brainstorming-Analyse für ein Produkt (Unterstützungs-/Anwendungsevaluation)

Den theoretischen Grundgedanken aufgreifend, nach dem sich das in Produkten immanente Wissen mittels einer Brainstorming-Analyse externalisieren lässt, wird in diesem Kapitel das Vorgehen auf Basis eines Workshops vorgestellt und mit einer begleitenden Unterstützungs-/Anwendungsevaluation bewertet.

Workshop: Teilnehmer und Aufgabenstellung

Der Workshop wurde mit fünf Teilnehmern des universitären Umfelds abgehalten, die jeweils Kernkompetenzen im Bereich des Wissensmanagements vorzuweisen haben (2x Dipl.-Ing. des Instituts für Konstruktionstechnik und Technisches Design, 1x M.Sc. / 1x Dipl.-Kfm. techn. / 1x Dr. des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik).

Als Produkt wurde ein Pleuel eines Verbrennungsmotors aus EN-GJS-450-10 gewählt, dessen Produktdarstellungen analysiert werden sollten. Dabei handelte es sich zum einen um eine 2D-Fertigungszeichnung eines gekröpften Pleuels (siehe Bild 5.22) und zum

anderen um ein 3D-Modell eines nicht gekröpften Pleuels (siehe Bild 5.23).

Anhand dieser beiden Produktdarstellungen sollten Erkenntnisse abgeleitet werden, welche Informationen im Produkt enthalten sind. Aufgrund der zu kleinen Erhebungsmenge (lediglich zwei Produktdarstellungen eines fast identischen Produkts), können keine gesicherten Erkenntnisse abgeleitet werden, ob einer 2D-Produktdarstellung grundsätzlich andere Informationen entnommen werden können als einer 3D-Produktdarstellung.

2D-Darstellung eines gekröpften Pleuels

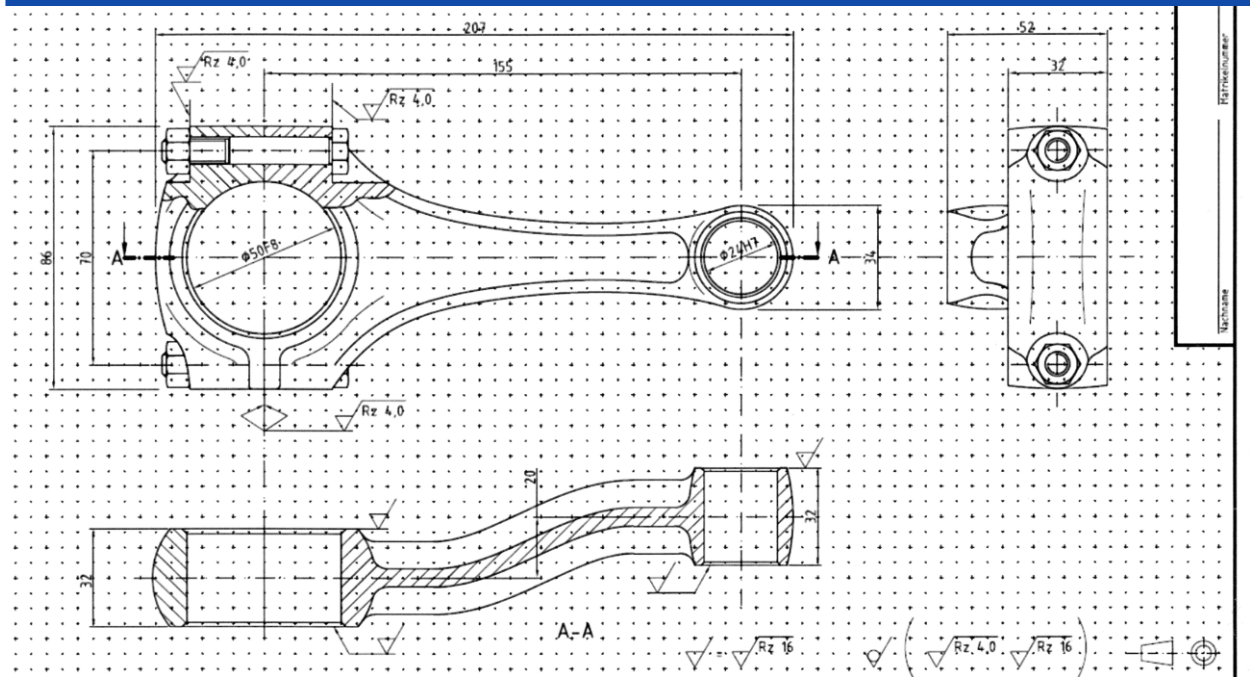


Bild 5.22: Fertigungszeichnung eines gekröpften Pleuels

3D-Darstellung eines nicht gekröpften Pleuels



Bild 5.23: Pleuel (nicht gekröpft)

Die Analysedauer im Workshop betrug für beide Produktdarstellungen zusammen 30 Minuten.

Zentrale Workshop-Analysefrage:

„Welches Wissen aus dem Konstruktionsprozess ist in den vorliegenden Produktdarstellungen enthalten?“

Ergebnis der Analysephase hinsichtlich des beinhalteten Wissens

Es konnte festgestellt werden, dass die Teilnehmer unterschiedliche Wissensstände bzgl. des Untersuchungsobjekts vorzuweisen hatten. Jeder Teilnehmer war in der Lage, eine *bestmögliche* Analyse durchzuführen. Dabei wurden nicht zwangsweise immer beide ausgehändigten Dokumente analysiert. Nachfolgend wird exemplarisch die Analyse eines Teilnehmers (Teilnehmer 1) betrachtet. Dieser Teilnehmer hat Aussagen sowohl zur 2D-Fertigungszeichnung wie auch zum 3D-CAD-Modell getroffen. Mit seiner Expertise, die er durch seine Tätigkeit im Umfeld des Wissensmanagements mitbringt, gelingt es Teilnehmer 1 innerhalb seiner Analyse direkte Bezüge zu dem in den Produktdarstellungen enthaltenen Wissen herzustellen. Dies wird in Bild 5.24 und Bild 5.25 ersichtlich, in denen er jeweils „Wissen über ...“ als in den Produktdarstellungen enthaltene Informationen identifiziert und diese in Schriftform externalisiert.

Eine Analyse hinsichtlich aller erarbeiteten Ergebnisse folgt im nächsten Abschnitt.

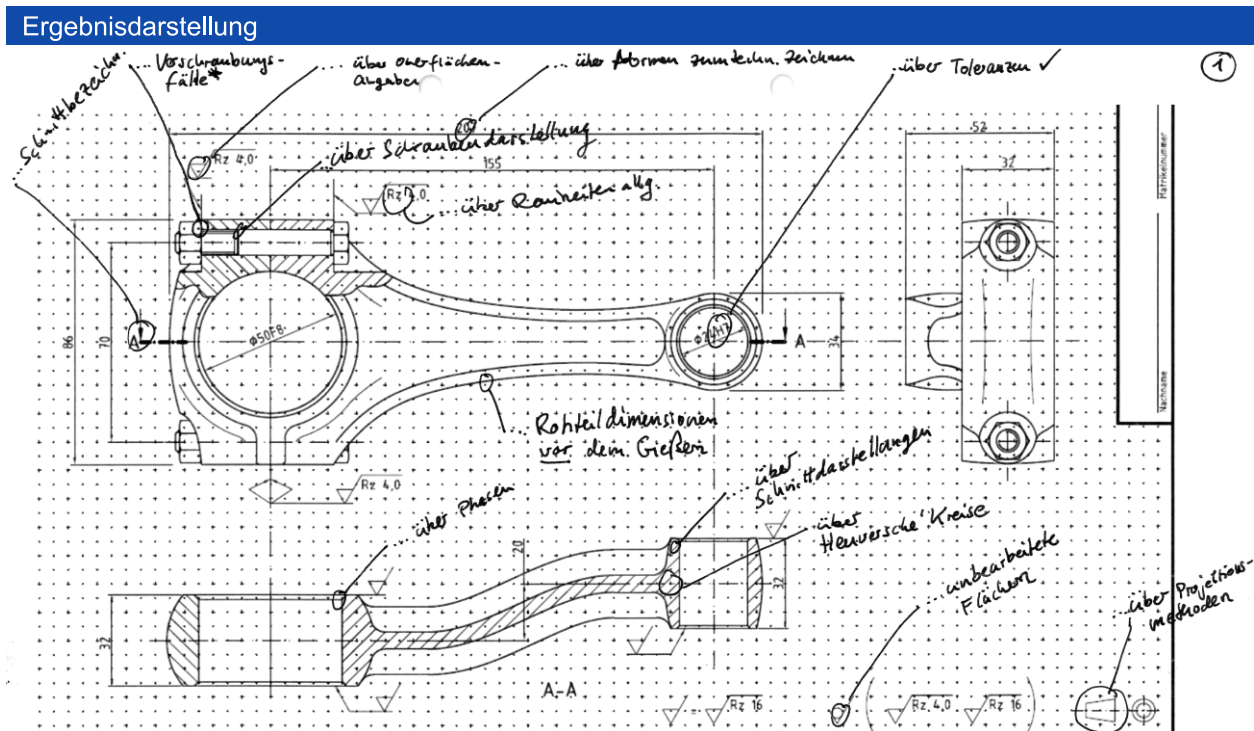


Bild 5.24: Analyse der 2D-Produktdarstellung (Teilnehmer 1)

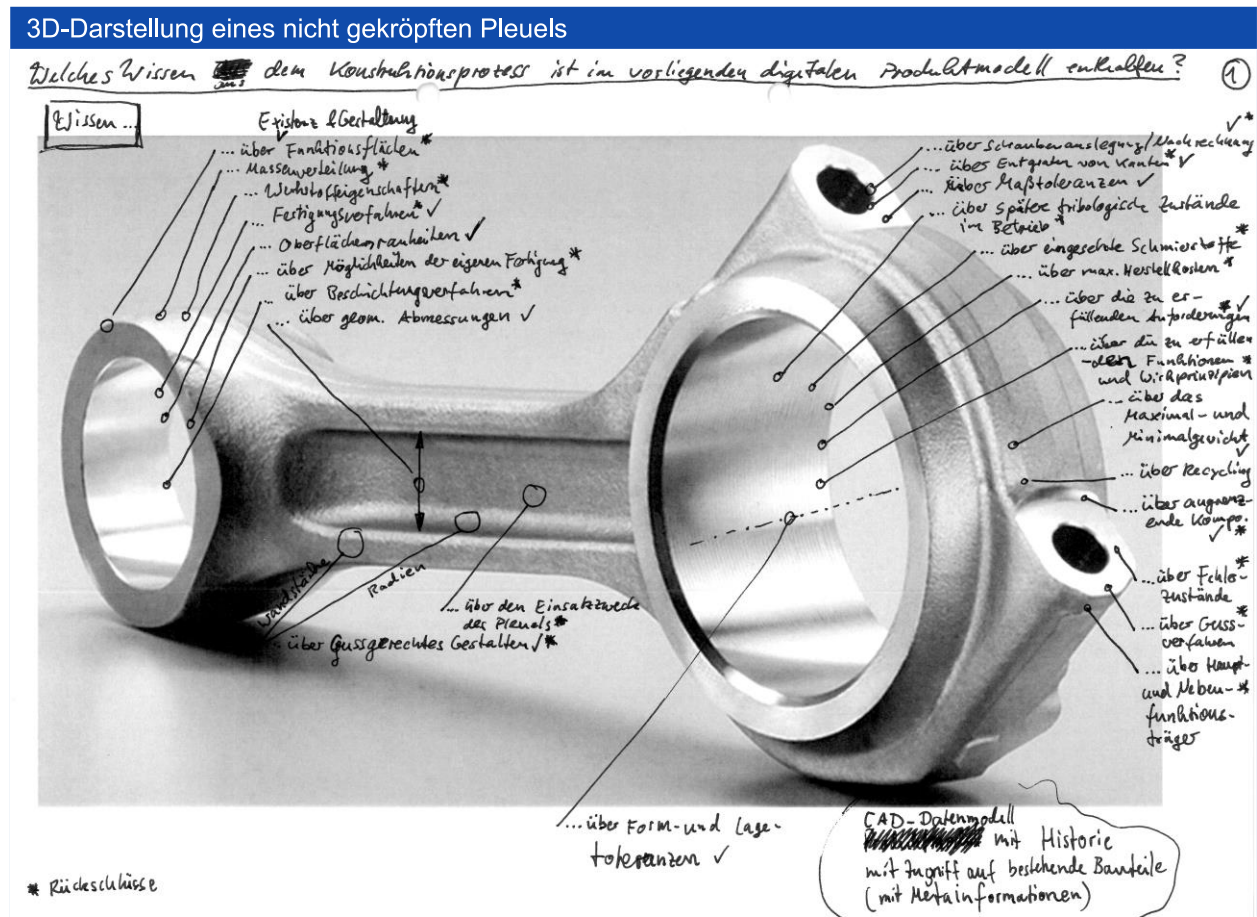


Bild 5.25: Analyse der 3D-Produktdarstellung (Teilnehmer 1)

Synthesephase – SOLL-Wissen für analysierte Produktdarstellungen

In diesem Abschnitt wird untersucht, welche Informationen aus den Produktdarstellungen (2D und 3D) insgesamt externalisiert werden konnten und des Weiteren, welche Informationen mehrfach genannt wurden.

Analyse der Produktdarstellungen – SOLL-Wissensbasis aus priorisierter Nennung	Anzahl
Wissen über Oberflächenrauheiten/-güte	5
Wissen über Form- und Lagetoleranzen	4
Wissen über Radien	4
Wissen über Fertigungsverfahren	4
Wissen über Schrauben (Typ, wirkende Kräfte, Anzahl, Berechnungsverfahren, ...)	4
Wissen über Bohrungen	4
Wissen über Abmessungen (LxBxH), Bauraum und räumliche Zusammenhänge	4
Wissen über Anschlussgeometrien und Anschlusskomponenten	4
Wissen über Belastbarkeit/Beanspruchungen	4
Wissen über Werkstoff (Art und Eigenschaften)	4
Wissen über Fasen (Abmessungen, Herstellverfahren, Verfahren zum Entgraten, ...)	3
Wissen über gussgerechtes Gestalten (Formschrägen, Wandstärke, Rippen, ...)	3
Wissen über Einsatzzweck	3
Wissen über Montierbarkeit/Verbaubarkeit	3
Wissen über Passungen	2
Wissen über Verschleiß und Tribologie	2

Wissen über Funktionsflächen (Existenz, Aufgabe, Gestaltung, ...)	2
Wissen über Kraftverläufe, Kraftübergänge und Hebelkräfte-/momente	2
Wissen über Gewichtsoptimierung, Massenverteilung, Max./Min.-Gewicht	2
Wissen über Kosten (in Bezug zu Aufwand, Komplexität, ...)	2
Sonstiges Wissen mit nur einer Nennung	
Wissen über Maßtoleranzen	1
Wissen über Möglichkeiten der eigenen Fertigung (im Unternehmen)	1
Wissen über Beschichtungsverfahren	1
Wissen über eingesetzte Schmierstoffe	1
Wissen über die zu erfüllenden Anforderungen	1
Wissen über die zu erfüllenden Funktionen und Wirkprinzipien	1
Wissen über Haupt- und Nebenfunktionsträger	1
Wissen über Recycling	1
Wissen über Rohteildimensionen vor dem Gießen	1
Wissen über Heuversche Kreise	1

Tabelle 5.8: SOLL-Wissen für analysierte Produktdarstellungen des Pleuels

Wie im vorangegangenen Abschnitt dargelegt, wird keine Aussage getroffen, inwiefern die externalisierbaren Informationen von der Repräsentationsart der Produktdarstellung (2D oder 3D) abhängen. Tabelle 5.8 listet alle Informationen auf, die aus Sicht der Workshop-teilnehmer den Darstellungen direkt entnommen werden können, bzw. welche Rückschlüsse auf das Produkt möglich sind.

Aus Sicht der Teilnehmer des Workshops handelt es sich um Informationen/Wissen, die/das bei einer erneuten (Anpass-)Konstruktion eines Pleuels eines Verbrennungsmotors notwendig sind/sei. Die in Tabelle 5.8 erarbeiteten Wissens Elemente repräsentieren damit den für die gewählten Produktdarstellungen externalisierbaren SOLL-Wissensstand. Je nach Intensität der Analyse und der Teilnehmer variiert dieser Stand. Aus Sicht der Teilnehmer kann ein so erarbeiteter SOLL-Wissensstand zur Überprüfung eines vorherrschenden IST-Wissensstands herangezogen werden, in dem das Vorhandensein des geforderten Wissens (SOLL) durch geeignete Befragungstechniken überprüft wird.

Fazit

Die Ergebnisse des Workshops erlauben den Schluss, dass sich Produktdarstellungen als Träger des im Unternehmen vorhandenen Produktentwicklungswissen eignen. Mittels der Analyse der Darstellungen lassen sich Wissenstypen mit vorwiegend impliziten Charakter externalisieren und somit für das Unternehmen erheben. Grundsätzlich können nicht mehr Erkenntnisse generiert werden, wie die einzelnen (Fach-)experten besitzen. Daher ist ein besonderes Augenmerk auf die Zusammensetzung der Gruppe zu legen.

Es gilt zu beachten, dass die angewandte Untersuchungsmethode des Workshops aufgrund der fünf durchgeführten Brainstormings nicht die breite Masse der Anwender

repräsentiert. Die Anzahl der Teilnehmer eignet sich jedoch zur Erhebung einer Stichprobenaussage. Aussagen der Funktionalität (im Sinne der Unterstützungsevaluation) sowie der Anwendbarkeit (Anwendungsevaluation) können jedoch, oder gerade eben, in einem ersten Eindruck wiedergegeben werden.

5.2.2.5 SOLL-Wissensbasis mittels (Product) Reverse Engineering

Als eine weitere Methode zur Bestimmung der SOLL-Wissensbasis eines Produkts werden als Nächstes *angepasste Schritte* des Reverse Engineering vorgestellt. Frei aus dem Englischen übersetzt, kann das Reverse Engineering als ein umgekehrtes, zerlegendes und nachbauendes Konstruieren von Produkten verstanden werden. Entgegen dem *klassischen Vorgehen* in der Produktentwicklung (vgl. beispielsweise [Pahl07]), vom Abstrakten hin zum Konkreten, gestaltet sich das Reverse Engineering entsprechend entgegengerichtet.

In der Literatur existieren eine Vielzahl an Definitionen und Einsatzzwecken, die je nach Kontext verschieden sind. Calderon [CALDERON10, S. 1251] bietet hierzu eine Übersicht, in der das Reverse Engineering beispielsweise im Umfeld der akademischen Lehre Aktivitäten zur Wissensvermittlung (Methoden zur Produktanalyse) beinhaltet, im Bereich der Flächenrückführung CAX-basierte Scansysteme umfasst oder im Militärbereich zum nachhaltigen und wettbewerbserhaltenden Erwerb ausländischer Technologien Verwendung findet.

Konkret ist der Einsatz zur Identifizierung und strukturierten Aufbereitung des in Produkten vorliegenden Wissens für nachfolgende Bewertungsschritte aktuell nicht in der Literatur benannt. Ziel ist es, ein solches Vorgehen zu erarbeiten (Bild 5.26).

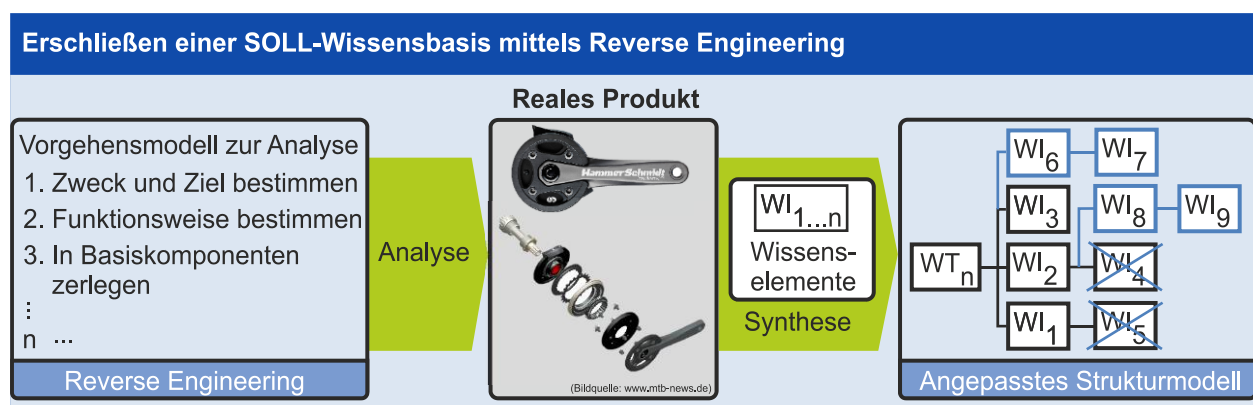


Bild 5.26: Vorgehen zum Erschließen einer SOLL-Wissensbasis mittels Reverse Engineering für ein existierendes Produkt

In einer durch den Autor dieser Arbeit betreuten Arbeit [SEITZ14] wurde zwei Fragestellungen nachgegangen:

- 1) Welche Arten des Reverse Engineering existieren?
- 2) Welche Schritte des Reverse Engineering können zweckmäßig für die Erarbeitung einer SOLL-Wissensbasis im Umfeld der Produktentwicklung zur Anwendung kommen?

Dabei wurden drei grundsätzliche Vorgehensweisen analytisch gegenübergestellt, die anschließend kurz erläutert werden. Otto und Wood [OTTO98, S. 228] bieten eine an Kundenanforderungen angelehnte Methode für die Lehre und Industrie an, die sich in drei Phasen mit insgesamt zehn Schritten gliedert: In *Phase eins* erfolgt zunächst die Betrachtung des Produkts von *außen*, gefolgt von einer Demontage- und Untersuchungsphase zum Aufbau eines umfassenden Verständnisses über das Produkt. Schritt 1: *Investigation, Prediction, Hypothesis* (deutsch: Erforschung, Voraussage, Hypothese), Schritt 2: *Product Teardown and Experimentation* (deutsch: Demontage und Experimentieren), Schritt 3: *Functional Analysis* (Funktionale Untersuchung), Schritt 4: *Constraint Propagation* (Randbedingungen/Wirkprinzipien), Schritt 5: *Forming Engineering Specifications* (Ausgestalten des Lastenhefts). *Phase zwei* beinhaltet im Anschluss Schritte zur Modellierung und Analyse – Schritt 6 und Schritt 7: *Modeling and Analysis* (Modellierung und Analyse), auf deren Erkenntnisse in *Phase drei* das von Otto und Wood geforderte *Redesign* (hier verstanden als *Design* und *Reverse Engineering*) erfolgt – Schritt 8: *Parametric Redesign* (parametrische Neukonstruktion), Schritt 9: *Adaptive Redesign* (adaptive Neukonstruktion), Schritt 10: *Original Redesign* (ursprüngliche Neukonstruktion). Detailliertere Hinweise und Anweisungen zu den einzelnen Schritten können in Otto und Wood [OTTO01, S. 111 ff.] nachgelesen werden.

Ingle [INGLE94, S. 3 ff.] bietet hingegen ein Reverse Engineering an, das insbesondere zum Erschließen von Wissen verlorener Zulieferer oder von fehlendem Wissen in eigenen lückenhaften Dokumentationen geeignet ist. Das von ihr beschriebene Vorgehen lässt sich nach einer Vorsortierung (Zusammentragen erster Daten über das Produkt) in die vier Phasen *Evaluation & Verification* (deutsch: Evaluation und Verifizierung – Vermessen, Analysieren und Testen des Produkts), *Technical Data Generation* (deutsch: Technische Datengenerierung – z. B. Erstellen fehlender Zeichnungen mit zugehörigen Daten und Informationen), *Design Verification* (deutsch: Designverifikation – Prototypenbau zum Testen und Erproben der Daten aus Phase zwei) und *Design Implementation*

(deutsch: Designimplementierung – finale organisatorische Aspekte, wie z. B. Erstellen von Projektberichten) untergliedern.

Das Reverse Engineering kann auch als ein Verfahren speziell zur Flächenrückführung verstanden werden. Dieser Ansatz wird unter anderem von Hofmann et al. [HOFMANN12, S. 81] aufgegriffen und mittels einer zweistufigen Prozesskette des Reverse Engineering umgesetzt. In einer ersten Stufe erfolgt die Erfassung der Geometrie des physikalischen Objekts und eine Aufbereitung der 3D-Punktinformationen zu 3D-Modellen. In der darauffolgenden zweiten Stufe werden die Nutzung der 3D-Modelle beschrieben (mit Bezug zum Planungs- und Fertigungsprozess), Werkstück und Werkzeuge analysiert, Berechnungen angestellt sowie abschließend eine Qualitätskontrolle durchgeführt. Ergebnis ist ein Flächenvergleich des neuen Werkstücks mit dem originären Scandatensatz des Objekts. [HOFMANN12, S. 81 f.]

Als besonders relevant für die hier vorliegende Arbeit kann jedoch die Einschätzung von Hofmann et al. [HOFMANN12, S. 80] eingestuft werden, in der diese das Reverse Engineering als eine Methode des Wissensmanagements ansehen, mit der bewusst und systematisch das in den Köpfen der Mitarbeiter oder das in Informationen verknüpfte und personenunabhängige Wissen erschlossen werden kann.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass jedes Verfahren einer anderen Informationsgewinnung dienlich ist. Ziel der Arbeit von Seitz [SEITZ14] war es daher zu untersuchen, welches SOLL-Wissen mit den zuvor benannten Verfahren erschlossen werden kann. Dabei wurden die einzelnen Schritte der Verfahren analysiert. Schritte, in denen kein Produktentwicklungswissen generiert wird, wurden ausgeschlossen und inhaltlich ähnliche Schritte wurden zusammengefasst. Das Ergebnis stellt der in Bild 5.27 abgebildete vierstufige Prozess, mit dezidierten Schritten für die Erhebung von Wissen mittels Reverse Engineering, dar. [siehe SEITZ14, S. 20 f.]

	Phase	Methode/Vorgehensweise
1	Überblick	0. Produktinformationen recherchieren 1. Aufgabenstellung formulieren 2. Black Box Modell des Produkts erstellen 3. Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln <ul style="list-style-type: none"> ▪ Like-/Dislike-Interview ▪ Affinity diagram method / customer sort method 4. Activity diagram (Schritte des Produktlebenszyklus) erstellen
2	Demontage und Experimentieren	1. Demontage vorbereiten (Produktarchitektur) 2. Demontage durchführen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stückliste (erweitert mit Material- und Fertigungsanalyse) ▪ Explosionszeichnung ▪ Montageuntersuchung ▪ Subtract and Operate Procedure-Methode (SOP) ▪ Vermessung ▪ Flächenrückführung 3. Experimente durchführen und Messungen vornehmen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Experimentieren mit Komponenten, Baugruppen und Produkt messen ((physikalische) Parameter, quantifizierte Kundenanforderungen)
3	Konzeption	1. Funktionsbaum erstellen 2. Funktionsstruktur erstellen 3. Morphologischen Kasten erstellen
4	Kostenanalyse und Benchmarking	1. Kostenanalyse aufstellen 2. Wettbewerbsvergleich durchführen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Intended cost estimate ▪ Function-Form diagram ▪ Trendanalyse (S-Kurve)

Bild 5.27: Angepasste Methoden des Reverse Engineering nach [SEITZ14, S. 20 f.]

In Phase eins wird ein Überblick über das zu betrachtende Produkt erarbeitet, in dem unter anderem Produktinformationen recherchiert, eine Aufgabenstellung formuliert, ein Black Box Modell des Produkts erstellt sowie Kundenanforderungen durch Interviews anhand des Produkts ermittelt werden. In der sich anschließenden zweiten Phase erfolgt im Wesentlichen die Demontage des Produkts und ein damit verbundenes Experimentieren und Messen. In Phase drei werden ein Funktionsbaum, eine Funktionsstruktur und ein Morphologischer Kasten für das vorliegende Produktkonzept erstellt. Erkenntnisse über Kosten und Wettbewerbsprodukte entstehen in der abschließenden vierten Phase.

Auf dem Weg zu einem angepassten SOLL-Wissensstand muss zwischen allgemein extrahierbaren Wissen und Wissen für die Entwicklung des Produkts unterschieden werden. Mittels Flächenrückführung kann beispielsweise exakt eine notwendige Kolbengeometrie extrahiert werden. Auf das für die Entwicklung notwendige strömungs- und thermomechanische Wissen muss/kann hingegen methodisch unterstützt indirekt geschlossen werden. [SEITZ14, S. 22]

Seitz stellt aber auch fest, dass eine direkte Zuordnung von Informationen zu Wissenstypen nicht immer ganz eindeutig ist. Vordergründig betrachtet ist auch die Identifizierung eines Wissenslements wichtiger, als die korrekte Zuordnung zu einem Wissenstyp. Mit dem Ziel der Entwicklung einer SOLL-Wissensbasis für Produktentwicklungswissen

muss vom extrahierten Wissen auf das notwendige Wissen geschlossen werden. Übertragen auf das Reverse Engineering bedeutet dies, dass hier beispielsweise weniger die Bestimmung exakter Reibwerte einer Passung erfolgt, sondern vielmehr eine Abstrahierung auf das Level der Erkenntnis, dass überhaupt Wissen über Passungen benötigt wird. [SEITZ14, S. 22]

Im Rahmen der Erarbeitung der Erhebungsmethode durch den Autor dieser Arbeit ist basierend auf Seitz [SEITZ14, S. 24. ff.] ein Workshop (Erläuterung folgt in Kap. 5.2.2.6.) mit zugehörigem Handout entstanden. Dieses beinhaltet alle angepassten Schritte des Reverse Engineerings und initiale Hinweise zum Erstellen der SOLL-Wissensstruktur, jeweils bezogen auf das gewählte Anwendungsbeispiel einer Kaffeemaschine.

Die während der Erstellung des Handouts gewonnenen Erkenntnisse bei einer initialen Anwendung der Methode sind direkt iterativ in die Methodenentwicklung eingeflossen (im Sinne einer Unterstützungsevaluation). Das vollständige Handout ist in Anhang A.9 einzusehen und beinhaltet exemplarische Lösungen der einzelnen Methodenschritte.

Auf eine detailliertere Beschreibung der einzelnen Schritte der angepassten Reverse Engineering Erhebungsmethode wird an dieser Stelle verzichtet. Vielmehr soll zum Verständnis im Folgenden direkt der erarbeitete Workshop mit den durchgeführten Schritten und abgeleiteten Ergebnissen vorgestellt werden.

5.2.2.6 Workshop zur Bestimmung einer SOLL-Wissensbasis mittels (Product) Reverse Engineering (Anwendungs-/Erfolgsevaluation)

Nachdem im vorherigen Kapitel die bisher wesentlichen Schritte eines angepassten Reverse Engineerings zur Bestimmung einer SOLL-Wissensbasis benannt wurden (siehe Bild 5.27), folgt in diesem Kapitel eine detailliertere Beschreibung und exemplarische Durchführung der Vorgehensschritte im dafür erarbeiteten Workshop. Dies entspricht gemäß der DRM nach Blessing und Chakrabarti [BLESSING09, S. 181 ff.] einer Anwendungsevaluation, mit dem Ziel der Untersuchung einer grundsätzlichen Anwendbarkeit durch den Nutzer. Insbesondere die Verwendung sowie die Validität (Gültigkeit der Unterstützung) stehen im Fokus. Zudem wird im Rahmen der Anwendung abgefragt, ob die entstandene Lösung einen Mehrwert generiert und damit einen tatsächlichen Nutzen liefert. Dies kann als eine erste Erfolgsevaluation angesehen werden.

Aufgabenbeschreibung

Der Workshop wurde an zwei Tagen mit jeweils vier wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts für Konstruktionstechnik und Technisches Design der Universität Stuttgart durchgeführt. Als zu analysierendes Produkt wurde ein konventioneller elektrischer Stab-Milchaufschäumer ausgewählt, dessen Funktionsweise in der Wandlung von elektrischer in mechanische Energie mittels Elektromotor besteht. In Bild 5.28 ist das zu analysierende Produkt sowohl in zusammengebauter wie auch in zerlegter Form dargestellt, inklusive der Bezeichnungen der einzelnen Komponenten.

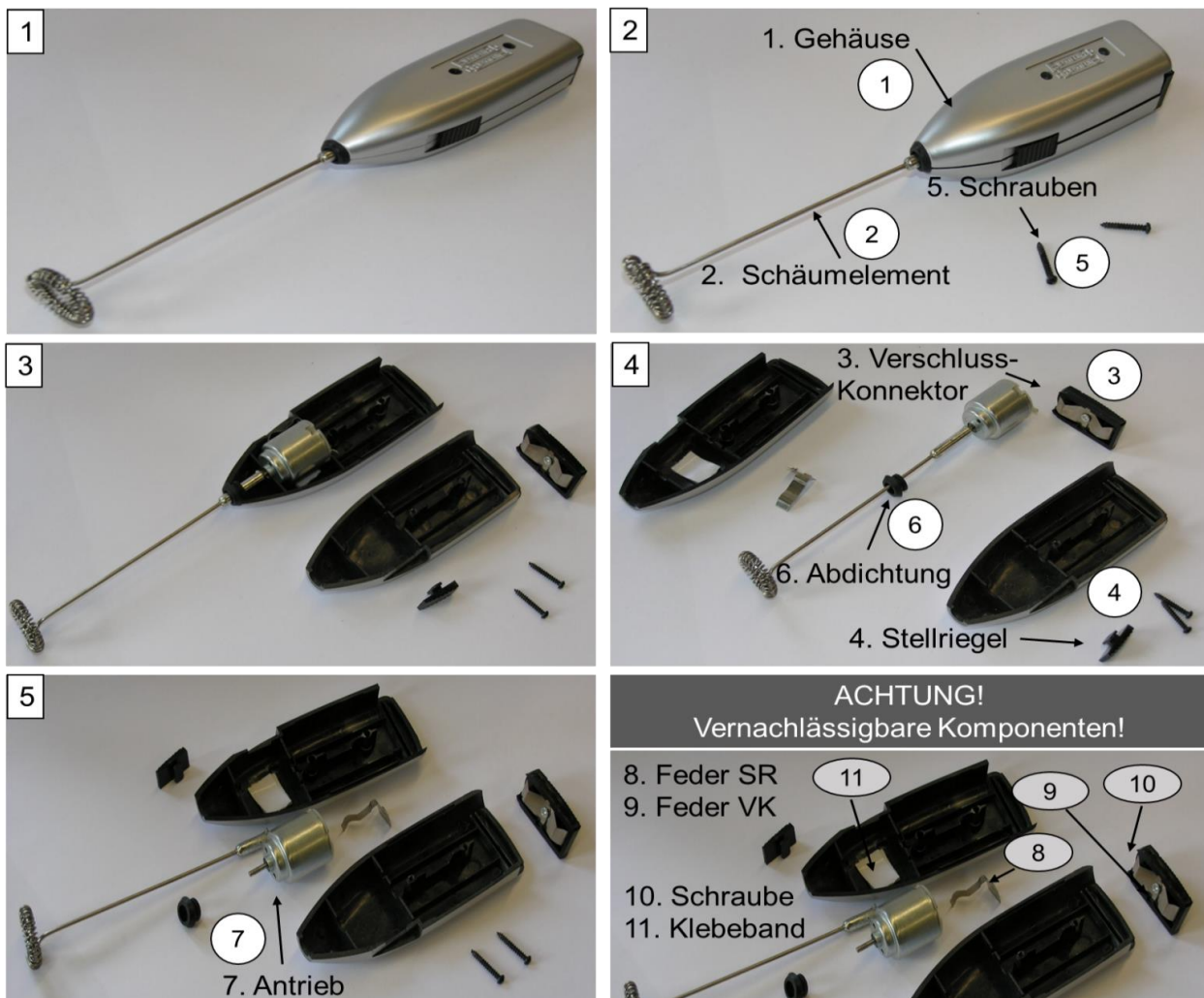


Bild 5.28: Produkt *Milchaufschäumer*

Der Workshop wurde als Ganztagesworkshop durchgeführt (6,5 Stunden Bearbeitungszeit). Den Teilnehmern wurde je ein Milchaufschäumer zur Verfügung gestellt. Am Ende des Workshops sollte das Wissen jedes Teilnehmers in einer SOLL-Wissensstruktur abgebildet sein. Hierzu war es während des Workshops zulässig, den Milchaufschäumer zur Analyse heranzuziehen und in seine Einzelteile zu zerlegen.

Den Teilnehmern wurde im Vorfeld des Workshops ein Handout ausgeteilt. Dieses gab ihnen die Möglichkeit, sich das notwendige Hintergrundwissen zu der Methode des Reverse Engineerings anzueignen. Das Handout durfte während der gesamten Durchführung des Workshops verwendet werden. Zur Erarbeitung der Wissensinhalte wurde den Teilnehmern eine Aufgabenstellung ausgehändigt. Diese enthielt für jeden durchzuführenden Schritt der angepassten Methode detaillierte Arbeitsanweisungen. Um bereits während des Workshops die Erstellung der geforderten SOLL-Wissensstruktur vorzubereiten, sollte bei jedem Schritt notiert werden, welche Wissenstypen externalisiert wurden. Zur Dokumentation der Ergebnisse wurde ein separates Ergebnisblatt bereitgestellt. Handout, Aufgabenstellung und Ergebnisblatt sind in Anhang A.9 dargestellt.

Der Workshop war so gestaltet, dass mit Hilfe des Handouts, der ausgeteilten Aufgabenstellung und dem Ergebnisblatt eine selbstständige Aufgabenbearbeitung machbar war. Während der gesamten Bearbeitungszeit stand eine Ansprechperson für etwaige Rückfragen und Unklarheiten zur Verfügung. Im Nachgang des Workshops wurde die Visualisierung der Ergebnisse vorgenommen, indem für jeden Teilnehmer eine individuelle SOLL-Wissensstruktur aus den beantworteten Wissenskarten erstellt wurde.

Bearbeitungsschritte mit exemplarischen Ergebnissen eines Teilnehmers

In der ersten Phase der angepassten Methodenschritte aus Bild 5.27 ist es die Aufgabe der Teilnehmer, einen ersten Eindruck über das Produkt zu gewinnen. Dies kann im Wesentlichen mittels allgemeiner Recherchen, Ausprobieren bzw. Überlegungen zum Produkt geschehen.

Ein zentraler Fokus des weiteren Kapitels liegt auf der Vorstellung der einzelnen Schritte, zugehörigen Handlungsaufforderungen und einer beispielhaften, auszugsweisen Darstellung einer Lösung eines Teilnehmers. Auf diesem Weg soll am realen Beispiel die Funktionsweise der durchgeführten Schritte erläutert werden.

Phase 1 || 0. Schritt: Produktinformationen recherchieren

- Betrachten Sie das Produkt aus Sicht eines gewöhnlichen Verbrauchers, d. h. das Produkt soll ordnungsgemäß gebraucht, von außen betrachtet und nicht demontiert werden.

Notieren Sie erste Auffälligkeiten, Besonderheiten und Gedanken zum Produkt:

Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)

Wirkt billig; wenig stabil; mit einer Hand verwendbar; klappert; rutschige, glatte Oberfläche; schlichtes Design; sehr leicht (Batterien drin?); Bedenken, dass die Spirale des Schäumelements sauber gemacht werden kann; vermutlich nicht spülmaschinengeeignet; schlechte Verarbeitung

Im ersten Schritt der Phase 1 ist nach dem Kennenlernen des Produkts die Aufgabenstellung zu formulieren. Dies dient zur Prüfung, ob diese wirklich verstanden wurde und um sich das Ziel nochmals explizit vor Augen zu führen.

Phase 1 || 1. Schritt: Aufgabenstellung formulieren

Formulieren Sie in eigenen Worten das Ziel dieses Workshops:

Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)

Erhebung des Wissens über den vorgelegten Milchaufschäumer als Basis für die Definition des SOLL-Wissens, das für die Entwicklung eines solchen Produkts notwendig ist. Hierbei soll die Methode des Reverse Engineering angewendet werden, um das Wissen zu erheben.

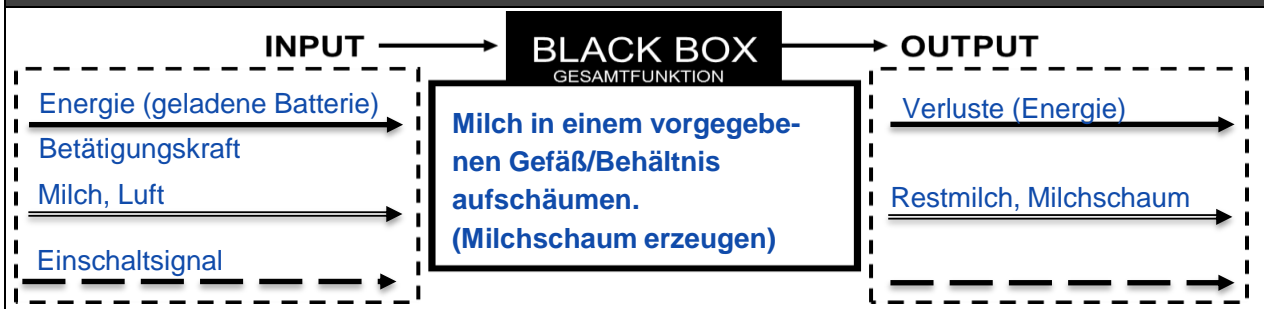
Im folgenden Schritt der Erstellung eines Black Box Modells wird erstmals die Gesamtfunktion des Produkts modelliert, indem dieses von außen betrachtet wird und die Beziehungen zwischen Input und Output dargestellt werden. Von Interesse an dieser Stelle ist zunächst das Verhalten der Black Box und damit des Produkts.

Phase 1 || 2. Schritt: Black Box Modell des Produkts erstellen

- Formulieren Sie die Gesamtfunktion des Milchaufschäumers in einem Satz.
- Überlegen Sie sich, welche Energie-, Stoff- und Signalflüsse in das System hinein und aus dem System heraus laufen.
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

Erstellen Sie ein Black Box Modell des Milchaufschäumers:

Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)



Für eine bedarfsgerechte Produktentwicklung schließt sich nun die Betrachtung der Kundenanforderungen an. Dies kann im direkten Kontakt mit dem Kunden mittels Befragung erfolgen, hierfür wird ein Like-/Dislike-Interview durchgeführt (Formular in Anhang A.9). Es wird empfohlen, dass der Testkunde sich bereits mit den Funktionen des Produkts auseinandergesetzt hat. Ergebnis ist eine Kundenanforderungsliste.

Phase 1 || 3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln

- Füllen Sie das beigefügte Like-/Dislike-Interviewblatt aus (Dokument mit *gelben Musterkopf*).
- Reflektieren Sie dabei, was Ihnen gefällt, bzw. nicht gefällt bezogen auf Funktion, Bedienbarkeit, Optik, Sicherheit oder weitere Auffälligkeiten.
- Überführen Sie nun Ihre Erkenntnisse des Interviews in Anforderungen an das Produkt.
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

Erstellen Sie aus dem durchgeführten Interview eine Kundenanforderungsliste unter den thematischen Gliederungspunkten:

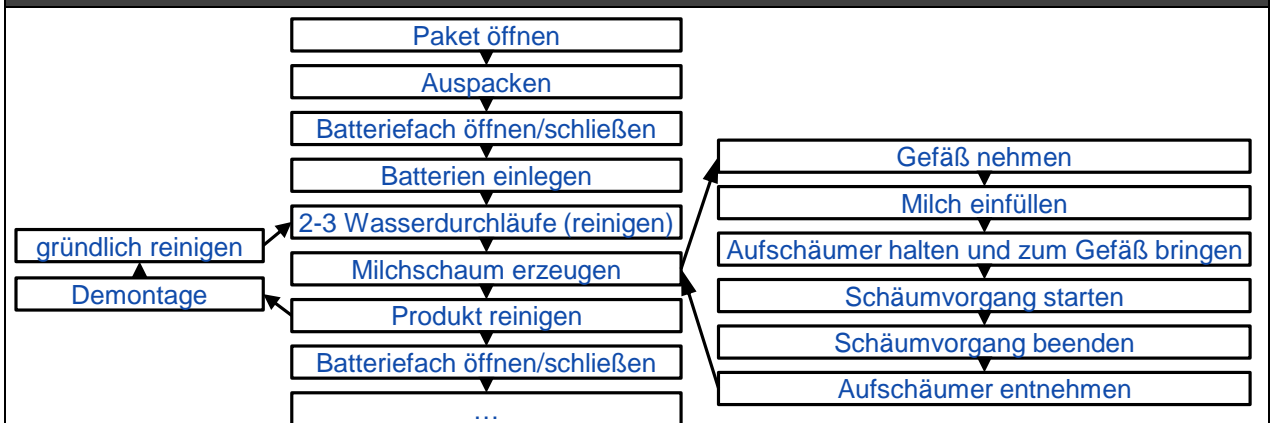
Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)	
Kundenanforderungsliste	
1.	Zubereiteter Milchschaum
Anforderungen:	Sollte „Kekstest“ bestehen können (Keks darf nicht versinken).
2.	Bedienbarkeit (Anleitung?)
Anforderungen:	Einlegerichtung Batterie kenntlich machen. | klare Kennzeichnung der Elemente
3.	Handhabung/Bedienkomfort
Anforderungen:	Mit einer Hand, von einer Person bedienbar. | geringe Bedienkräfte | intuitive Bedienung möglich (Piktogramm etc.) | keine lange Vorbereitungszeit | leichtes Wechseln der Batterie (<1 min) | leichte Demontage (<1 min) | ...
...	...

Als letzter Schritt der Phase 1 wird abschließend ein Aktivitätsdiagramm (Activity diagram) erstellt. Zur Extraktion weitreichenderen Wissens sind alle Hauptschritte der Produktnutzung zu erfassen, dabei kann die Gebrauchsanweisung des Produkts hilfreich sein. Für eine strukturierte Erfassung wird eine Orientierung an den allgemeinen Kategorien des Lebenszyklus nach [ISO94] (z. B. Inbetriebnahme, Produktnutzung oder Wartung) empfohlen.

Phase 1 || 4. Schritt: Activity diagram (Schritte des Produktlebenszyklus) erstellen

- Welche Schritte beinhaltet die segmentierte Nutzung des Milchaufschäumers und wie können diese Schritte in einen systematischen Ablauf gebracht werden?
 - Welches Wissen kann zu den Hauptkategorien des Lebenszyklus nach [ISO94] „Verpackung“, „Inbetriebnahme“, „Produktnutzung“, „Wartung“ und „Beseitigung und Wiederverwertung“ extrahiert werden?
 - Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?
- Erstellen Sie ein Ablaufdiagramm der Nutzung des Milchaufschäumers.**
Extrahieren Sie das dazugehörige Wissen entsprechend den Hauptschritten des Lebenszyklus nach [ISO94] und tragen Sie dieses in die bereitgestellte Tabelle ein:

Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)



	Hauptschritte	Extrahiertes Wissen zu den Hauptschritten
Auspacken	Paket öffnen Auspacken	Verpackungsmaterial | Anmutung der Verpackung | ... „Reihenfolge“ des Auspackens
Inbetriebnahme	Batteriefach öffnen/schließen Batterien einlegen	Art der Batterien (AAA) | Orientierung des Deckels | ... Batterien wechseln
Produktnutzung	2-3 Wasserdurchläufe Milchschaum erzeugen	Mindesthöhe des Gefäßrands über Milch (Wann spritzt was raus?) | notwendige Zeit zur Erstellung des Milchschaums (Empfehlung) | Qualität des Milchschaums | ...
...

Nach Erarbeitung eines allgemeinen Verständnisses über das Produkt schließt sich mit der Demontage in Phase 2 (siehe Bild 5.27) der wesentlichste Schritt des Reverse Engineerings an. Das Produkt wird aus Sicht eines Ingenieurs betrachtet, demontiert und detailliert begutachtet.

Im ersten Schritt der zweiten Phase erfolgt das Zerlegen des Produkts in seine Einzelteile sowie eine Untergliederung in Haupt- und Unterbaugruppen.

Phase 2 || 1. Schritt: Demontage vorbereiten (Produktarchitektur)	
<ul style="list-style-type: none"> - Demontieren Sie das Produkt in seine Einzelteile. - Welches PE-Wissen kann extrahiert werden? 	
Erstellen Sie eine Gliederung der Produktarchitektur aus Hauptgruppen und Unterbaugruppen:	
Im Rahmen des Workshops wird aus zeitlichen Gründen sowie zum Erzielen möglichst ähnlicher Ergebnisse bereits eine allgemeingültige Gliederung des Milchaufschäumers vorgegeben.	
1. Exterieur:	1.1 Gehäuse | 1.2 Schäumelement | 1.3 Verschlusskonnektor | 1.4 Stellriegel | 1.5 Schrauben | 1.6 Abdichtung
2. Interieur:	2.1 Antrieb
	nicht zu bearbeiten: 2.2 Feder Stellriegel | 2.3 Feder Verschlusskonnektor | 2.4 Schraube Verschlusskonnektor | 2.5 Abriss Klebeband

Bisher wurde mit der Black Box Darstellung das Produkt von außen betrachtet (Gesamtfunktion), der innere Aufbau und die innere Funktionsweise sind noch unbekannt. Das Zerlegen des Produkts ermöglicht nun eine dezidiere Betrachtung der einzelnen Bauteile. Hierfür wird eine Stückliste angeboten, die eine systematische Erfassung wesentlicher Informationen / wesentlichen Wissens unterstützt (siehe auch Anhang A.9). Dabei erfolgt eine Analyse hinsichtlich Funktion, Masse, Oberfläche, Material, Herstellungsprozess und der groben Abmessung für die einzelnen Komponenten. So kann z. B. anhand eines Recyclingcodes eines Kunststoffbauteils auf den Werkstoff rückgeschlossen werden. Eine Zuordnung der einzelnen Werkstoffe zu Werkstoffgruppen ermöglicht wiederum ein Schließen auf notwendiges Fachwissen über den Werkstoff, für zugehörige Herstellungsverfahren, Fertigungsprozesse, Produktionstechniken und vieles mehr.

Phase 2 || 2. Schritt: Demontage durchführen - Stückliste	
<ul style="list-style-type: none"> - Welches Wissen jedes einzelnen Bauteils kann hinsichtlich der Anzahl, (Haupt)- Funktion, Masse [g], Oberfläche (Finish), Material, Herstellungsprozess und groben Abmessung [mm] extrahiert werden? 	
Füllen Sie die im Folgenden vorbereitete Stückliste aus:	

Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)							
Teilenummer	Bezeichnung	Anzahl	(Haupt-) Funktion	Oberfläche (Finish)	Material	Herstellungsprozess	Grobe Abmessung [mm]
1.1	Gehäuse	2 Hälften	Anschlag für Stellriegel | Schutz vor Strom | Kräfte leiten | dient als Berührfläche | Schutz vor Wasser | ...	silbergrauer Lack, leicht glänzend	Kunststoff	Spritzguss Schraubenlöcher gebohrt ...	...
1.2	Schäumelement	1	Milchschaum erzeugen (Spirale) | Leistung übertragen (Welle + Kupplung)	metallisch silbern, mittelfeine Oberfläche	Metall (verzinkt?) Kleber	Draht geschnitten und gebogen ...	...
1.3	Verschlusskonnektor	1	Abrutschen vermeiden | Führung und Arretierung für Feder | ...	leicht glänzend schwarz ...	Kunststoff	Spritzguss ...	...
...		1	...	...	...	...	...

Die darauffolgende Darstellung des zerlegten Produkts in Form einer Explosionszeichnung hat das Ziel, Verständnis über die Produktarchitektur und Montage aufzubauen.

Phase 2 || 2. Schritt: Demontage durchführen - Explosionszeichnung
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden? (Der Schritt der Explosionsdarstellung wurde bereits schon vorbereitet (siehe Aufgabenstellung).)
Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)
Keine Lösung durch Teilnehmer erarbeitet.

In der nun anzuwendenden eigentlichen Montageuntersuchung können insbesondere Erkenntnisse (Produktwissen) hinsichtlich der Reihenfolge (Gliederung) der Montageschritte gewonnen werden. Auch lassen sich Montageschritte identifizieren, für die Werkzeuge und Hilfsstoffe benötigt werden.

Phase 2 || 2. Schritt: Demontage durchführen - Montageuntersuchung		
- Wie lässt sich die Montagereihenfolge sinnvoll gliedern?		
Erstellen Sie eine strukturierte Gliederung der Montagereihenfolge:		
Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)		
Teile-Reihenfolge (Bezeichnung)	Arbeitsvorgang	Werkzeuge/ Hilfsmittel
1. Schäumelement mit montierter Dichtung und Antrieb	Schäumelement in Gehäusehälfte einrichten | Ausrichten des Schäumelements	---
2. Untere Gehäuseschale mit eingelegter Feder	(Verdrehenschutz) | Abdichtung so positionieren, dass in Gehäuse korrekt eingesetzt ist	---
3. Untere Gehäuseschale	Stellriegel montieren (Stellriegel richtig ausrichten) | Feder mit Finger zurückdrücken	---
4. Stellriegel	und Stellriegel einschieben	---
...	...	---

Ein Vorgehen zur genaueren Analyse jedes Bauteils bietet als nächstes die SOP-Methode (*Subtract and Operate Procedure-Methode*). Durch gezielte Wegnahme eines

Bauteils und die anschließende Bedienung des Systems ermöglicht die Analyse den durch den Wegfall des Bauteils resultierenden Effekt. Davon ableitend sind Rückschlüsse auf die Funktion des weggenommenen Bauteils zu ziehen. Die Methode ist auf jedes Bauteil anzuwenden. Für eine strukturierte Erfassung der gewonnenen Informationen steht wieder eine Tabelle bereit (siehe auch Anhang A.9). Je nach Anwendungsfall erfolgt eine praktische Umsetzung des Vorgehens oder ein fiktives Durchdenken der Auswirkungen, beispielsweise bei zu befürchtenden Schäden am Produkt oder sicherheitskritischer Auswirkungen. [OTTO01, S. 205]

Phase 2 || 2. Schritt: Demontage durchführen – Subtract and Operate Procedure-Methode (SOP)			
- Welche Einflüsse/Folgen ergeben sich, wenn das jeweils betrachtete Bauteil aus seinem Wirkzusammenhang gelöst wird? Führen Sie dies nur in Gedanken aus!			
Füllen Sie die Tabelle zur SOP-Methode aus:			
Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)			
Teile-nummer	Teilebeschreibung	Effekt beim Entfernen	Abgeleitete Funktion/Kundenbedürfnis
1.1	Gehäuse Anmerkung: Gesamtgehäuse (beide Hälften)	<ul style="list-style-type: none"> - Teile halten nicht zusammen - Kein Betrieb möglich (Batterien fallen runter) - Stellriegel, Batteriefachdeckel und Schäumelement lose 	<ul style="list-style-type: none"> - Führt und positioniert alle Bestandteile - Bedienung mit einer Hand - Schutz vor Stromschlag
1.2	Schäumelement	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Aufschäumen der Milch - Gerät offen (unten) - Kein geschlossener Stromkreis 	<ul style="list-style-type: none"> - Unmittelbare Funktion Aufschäumen der Milch „Milch mit Luft verbinden“
1.3	Verschlusskonnektor	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Funktionserfüllung - Batterien und Feder fallen leicht heraus - Feder liegt nur auf Batterien auf → Gefahr Stromschlag - Von oben kann Milch etc. eindringen - Schließt Stromkreis „zuverlässig“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Abdichten - Isolieren - Führen der Batterien und des Stellriegels
...

Kann durch das Vermessen oder die Flächenrückführung einzelner Bauteile in Spezialfällen relevantes Wissen gewonnen werden (z. B. bei aerodynamischen Körpern), so werden für weitere Untersuchungen CAD-Modelle generiert. Für das Produkt im Workshop wird dies als nicht notwendig angesehen, so dass der Schritt entfällt.

Phase 2 || 2. Schritt: Demontage durchführen – Vermessung und Flächenrückführung
Auf diesen Schritt kann in diesem Workshop verzichtet werden, da er für das angestrebte Ziel keinen erkennbaren Nutzen liefert.
Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)
Keine Bearbeitung dieses Schritts.

Wurden bei der SOP-Methode die Auswirkungen durch Weglassen von Bauteilen auf ganzheitlicher Produktebene *theoretisch* durchgespielt, so erfolgt nun eine konkretere Betrachtung auf Ebene einzelner, zuvor bestimmter Bauteile. Dabei werden wieder die

Auswirkungen des Weglassens untersucht und das Bauteil intensiv betrachtet. Für das Anwendungsbeispiel Milchaufschäumer erfolgt die Betrachtung anhand der Bauteile Gehäuse, Schäumelement und Verschlusskonnektor.

Phase 2 || 3. Schritt: Experimente durchführen und Messungen durchführen			
- Detailbetrachtung eines einzelnen Bauteils: Welcher Effekt ergibt sich beim Löschen einzelner Designelemente an den Beispielen von Gehäuse, Schäumelement und Verschlusskonnektor? Analysieren Sie jedes einzelne Bauteil im Detail und ermitteln Sie den jeweiligen Effekt beim Entfernen dieses Details und die dazugehörigen abgeleiteten Funktionen bzw. Kundenbedürfnisse:			
Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)			
Gehäuse			
Detail	Detailbeschreibung	Effekt beim Entfernen	Abgeleitete Funktion/Kundenbedürfnis
1	Vorderer Steg	<ul style="list-style-type: none"> - Führung mit Motor nicht gegeben - Schäumelement schwankt sehr 	<ul style="list-style-type: none"> - Führung des Motors
2	Schraubdome	<ul style="list-style-type: none"> - Motor dreht im Betrieb durch (Welle bleibt stehen) - Führung für Motor nicht mehr gegeben 	<ul style="list-style-type: none"> - Ableiten der Reaktionskräfte des Motors - Führung des Motors
3	Quer- und Längsstreben	<ul style="list-style-type: none"> - Geringe Biegesteifigkeit des Gehäuses - Gehäuse verformt sich im Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> - Bessere Aufnahme und Übertragung der Betätigungs- und Reaktionskräfte
4	Vorderes Schraubloch (Dom)	<ul style="list-style-type: none"> - Gehäuse kann an Spitze auseinandergedrückt/gezogen werden 	<ul style="list-style-type: none"> - Sicheres Verschließen der Gehäusehälften
5	...	...	...

Mit Abschluss der zweiten Phase endet das Analysieren und Vermessen des Produkts. In Phase 3 schließen sich nun konzeptionelle Überlegungen und damit konkret die Betrachtung von Funktionen und korrelierender Wirkprinzipien an.

Im ersten Schritt der Phase 3 kann die Erstellung eines Funktionsbaums gefordert sein. In diesem werden die bei der SOP-Methode bestimmten Funktionen in einer baumartigen Struktur, beginnend mit der Gesamtfunktion des Produkts, gegliedert. Der Funktionsbaum bietet einen schnellen Überblick über benötigte Funktionen (ohne Darstellung von Querverbindungen oder Stoff-/Energie-/Signalflüssen), ist aber nicht zwingend notwendig. Im Workshop wurde aus Zeitgründen auf diesen Schritt verzichtet.

Phase 3 || 1. Schritt: Funktionsbaum erstellen
Auf diesen Schritt wird im Rahmen des Workshops verzichtet. Aus zeitlichen Gründen soll nur mit der Funktionsstruktur des nächsten Schritts gearbeitet werden.
Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)
Keine Bearbeitung dieses Schritts.

In Schritt 2 der Phase 3 werden in Anlehnung an das konventionelle Reverse Engineering Vorgehen Funktionsstrukturen erstellt. Ausgehend von einer Modellierung der Gesamtfunktion in einer Black Box Darstellung, folgen Funktionsstrukturdarstellungen der Hauptbaugruppen. Mittels der Visualisierung aller Funktionen werden Stoff-/Energie- und

Signalflüsse dargestellt, von denen wiederum Informationen abgeleitet werden können. Ein Hilfsmittel kann es sein, nach dem *Wieso* zu fragen. Wieso kann eine bestimmte Funktion nicht weggelassen werden oder wieso sind die Funktionen in dieser Reihenfolge angeordnet? Mit der zuvor beschriebenen Methode des *Experimentierens und Messens* lässt sich dann spezifisches Produktwissen (z. B. normatives Wissen) externalisieren.

Phase 3 || 2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen

- Welche Hauptfunktion lässt sich für die jeweilige Hauptbaugruppe definieren (Black Box)?
- Aus welchen Einzelfunktionen besteht die jeweilige Hauptfunktion (Funktionsstruktur)?
- Welche Energie-, Stoff- und Signalflüsse ergeben sich für die jeweilige Hauptbaugruppe innerhalb des Systems und über die Systemgrenzen hinweg (Funktionsstruktur)?
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

Erstellen Sie eine Black Box für jede Hauptbaugruppe mit der jeweiligen Gesamtfunktion. Leiten Sie daraus eine Funktionsstruktur für die jeweilige Hauptbaugruppe ab:

Lösung eines Teilnehmers (Einzelfunktionen Exterieur)

Durch Zuordnen von Wirkprinzipien zu den im vorherigen Schritt beschriebenen Funktionen werden die Gesetzmäßigkeiten des technologischen Vorgangs beschrieben. Pahl und Beitz [PAHL07, S. 54 f.] definieren ein Wirkprinzip durch einen physikalischen Effekt und seine geometrischen wie auch stofflichen Merkmale. Das geforderte Einordnen der Wirkprinzipien in ingenieurwissenschaftliche Disziplinen identifiziert Wissensdomänen, die zum Verständnis bzw. Entwickeln des Produkts von Nöten sind.

Phase 3 || 3. Schritt: Morphologischen Kasten erstellen

- Welche Wirkprinzipien können denen in der Funktionsstruktur enthaltenen Funktionen zugeordnet werden?
- In welche ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen können diese kategorisiert werden?
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

Tragen Sie zu jeder Funktion der Hauptbaugruppe das jeweilige Wirkprinzip in den Morphologischen Kasten ein und kategorisieren Sie dieses zu einer ingenieurwissenschaftlichen Disziplin:

Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)		
Morphologischer Kasten (Exterieur)		
Funktion	Wirkprinzip	Kategorie
Abdichten	Stoffliches Trennen	Physik
Isolieren	Elektrischer Isolator	Physik
Energie leiten	Metallischer Werkstoff mit geringem elektrischen Widerstand	Physik
Energie leiten mit Signaleingang	Metallischer Werkstoff mit geringem elektrischen Widerstand und elastischer Verformung	Physik, Mechanik
Energie speichern	---	---
Energie leiten (rot.) (Kupplung/Kleber/Welle)	Stofflicher Zusammenhalt sowie Adhäsion und Kohäsion beim Kleber	Physik, Adhäsion, Kohäsion
...

In der vierten und damit letzten Phase können Erkenntnisse über Kosten und Wettbewerbsprodukte erarbeitet werden. Vornehmlich geht es hier um das Gewinnen von Informationen über betriebswirtschaftliche Merkmale (Produktwissen).

Die Teilekosten und die Montagekosten können mittels Tabellen und Überschlagsrechnungen in verschiedenen Detaillierungsgraden hinreichend genau abgeschätzt werden. Im Rahmen des Reverse Engineerings ist es allerdings nicht möglich, Informationen über Werkzeugkosten oder Prozesszeiten zur Bestimmung der vollständigen Herstellungskosten zu erhalten. Dies ist nur in einem betrieblichen Umfeld durchführbar. Es ist jedoch denkbar, eine Kostenabschätzung vorzunehmen und diese in Vergleich zu anderen Produkten zu setzen. Mit der Kostenabschätzung können dann wiederum Informationen zu betriebswirtschaftlichen Merkmalen (Orientierung des Unternehmens) gewonnen werden. Beispielsweise lässt sich ableiten, ob das Produkt im Low-Budget-Segment (Niedrigpreis-Segment) anzusiedeln ist, oder ob das Premium-Segment bedient werden soll. In Abhängigkeit von der Strategie sind teils unterschiedliche Schwerpunkte im benötigten Wissen zu setzen. [SEITZ14, S. 58]

Phase 4 || 1. Schritt: Kostenanalyse aufstellen

- Betrachten Sie genau, welche Kosten bei einer Kostenanalyse untersucht werden.
- Lässt sich durch eine Kostenabschätzung der einzelnen Bauteile eine mögliche Unternehmensorientierung ableiten?

Nehmen Sie eine Kostenabschätzung der einzelnen Bauteile vor und ermitteln Sie, welches PE-Wissen bei der Durchführung einer Kostenanalyse extrahiert werden könnte:

Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)					
	Kostenabschätzung in %	Kostenabschätzung in %			
Materialkosten	Materialkosten = 10 %	Antrieb	ca. 50 %	HERSTELL- KOSTEN = 100 % = 1,95 €	
		Schäumelement	ca. 25 %		
Verschlusskonnektor		ca. 5 %			
Gehäuse		ca. 15 %			
Stellriegel					
Materialgemeinkosten		Fertigungskosten = 90 %	Abdichtung		ca. 5 %
			Federn		
Fertigungseinzelkosten		Gründe der Abschätzung			
Fertigungsgemeinkosten					
Sondereinzelkosten der Fertigung	- billige Materialien - Zukaufteile - Massenfertigung				

Im zweiten Schritt der vierten Phase wird das zu betrachtende Produkt/Unternehmen noch in Bezug zu Wettbewerbsprodukten/Wettbewerbern betrachtet. Das von Otto und Wood [OTTO01, S. 262 ff.] angebotene Vorgehen umfasst sieben Schritte, unter anderem das Durchführen einer Informationssuche, der Benchmark von Funktionen und das Aufzeichnen von Trends in der Industrie. Für eine konkrete Analyse wird in einer zusammenfassenden Tabelle das Benennen von Vor- und Nachteilen zum Wettbewerb gefordert.

Mit der Methode des Wettbewerbsvergleichs lassen sich Informationen über den Markt und den Kunden sowie Aspekte zum Geschäftsstrategiewissen ableiten.

Phase 4 || 2. Schritt: Wettbewerbsvergleich durchführen

- Wie ist der hier betrachtete Milchaufschäumer im Testvergleich zu den Wettbewerbsprodukten zunächst im Testvergleich derselben Produktklasse und dann im Testvergleich verschiedener Produktklassen einzuordnen?
- Welche Vor- bzw. Nachteile bietet das Produkt im Vergleich zu denen der Wettbewerber?
- Welche Interessen stellt ein Kunde an einen Milchaufschäumer? Zu welchem Produkt tendiert der Kunde und warum? Gibt es eine bestimmte Zielgruppe, die mit dem Produkt angesprochen werden soll?
- Lässt sich eine Geschäftsstrategie ableiten?
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

Ermitteln Sie die entsprechenden Daten zu den Testvergleichsaspekten für den hier betrachteten Milchaufschäumer und füllen Sie diese in das leere Feld der Testvergleiche:
 (Tipp: Das bisher bereits durchgeführte Kundeninterview kann beim Bewerten der Qualität und Vergeben einer Note hilfreich sein.)

Lösung eines Teilnehmers (Ausschnitt)	
Aspekte	Bewertung: Vor- und Nachteile im Vergleich zum Wettbewerb
Milchschaum	Ausreichend guter Schaum
Farbe	Einfach, schlicht
Herstellkosten	Kostengünstig, sehr billig (1,95 €)
Typ	Stabschäumer
Funktionsweise	Zirkulation
Maße	Kompakte Bauweise
...
Begründung der Bewertung	
Praxistest mit warmer Milch | Erfahrungswissen | Herstellkosten - Schwache Leistung im Vergleich zu Behälter (wenig Schaum pro Zeit) - Fehlende Erwärmung (Stabilität Schaum) - Schlechte Reinigungsmöglichkeit (fehlende Demontage der Spirale oder Welle mit Spirale) - Liegt schlecht in der Hand (Rutschgefahr)	

Für eine zweckmäßige Weiterverarbeitung der gewonnenen Erkenntnisse sollten die Teilnehmer bereits während der Analyse des Produkts das aus den einzelnen Schritten gewonnene Wissen direkt im bereitgestellten Erfassungsblatt dokumentieren. Bild 5.29 zeigt einen beispielhaften Auszug eines solchen Erfassungsblatts.


 Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design Universität Stuttgart		Erfassungsblatt zum Forschungsprojekt PDK^{bench}		
❖ Erstellen einer SOLL-Wissensstruktur Welches Produktentwicklungswissen ist für die Entwicklung des Produkts erforderlich? Füllen Sie zu jeder Phase „Überblick“, „Demontage und Experimentieren“, „Konzeption“ sowie „Kostenanalyse und Benchmarking“ diese Tabelle aus.				
Welches Produktentwicklungswissen ist für die Entwicklung des Produkts erforderlich?				
1. In der Spalte „Wissenstyp“ werden alle Wissenstypen eingetragen, welche bei diesem Schritt ermittelt werden können. 2. In der Spalte „Wissen über ...“ wird genauer spezifiziert, welches Wissen bei jedem Wissenstyp extrahiert werden kann.				
		Wissenstyp:	PE-Wissen über ...	
PHASE 1: (Überblick)	0. Schritt: Produktinformationen recherchieren	<ul style="list-style-type: none"> • Produktwissen • Markt- und Kundenwissen • Handlungswissen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen über Werkstoff: Kunststoff und Metall • Wissen über grobe Abmessungen • Wissen über Art der Energieversorgung • Wissen über grundsätzliches Zielsegment (geringe Benutzung/Heimanwendung) • Wissen über grundlegende Betätigung 	
	1. Schritt: Aufgabenstellung formulieren		entfällt	
	2. Schritt: Black Box Modell des Produkts erstellen	Produktwissen:	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen über den Aufbau und die Gesamtfunktion des Produkts • Wissen über Stoff-, Energie- und Informationsflüsse • Wissen über die Art der Flüsse • Wissen über die „Systemgrenze“ 	
	3. Schritt: Kundenanforderung durch Interview anhand des Produkts ermitteln	<ul style="list-style-type: none"> • Handlungswissen (bei Verwendung) • Markt- und Kundenwissen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen über die Qualität des Schaums • Zielsegment (geringe Benutzung/Heimanwendung) • Wissen über grundlegende Betätigung (Schiebeschalter, ...) • Wissen über Kundenwünsche/-bedürfnisse • Wissen über Kundenanforderungen 	
	4. Schritt: Activity diagram (Schritte des Produktlebenszyklus) erstellen	<ul style="list-style-type: none"> • Handlungswissen • Produktwissen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen über Demontage (Reihenfolge) • Wissen über Produktlebenszyklus • Batteriewechsel: Wissen über Anzahl, Orientierung Deckel • Reinigung: Wissen über verwendete Materialien etc. 	
PHASE 2: (Demontage und Experimentieren)	1. Schritt: Demontage vorbereiten (Produktarchitektur)	<ul style="list-style-type: none"> • Produktwissen • Handlungswissen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen über den Aufbau des Produkts • Wissen über Anzahl der Bauteile: Schrauben etc. • Wissen über (De-)Montagereihenfolge 	
		

Bild 5.29: Auszug der durch einen Teilnehmer extrahierten Ergebnisse im Erfassungsblatt

In diesem Erfassungsblatt sind die nun konkret notwendigen Wissens Elemente des betrachteten Produkts dokumentiert (blaue Schrift).

Auswertung

Ziel des Workshops ist es, ein möglichst umfassendes Bild über die im Produkt beinhalten Wissensselemente (je Wissenstyp) zu erhalten. Hierfür werden alle Erfassungsblätter des Produkts ausgewertet (Summe der Erfassungsblätter aller Teilnehmer des Workshops). Dabei kann festgestellt werden, dass in den einzelnen Schritten der Reverse Engineering Analyse je ein bis zwei dominante Wissenstypen vorliegen. Diese Wissenstypen mit konkretisierten Produktentwicklungswissensinhalten können als Repräsentanten für das aus dem jeweiligen Schritt externalisierbare SOLL-Produktentwicklungswissen gesehen werden. Anzumerken ist, dass die jeweiligen Wissensselemente bezüglich jeden Wissenstyps zwar im Detail von Teilnehmer zu Teilnehmer leicht variierten, dennoch aber inhaltlich weitgehend die gleichen Wissensselemente externalisiert wurden. Somit lässt sich festhalten, dass aus jedem Schritt Wissen in Form von Wissenstypen und Wissensselementen zum betreffenden Produkt „Milchaufschäumer“ externalisierbar ist und aufgrund der Übereinstimmung des externalisierten Wissens der unterschiedlichen Teilnehmer im selben Schritt dieses als SOLL-Produktentwicklungswissen zu diesem Schritt angesehen werden kann.

Nachfolgend wird exemplarisch das Ergebnis der Analyse für den externalisierten Wissenstyp *Expertenwissen* vorgestellt. Die während der einzelnen Schritte der Methodenapplication externalisierten Wissensselemente („Wissen über ...“) zum Wissenstyp *Expertenwissen* werden gesammelt und in einer tabellarischen Liste zusammengefasst. Die in Bild 5.30 dargestellte Liste stellt somit die SOLL-Wissensbasis zum Wissenstyp Expertenwissen dar. In der rechten Spalte ist die Anzahl der Nennungen der acht Teilnehmer des Workshops angegeben.

Wissenstyp: EXPERTENWISSEN		Wissenselemente (PE-Wissen über ...):	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über Bedürfnisse	1
	Demontage durchführen:		
PHASE 2	Stückliste:	• Wissen über Herstellungsprozess	2
		• Wissen über Funktionen	1
		• Wissen über Materialien	1
		• Wissen über Energieversorgung und E-Motor	1
	SOP- Methode:	• Wissen über die Auswirkungen von Belastungen	1
PHASE 3	Experimente durchführen und Messungen vornehmen	• Wissen über Detailausführungen	3
		• Wissen über Änderungsmöglichkeiten	1
PHASE 3	2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen	• Wissen über Zusammenhänge von Baugruppen und Funktionen	2
		• Wissen über Funktionen des Produkts	2
		• Wissen über Stoff-, Signal- und Energiefluss	2
	3. Schritt: Morphologischen Kasten erstellen	• Wissen über Wirkprinzipien	4
		• Wissen über E-Motorentechnik	2
		• Wissen über Konstruktionsregeln	1
PHASE 4	1. Schritt: Kostenanalyse aufstellen	• Wissen über Schaumzusammensetzung	1
		• Wissen über Kostenzusammensetzungen	2
		• Wissen über Zukaufteile/Maschinenelemente	1

Bild 5.30: Wissenselemente des Wissenstyp Expertenwissen für Workshopprodukt Milchaufschäumer

Eine aus der in Bild 5.30 gezeigten Listendarstellung abgeleitete Repräsentationsform stellen die in Kapitel 5.4 aufgeführten hierarchisches Darstellungen (vereinfachtes semantisches Netz) dar. Basierend auf der zuvor erarbeiteten SOLL-Wissensbasis, wird das externalisierte Expertenwissen in Bild 5.31 strukturiert visualisiert. An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass es nicht *die eine* Lösung einer zu erstellenden Darstellung gibt. Je nach Intensität der Produktanalyse und der Teilnehmer kann dieser Stand variieren.

Anhang A.9 beinhaltet für jeden Wissenstyp des Workshopprodukts Milchaufschäumer eine vollständige Listen- und Hierarchie-Darstellung.

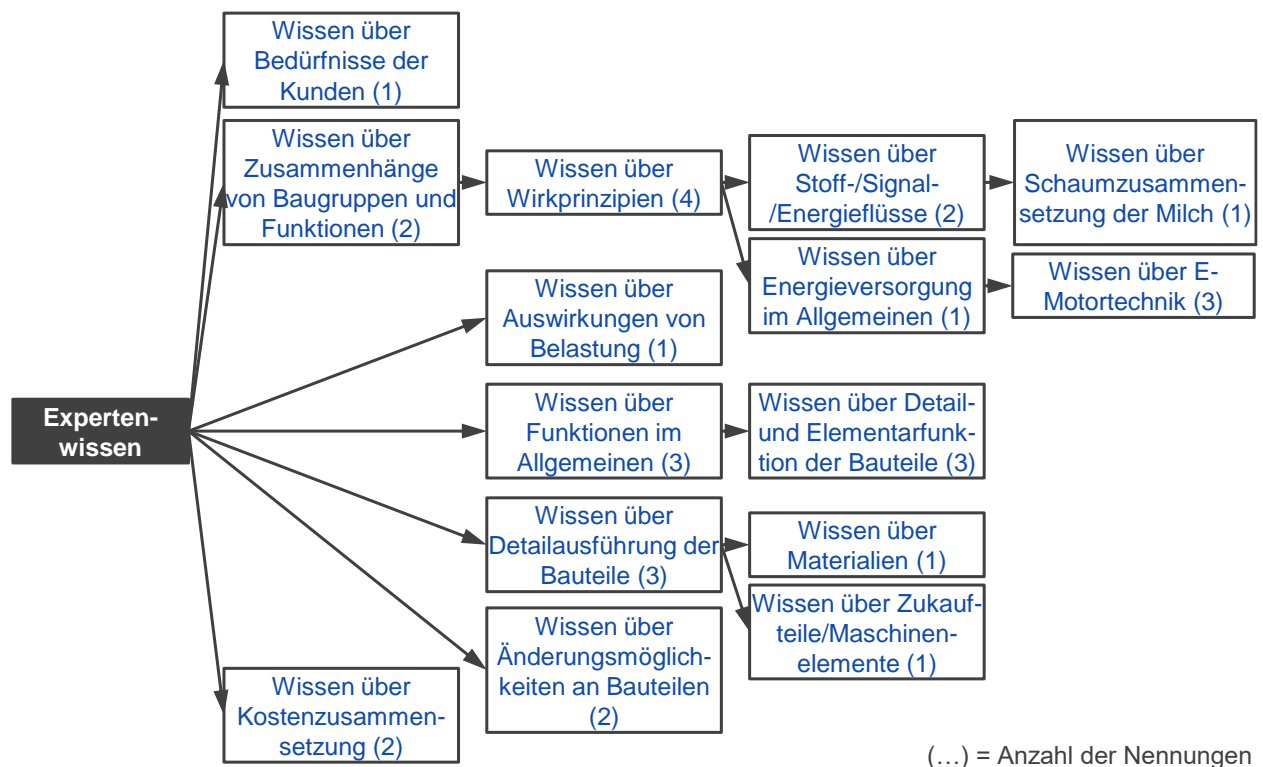


Bild 5.31: Extrahiertes Expertenwissen in reduzierter semantischer Darstellung

Evaluationsergebnis

Aus den zuvor erarbeiteten reduzierten semantischen Darstellungen für jeden Wissenstypen, lässt sich für die angepassten Schritte des Reverse Engineering eine grundsätzliche Eignung zur Externalisierung von Wissens-elementen bezüglich eines spezifischen Produkts erkennen. Einschränkend kann jedoch festgestellt werden, dass keiner der Teilnehmer zum Wissenstyp *Führungswissen* eine SOLL-Wissensbasis gefunden/erarbeitet hat. Hieraus lässt sich die These aufstellen, dass der Wissenstyp *Führungswissen* mit der Methode des Reverse Engineering nicht externalisiert werden kann.

Werden insbesondere die Erkenntnisse aus den Workshops betrachtet, so lässt sich festhalten, dass mit der bereitgestellten Methode aus Anwendersicht ein geeignetes Werkzeug vorliegt, um einen umfassenden Eindruck über das benötigte Wissen zur Entwicklung eines Produkts zu erlangen. Die gebotene Detailtiefe bedarf allerdings auch eines hohen Zeitbedarfs. Die Methode kann als in sich logisch, verständlich, vollständig, widerspruchsfrei und überwiegend redundanzfrei angesehen werden. Auch der Aspekt der Anwendbarkeit wird durchgängig als positiv eingestuft und die Anwender der Methode sehen sich bei der Erarbeitung eines SOLL-Wissensstands gut unterstützt, auch wenn wie bei jeder Methoden-anwendung eine gewisse Expertise in der Anwendung der

Methode von Vorteil sein kann. Ein wesentlicher Mehrwert in der Anwendung der Methode wird in der Generierung eines tiefergehenden und umfänglicheren Verständnisses über das Produkt sowie der Kenntnis des benötigten Wissens zur Entwicklung desselbigen gesehen.

Anzumerken ist jedoch, dass die angewandte Untersuchungsmethode nur einer kleinen Teilnehmeranzahl innerhalb eines Workshops präsentiert wurde. Die Anzahl ist allerdings zur Erhebung einer Stichprobenaussage geeignet.

Ausführliche Ergebnisse zur dargestellten Methode aus Sicht der Teilnehmer wurden zusammengefasst und werden nachfolgend mit evaluationsspezifischen Fragestellungen vorgestellt. Die Fragen wurden aus den grundsätzlichen Anforderungen (A1-A20) in Tabelle 3.1 abgeleitet. Das eigene Fazit ist kursiv dargestellt.

Welchen Gesamteindruck haben Sie von der vorgestellten Methode? [A15, A9]

Die Methode wird von den Teilnehmern als ausführlich und detailliert eingestuft, mit einer in sich stimmigen Struktur. Die Anwendung der Methode erlaubt es, ein tiefes Produktverständnis zu gewinnen. Die Methode eignet sich dazu, einen umfassenden Eindruck des nötigen Wissens zur Entwicklung eines Produkts zu erlangen und dieses zu erheben.

Allerdings wird bereits bei dem der Evaluation zugrundeliegenden Produkt der Aufwand als relativ hoch eingeschätzt. Neben dem zeitintensiven Vorgehen wird insbesondere von zwei Teilnehmern der Wunsch nach einer höheren Transparenz bezüglich des Nutzens der einzelnen Schritte geäußert. Die notwendigen Abstraktionen fallen daher teilweise schwer. Ein Teilnehmer würde vereinzelt eine andere Reihenfolge des Vorgehens wählen (z. B. frühere Demontage, Ausprobieren, ...), allerdings wird das Gesamtverfahren als schlüssig angesehen.

Fazit: Zusammenfassend wird die Methode zur Erhebung des zur Entwicklung eines Produkts benötigten Wissens als geeignet angesehen. Die notwendige Detailtiefe bedarf allerdings eines äquivalenten Zeitaufwands.

Sind die einzelnen Schritte der vorgestellten Methode in der Abfolge logisch nachvollziehbar? [A6]

Alle Teilnehmer geben an, dass die einzelnen Schritte der Methode nachvollziehbar gestaltet, stimmig und logisch sind. Zwei der acht Teilnehmer würden intuitiv an ausgewählten Stellen eine andere Reihenfolge wählen. Beispielsweise könnte der Wettbewerbsvergleich zeitlich früher erfolgen, gleiches gilt für den Schritt der Demontage bzw. des Testens.

Fazit: Die einzelnen Schritte der vorgestellten Methode sind in der Abfolge logisch nachvollziehbar und bauen konsequent aufeinander auf.

Sind die einzelnen Schritte innerhalb der Methode in sich verständlich? [A6-A8]

Alle Teilnehmer stufen die einzelnen Schritte der Methode im Wesentlichen als in sich verständlich ein. Hilfreich scheint hier die große Ähnlichkeit zu bereits vorhandenen Einzelmethoden, die im Rahmen des Workshops in einen neuen Kontext gebracht werden.

Aufgrund der geringeren Komplexität des Evaluationsprodukts hätte nach Ansicht von drei Teilnehmern auf eine Unterscheidung der Funktionsstruktur in *Interieur* sowie *Exterieur* verzichtet werden können. Dies ist jedoch nicht verwunderlich, da dieses spezifische Vorgehen beim Reverse Engineering vom standardmäßigen Aufstellen einer Funktionsstruktur nach Pahl und Beitz abweicht. Darüber hinaus wird der Umfang einzelner Schritte von zwei Teilnehmern als nicht nachvollziehbar eingeordnet. Aus Sicht dieser Teilnehmer werden recht ähnliche Ergebnisse erarbeitet (Phase 1, Schritt 0 sowie Phase I, Schritt 3), allerdings wird auch die Vermutung geäußert, dass dieses Vorgehen ein zielgerichtetes detaillierteres Hinterfragen ermöglichen soll. Die Bearbeitung der Schritte „Interview mit dem Produkt“, „Bewertung der Aspekte beim Wettbewerbsvergleich“ sowie die Zuordnung zu den Wissenstypen waren für einen Teilnehmer erst nach Rücksprache mit dem Workshopbetreuer verständlich. Die relevanten Erklärungen waren allerdings im ausgehändigten Handout des Workshops vorhanden.

Fazit: Die einzelnen Schritte innerhalb der Methode werden grundsätzlich als verständlich eingestuft. Allerdings sind je nach Produkt einzelne Schritte auf Notwendigkeit zu überprüfen sowie sicherzustellen, dass der Anwender das jeweils zugrundeliegende Gesamtverfahren versteht.

Ist die Methode in sich redundanzfrei? [A10]

Zwei der acht Teilnehmer stufen die Methode in allen Schritten als in sich redundanzfrei ein. Fünf Teilnehmer sehen vereinzelt Redundanzen (z. B. beim Black Box Modell oder Erfassung der Funktionen/Komponenten), bewerten dies aber als akzeptabel. Das Auftreten der Redundanzen wird in Zusammenhang mit der betrachteten niedrigeren Produktkomplexität gebracht, dem didaktischen Aufbau des Workshops (Lerneffekt generieren) sowie dem hohen Detaillierungsgrad der notwendig ist, um sämtliche Wissensinhalte zu erfassen. Ein Teilnehmer sieht speziell in Phase 2 c) und d) eine Redundanz.

Fazit: Die überwiegende Einschätzung der Teilnehmer bescheinigt der Methode kleine Redundanzen in den zu absolvierenden Schritten. Allerdings sind sich alle Teilnehmer einig, dass diese in einem vertretbaren Rahmen auftreten. Es wird angenommen, dass bei steigender Produktkomplexität weniger Redundanzen zu erwarten sind. Zudem wurde mehrfach die Vermutung geäußert, dass gleiche bzw. ähnliche Bearbeitungsschritte bei der Erarbeitung eines höheren Ergebnisdetaillierungsgrads unterstützen.

Ist die Methode in sich widerspruchsfrei? [A11]

Alle Teilnehmer bestätigen, dass die Methode in sich widerspruchsfrei ist. Leichte Unklarheiten bei der Bearbeitung einzelner Aufgaben konnten bei einem Teilnehmer durch Rückfrage beim Workshopleiter geklärt werden. Den Aspekt der Widerspruchsfreiheit betrifft dies allerdings nicht.

Fazit: Die Methode ist in sich widerspruchsfrei.

Ist die Methode in sich vollständig? [A3-A5, A8, A12]

Sechs der acht Teilnehmer bestätigen, dass die Methode in sich vollständig ist und insbesondere für das bearbeitete Beispiel keine Lücke in der zugrundeliegenden Vorgehensweise zu erkennen ist. Ein Teilnehmer vermisst die „Erkenntnis zu Führungswissen“, ein weiterer Teilnehmer trifft zu diesem Punkt keine Aussage. Ergänzend wird vermerkt, dass es für das Gesamtverständnis hilfreich wäre, am Schluss der Bearbeitung eine semantische Darstellung sämtlicher erfasster Wissenstypen inklusive Domäne zu erstellen und damit das Ergebnis grafisch zu repräsentieren. Zudem wird die Überlegung angestellt, ob sich aus dem Produkt zu diesem Zeitpunkt bereits der Umfang und der Aufwand der Produktentwicklung ableiten lassen.

Fazit: Die Methode wird grundsätzlich als vollständig eingestuft. Die Teilnehmer äußern vereinzelte Anmerkungen, die jedoch nicht auf den Wesenskern der Vollständigkeit abzielen.

Ist das angepasste Modell des Reverse Engineering Ihrer Meinung nach für die Erarbeitung eines SOLL-Wissensstands anwendbar und geeignet? [A7-A9]

Alle Teilnehmer stufen das angepasste Modell des Reverse Engineering für die Erarbeitung eines SOLL-Wissensstands grundsätzlich als anwendbar und geeignet ein. Insbesondere die SOP-Methode sowie die unterstützende Betrachtung der Funktionsstruktur wird von einem Teilnehmer als sehr gut und hilfreich eingestuft. Zudem wird der Detaillierungsgrad (von gering zu hoch) als zweckmäßig angesehen. Hier wird allerdings auch angemerkt, dass das notwendige Abstrahieren teilweise Schwierigkeiten bereiten kann und daher eine gewisse Übung benötigt. Zwei Teilnehmer betonen besonders, dass es mit dieser Methode sehr gut möglich ist, den wesentlichen SOLL-Wissensstand zu erfassen. Allerdings betonen auch beide Teilnehmer, dass eine Vollständigkeit dieses Wissensstands nicht gewährleistet werden kann. Zwei weitere Teilnehmer sehen vor allem die vorderen Schritte als geeignet an, um die Funktionalität des Produkts zu erheben. Spätere Schritte bedürfen aus ihrer Sicht zumindest einer weiteren Detaillierung, damit das volle Potenzial der Methode genutzt werden kann. Auch vom letzten Teilnehmer wird die Frage nach Anwendbarkeit klar mit Ja beantwortet. Ergänzt wird dies durch den Hinweis, dass das zu untersuchende Objekt sorgfältig ausgewählt werden muss, damit nicht ein falsches Produkt untersucht wird (im Sinne eines schlechten Produkts) und das resultierende Ergebnis in einer nicht zweckmäßigen Soll-Struktur endet. Bereits bei einfachen Produkten muss ausreichend Zeit für die Erarbeitung aussagekräftiger Ergebnisse eingeplant werden.

Fazit: Das angepasste Modell des Reverse Engineering wird von allen Teilnehmern als anwendbar und geeignet angesehen. Ein geschulter und regelmäßiger Umgang kann zu guten Ergebnissen führen.

Wie gut schätzen Sie die Unterstützung von Wissensingenieuren bei der Anwendung der Methode bei der Erarbeitung eines SOLL-Wissensstands ein? [A14, A20]

Sechs der acht Teilnehmer stufen die Methode als gut unterstützend sowie klar verständlich ein. Unter anderem wird angegeben, dass das Arbeiten mit der Methode auch ohne Vorwissen gut möglich ist. Ein Teilnehmer erachtet die Schritte der Methode ebenfalls als gut verständlich, vermutet aber auch, dass eine gewisse Erfahrung gerade „im spezifischen Working“ notwendig sein könnte. Lediglich ein Teilnehmer enthält sich der Aussage, dass der Umgang mit den Wissenstypen aus seiner Sicht geübt sein muss, sieht aber einen Mehrwert in einer strukturierten Vorgehensweise für einen Wissensingenieur.

Fazit: Wissensingenieure werden durch die Anwendung der Methode bei der Erarbeitung eines SOLL-Wissensstands gut unterstützt. Wie bei jeder Methodenanwendung wird auch hier erwartet, dass eine gewisse Expertise bei der Anwendung der Methode von Vorteil sein kann.

**Welchen Mehrwert/Nutzen bietet die hier vorgestellte Methode Ihrer Meinung nach? [A2, A20]
Welche (messbaren) Effekte können sich Ihrer Meinung nach ergeben?**

Die Frage nach dem Mehrwert bzw. dem Nutzen und den sich damit ergebenden Effekten der vorgestellten Methode wurde durch alle Teilnehmer eindeutig positiv beantwortet. Zusammenfassend lässt sich insbesondere nachfolgender Nutzen benennen: Durch die Anwendung der Methode kann ein Produkt systematisch analysiert werden, wobei viele verschiedene Aspekte berücksichtigt werden (Funktionalität, Herstellung, Aufbau, Wettbewerb, ...). Die Methode bietet einen Mehrwert für die Analyse bestehender Produkte und eignet sich durch eine zielgerichtete und strukturierte Erfassung inhärenter Wissensinhalte des Produkts zum Aufbau von detailliertem Fachwissen (Produktwissen und Verständnis) über das Produkt. Ebenso vermutet ein Teilnehmer, dass auch Wissensinhalte erarbeitet werden, die anderenfalls teilweise nicht berücksichtigt wurden/werden. Zwei Teilnehmer sehen die Chance, dass insgesamt das Wissen über das untersuchte Produkt ansteigt. Hier wird angemerkt, dass es schön wäre, wenn das *verbesserte Wissen* über das Produkt und seine Entwicklung gemessen werden kann. Die Anwendung der Methode unterstützt zudem beim Aufbau eines Verständnisses für die Entwicklung (kausale Zusammenhänge). Dies beinhaltet ein Verknüpfen des Wissens mit zugehörigen Teilfunktionen des späteren Produkts.

Fazit: Ein wesentlicher Mehrwert in der Anwendung der Methode wird in der Generierung eines tiefergehenden und umfanglicheren Verständnisses über das Produkt sowie der Kenntnis des benötigten Wissens zur Entwicklung desselbigen gesehen.

Allgemeines Feedback?

Das allgemeine Feedback der Teilnehmer lässt sich in drei wesentliche Aspekte clustern, die hier zusammenfassend wiedergegeben werden und sich teilweise gegenseitig beeinflussen.

Workshop/Methode/Methodenmaterial:

Insgesamt wird das zugrundeliegende modifizierte Reverse Engineering als gute allgemeingültige Methode zur Analyse eines Produkts angesehen. Das vermittelte Vorgehen „zwingt einen dazu, sich recht intensiv mit dem Produkt zu beschäftigen und viele Aspekte gezielt zu hinterfragen“. Ein Teilnehmer sieht zudem eine Anwendbarkeit in der Produktentwicklung bei beispielsweise dem Aufzeigen von Entwicklungspotenzialen oder der Identifizierung von Kostenreduzierungsmöglichkeiten. Die Workshopunterlagen werden als sehr hochwertig angesehen und leiten gut durch den Workshop. Ein Teilnehmer würde sich wünschen, dass der letztendliche Nutzen der erarbeiteten Ergebnisse dem Bearbeiter noch anschaulicher erklärt wird.

Zeitumfang/Bearbeitungsumfang:

Kontrovers wird der zeitliche Bedarf für die Methodenanwendung gesehen. Der Workshop erstreckt sich über einen vollen Tag und jeder Teilnehmer erhält im Vorfeld ein 16-seitiges Handout mit einleitenden Beispielen und einer Methodenvorstellung. Etwa die Hälfte der Teilnehmer wünscht sich eine etwas verkürzte zeitliche Bearbeitungsdauer, sieht aber auch die Vorteile einer detaillierten Produktanalyse. Zwei Teilnehmer sehen die Möglichkeit, dass der Einsatz von Gruppenarbeit zu einer verkürzten Bearbeitungszeit führen könnte.

Produkt:

Das für den Workshop gewählte Produkt wird als zweckmäßig angesehen. Aus Sicht einzelner Teilnehmer hätte das Produkt auch gerne einen höheren Komplexitätsgrad aufweisen können, insbesondere da aus Sicht dieser Teilnehmer dann das volle Potenzial der Methode ausgeschöpft werden könne.

5.3 Vorgehen zur Wissenserhebung (IST-Wissen)

Wurden im vorherigen Kapitel verschiedene Methoden zur Bestimmung des SOLL-Wissensstands für Produktentwicklungswissen erarbeitet, vorgestellt und evaluiert, folgt nun die Betrachtung, wie das aktuell vorliegende Wissen (d. h. das IST-Wissen) erhoben werden kann (siehe Bild 5.32).

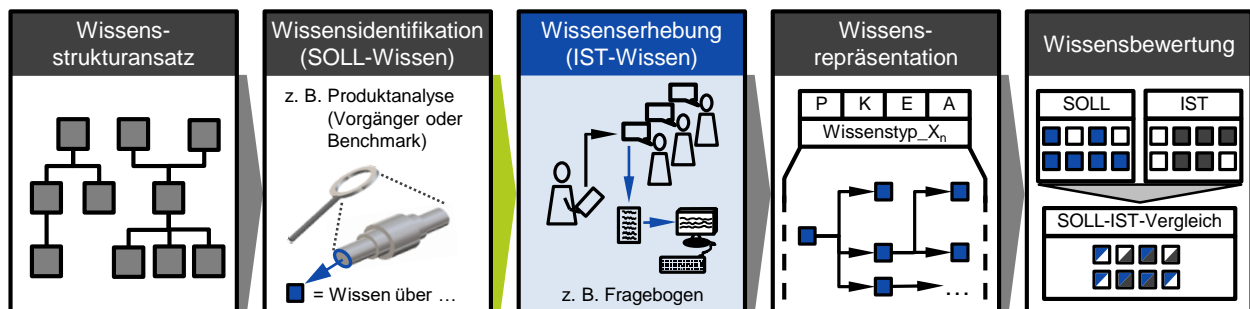


Bild 5.32: Einordnung des Moduls *Wissenserhebung* in Gesamtvorgehensweise

Hierzu wurden durch den Autor dieser Arbeit grundsätzliche Überlegungen angestellt, die sich auch in Roth [ROTH13, S. 1 f.] wiederfinden und nachfolgend dargelegt werden.

Nach Shadbolt und Burton [SHADBOLT89, S. 15] stellt der Prozess der Wissensakquise „eine wesentliche Herausforderung beim Aufbau eines wissensbasierten Systems dar“. Wissensbasierte Systeme unterstützen in der Regel wissensintensive Aufgaben im Bereich des kodifizierten (formal artikulierbarem) Wissensmanagements. Gebus und Leiviskä [GEBUS09, S. 94] beobachten in Unternehmen Schwierigkeiten beim Aufbau von Systemen zur Wissenserhebung, -erhaltung und -bewertung, insbesondere für stark spezialisiertes Wissen. Verschiedene Autoren, unter anderem Chu und Wang [CHU08, S. 2826] sowie Hua [HUA08, S. 181], beschreiben ausdrücklich den Schritt der Wissenserhebung für eine spezielle Wissensdomäne und damit für einen speziellen Wissensbereich als den kritischen Engpass. Anhand der Literatur lässt sich feststellen, dass bereits viel Forschung im Feld des Wissensmanagements und besonders im Bereich der Wissenserhebungstechniken und -methoden betrieben wurde. Gebus und Leiviskä [GEBUS09, S. 94] kommen zu dem Schluss, dass „Wissen in jedem Unternehmen existiert und verschiedenste Formen annehmen kann. [...] Experten benennen eine Vielzahl verschiedenster Wissenstypen für die wiederum zahlreiche Techniken zur einfacheren Erhebung entwickelt wurden.“

Ein erster Schritt in Richtung eines standardisierten Wissenserhebungsprozesses wurde mit der Entwicklung der sogenannten „problem-task-representation-acquisition map“ von Holsapple et al. [HOLSAPPLE89, S. 203 ff.] unternommen. Wagner et al. [WAGNER03,

S. 81 f.] entwickelten im Folgenden eine Inhaltsanalyse, die sich auf die Verwendung von Wissenserhebungstechniken konzentriert und gleichzeitig mit der Betrachtung der Wissensdomäne, die durch die Anwendung berücksichtigt wird, beschäftigt. Sie stellten fest, dass viele in der Literatur vorkommende Wissenstechniken, bei den von ihnen analysierten Expertensystemen (> 90), nicht zur Anwendung kommen. Dies kann unter anderem an der großen Anzahl der entwickelten Methoden liegen. Chu und Hwang [CHU08, S. 2827] listen beispielsweise in ihrer Arbeit ca. 20 Wissenserhebungstools und -methoden auf, die nur entwickelt wurden, um dem Wissenserhebungsproblem gerecht zu werden.

Hua [HUA08, S. 183 f.] bietet in seiner Arbeit erste Vorschläge an, wann und welche Wissenserhebungstechnik innerhalb eines Wissenserhebungsprojekts zur Anwendung kommen soll. Dieser Vorschlag in Form einer rudimentären Richtlinie beinhaltet acht allgemeine Schritte mit übergeordneten Aspekten zur Auswahl der Wissenserhebungstechnik. Jedoch wird in der Richtlinie die Problematik, wie Wissenserhebungstechniken passend zum jeweiligen Wissenstyp ausgewählt werden sollen, nicht im Detail betrachtet bzw. behandelt. Im nächsten Abschnitt wird eine spezifische Forschungsfrage aufgestellt, mit dem Ziel, das zuvor identifizierte Defizit in der Auswahl geeigneter Wissenserhebungsmethoden zu schließen.

Somit besteht schlussfolgernd derzeit kein Verfahren zur Identifikation geeigneter Erhebungsmethoden in Abhängigkeit des zu erhebenden Wissens. Bisher kann analysiert werden, welche Methoden meistens zur Anwendung kommen (siehe [WAGNER03, S. 82 ff.]) und welche dieser Methoden effizienter sind als andere [siehe [WAGNER01, S. 82 ff.]). Der Versuch, Wissenserhebungsmethoden *aktiv* mit der Ressource Wissen zu verknüpfen bzw. in Relation zu setzen, steht noch aus. Die Wissenserhebung stellt damit nach wie vor „ein dringendes Problem bei Experten- und anderen Wissenssystemen dar“ [HUA08, S. 181]. Die Herausforderung bestand für diese Arbeit jedoch nicht in der Erarbeitung einer noch weiteren Erhebungsmethode, sondern im Aufgreifen Bestehender und deren Weiterentwicklung. Ergänzend für den weiteren Sprachgebrauch in dieser Arbeit ist zu erwähnen, dass in Anlehnung an Holsapple und Wagner [HOLSAPPLE96, S. 55] die englischen Begriffe *knowledge elicitation* (deutsch: Wissenserhebung) und *knowledge acquisition* (deutsch: Wissenserfassung/-erwerb/-akquise) gleichbedeutend verwendet werden - auch wenn im engsten wissenschaftlichen Sinne die Wissenserhebung als eine Phase der Wissenserfassung angesehen werden kann.

Für die Erarbeitung einer Methode zum Bewerten von Wissen in der Produktentwicklung und der damit einhergehenden Wissenserhebung ergibt sich nachfolgende Forschungsfrage:

Forschungsfrage in Kapitel 5.3

Wie kann das aktuell im Unternehmen/Bereich vorhandene IST-Wissen zur Produktentwicklung erfasst werden?

Bei der Beantwortung der Forschungsfrage fließen die zuvor identifizierten Eigenheiten des Wissens in der Produktentwicklung ein. In Kapitel 5.1.3 wurde eine Unterscheidung der aus Kapitel 5.1.2 vorliegenden Wissenstypen in Wissen mit schwachem und Wissen mit starkem Kontextbezug vorgenommen. Auch wurde eine in Bezug zur Kontextsensitivität stehende Externalisierbarkeit der Wissenstypen thematisiert. In Kapitel 5.2.2 wurde gezeigt, dass kontextschwache Wissenstypen mittels semantischer Strukturen repräsentiert werden können. Wie ein hieraus abgeleitetes Erheben des IST-Wissensstands aussieht, beinhaltet Kapitel 5.3.2. Besteht jedoch nicht die Option des Externalisierens der zu betrachtenden Wissensinhalte, so sind bestmögliche Methoden zur Wissenserhebung zu identifizieren. Dies erfolgt für die kontextstarken Wissenstypen nun in Kapitel 5.3.1.

5.3.1 Methodisches Vorgehen zur individualisierten Wissenserhebung

In diesem Kapitel wird untersucht, wie ein Vorgehen zur Auswahl einer Wissenserhebungsmethode in Abhängigkeit des Wissenstyps aussehen kann. Wie eingangs erwähnt, fokussieren existierende Wissenserhebungsmethoden vorwiegend auf die Art und Weise zur Durchführung der Wissenserhebung und deren optimalen Ablauf. Die Verfahren bieten keine Unterstützung bei der Auswahl der bestgeeignetsten Methode in Bezug zum Anwendungsfall. Diese Lücke gilt es zu schließen. Hierzu wurde durch den Verfasser dieser Arbeit in Roth und Binz [ROTH13] ein Verfahren zur Erhebung kontextstarker Wissenstypen ausgearbeitet, welches vorgestellt wird. Bild 5.33 visualisiert die zugrundeliegende Idee.

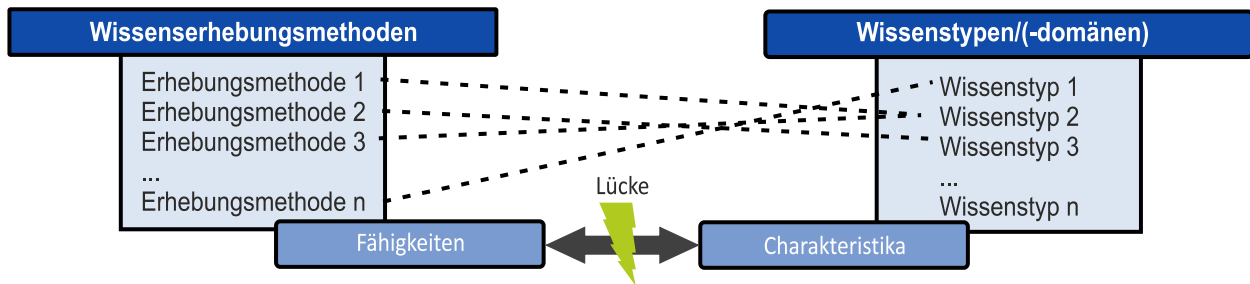


Bild 5.33: Zusammenhang zwischen Wissenserhebungsmethoden und Wissenstypen mit zugehöriger Forschungslücke [ROTH13, S. 4]

Zum einen, gibt es eine Vielzahl an Wissenserhebungsmethoden, zum anderen existieren zahlreiche Wissenstypen. Jede Wissenserhebungsmethode bietet spezifische Möglichkeiten im Sinne von Fähigkeiten. Zum Beispiel sind einige Methoden mehr zur Erfassung von Wissen, das auf persönlichen impliziten Entscheidungen basiert, geeignet, während andere Methoden ihre Stärken in Erhebungssituationen ausspielen, in denen Wissen in expliziter Form (z. B. Faktenwissen) vorliegt. Demnach beschreiben Wissenstypen verschiedene Sachverhalte/Fakten. In Abhängigkeit des Anwendungsfelds wird angenommen, dass sich jeder Wissenstyp durch spezifische Charakteristika beschreiben lässt. Die Entwicklung dieses Vorgehens soll die Möglichkeit bieten, Wissenserhebungsmethoden in der Form auszuwählen, dass deren inhärenten Fähigkeiten geeignet sind, die Charakteristika des jeweils ausgewählten Wissenstyps zu erheben.

In den nächsten Kapiteln werden die hierzu notwendigen Schritte vorgestellt. Kapitel 5.3.1.4 beinhaltet abschließend eine erste Anwendung (Unterstützungsevaluation) auf dem Gebiet der Wissenserhebung kontextstarker Wissenstypen in der Produktentwicklung.

5.3.1.1 Bestimmung der Charakteristika von Wissenstypen

Roth und Binz [ROTH13, S. 4 f.] verwenden zur Analyse der Wissenstypen und damit zur Bestimmung der spezifischen Charakteristika den Ansatz zur Inhaltsanalyse nach Krippendorff [KRIPPENDORF80, S. 83 ff.]. Hierzu wird ein spezifischer Inhalt, z. B. ein Text, „codiert oder in handhabbare Kategorien verschiedenster Level heruntergebrochen - Worte, ‚Wortsinn‘, Sätze oder Konzepte“ [WAGNER03, S. 81]. Das Vorgehen zur Inhaltsanalyse auf den vorliegenden Sachverhalt führt zu dem in Bild 5.34 dargestellten Ergebnis.

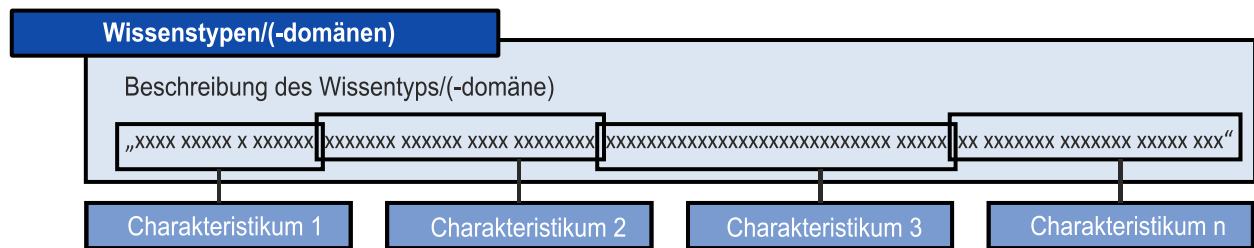


Bild 5.34: Wissenstypen und zugehörige Charakteristika [ROTH13, S. 4]

Es ist möglich, die spezifischen Charakteristika der ausgewählten Wissenstypen zu bestimmen (C_{1...n}).

In Roth und Binz [ROTH13, S. 4 und 7] wurde eine detaillierte Matrixdarstellung erstellt, mit der alle untersuchten Wissenstypen beschrieben werden können. Die abstrahierte Darstellung ist in Bild 5.35 abgebildet. Diese lässt den Schluss zu, dass nicht jeder Wissenstyp die gleichen Charakteristika besitzt. Dies lässt sich in Bild 5.35 auf der rechten Seite entnehmen. Wissenstyp 1 (WT₁) wird durch die Charakteristika 1 (C₁) und 2 (C₂) beschreiben, wohingegen Wissenstyp 3 (WT₃) nur das Charakteristikum 1 (C₁) besitzt.

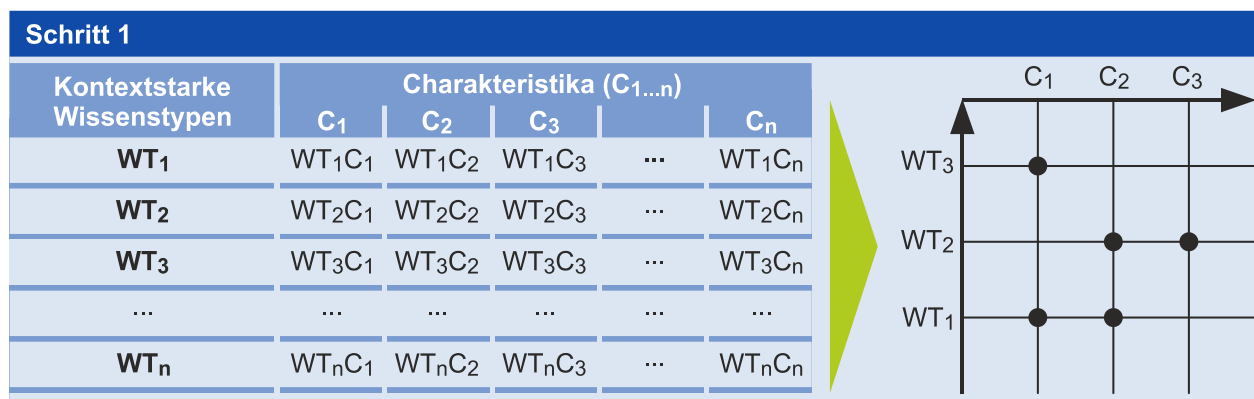


Bild 5.35: Zuordnung der Charakteristika (C_{1...n}) zu den Wissenstypen (WT_{1...n}) [in Anlehnung an ROTH13, S. 4]

Kapitel 5.3.1.4 beinhaltet die vollständige Darstellung der in Roth und Binz [ROTH13, S. 6 f.] erarbeiteten Charakteristika für Wissenstypen und deren Zuordnung zu den betrachteten kontextstarken Wissenstypen nach Roth und Binz [ROTH13, S. 5].

5.3.1.2 Bestimmung spezifischer Fähigkeiten von Wissenserhebungsmethoden

In einem zweiten Schritt wird berücksichtigt, dass Wissenserhebungsmethoden inhärente Stärken wie auch Schwächen haben. Hierzu wurde in Roth und Binz [ROTH13, S. 5] der Fragestellung nachgegangen, welche Fähigkeiten Wissenserhebungsmethoden besitzen. Entsprechend der vorausgehenden Analyse, existieren verschiedenste Wissenserhebungsmethoden in der Literatur und in der Praxis. Analog zum Vorgehen in

Kapitel 5.3.1.1 werden nun Beschreibungen und Anleitungen der Methoden analysiert, um die jeweils spezifischen Fähigkeiten abzuleiten. Roth und Binz [ROTH13, S. 5] betrachten unter anderem Beiträge wie Wagner et al. [WAGNER01 und WAGNER03] oder auch Hua [HUA08].

Bild 5.36 zeigt in abstrahierter Form, wie eine Matrix aussieht, wenn die Inhaltsanalyse für verschiedene Wissenserhebungsmethoden durchgeführt wird. Der rechten Seite der Abbildung kann entnommen werden, dass in diesem theoretischen Beispiel, die Wissenserhebungsmethode 1 (WEM₁) die Fähigkeiten 1 (F₁) und 2 (F₂) zur Wissenserhebung besitzt. Wissenserhebungsmethode 3 (WEM₃) hingegen kann Wissen nur mit seiner Fähigkeit 2 (F₂) erheben.

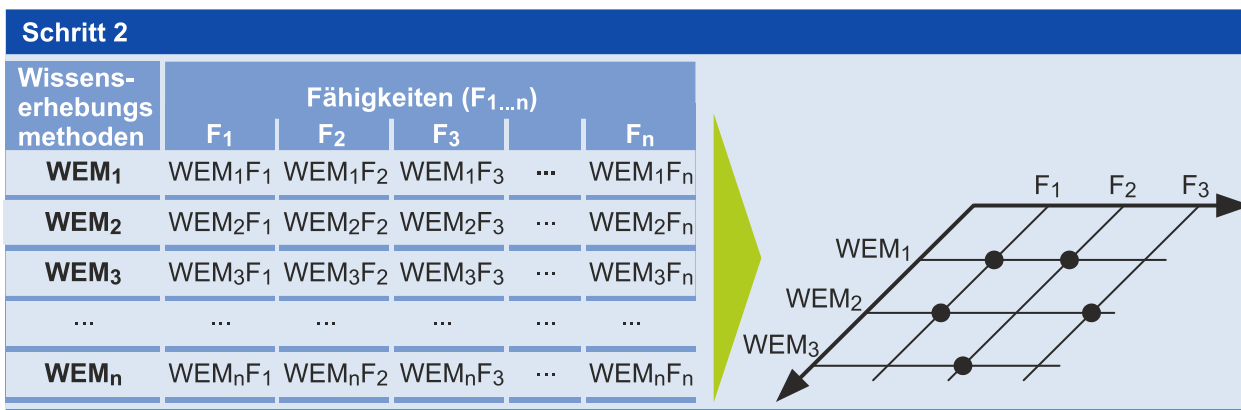


Bild 5.36: Zuordnung der Fähigkeiten zur Erhebung spezifischer Charakteristika (F_{1...n}) zu den Wissenserhebungsmethoden (WEM_{1...n}) [in Anlehnung an ROTH13, S. 5]

Kapitel 5.3.1.4 beinhaltet die vollständige Darstellung der in Roth und Binz [ROTH13 S. 8] erarbeiteten Fähigkeiten der Wissenserhebungsmethoden und deren Zuordnung zur jeweiligen Methode.

5.3.1.3 Verknüpfung der Charakteristika von Wissenstypen und der Fähigkeiten von Wissenserhebungsmethoden

Abschließend erfolgt in Roth und Binz [ROTH13, S. 5 f.] die Verknüpfung der Wissenserhebungsmethoden zu den einzelnen Wissenstypen. Zu diesem Zweck werden beide Bereiche gleichzeitig betrachtet. Die Zuordnung von Fähigkeiten zur Erhebung eines spezifischen Sachverhalts zu den Charakteristika, die einen spezifischen Sachverhalt beschreiben, erlaubt die Zusammenführung beider Betrachtungsebenen. Im Detail stellt sich dies wie folgt dar:

Erhobener Sachverhalt durch spezifische Fähigkeit (F_{1...n}) =

Beschriebener Sachverhalt durch spezifische Charakteristika ($C_1 \dots n$)

Bild 5.37 beinhaltet die kombinierte Betrachtung (linke und mittlere Darstellung), bei der die wesentlichen Bestandteile aus Bild 5.35 und Bild 5.36 in einer Multi-Level-Matrix zusammengeführt werden. Der Vergleich beider Betrachtungsebenen ($WT_{1\dots n}/C_{1\dots n}$ und $WEM_{1\dots n}/F_{1\dots n}$) zeigt Übereinstimmungen, die mit blauen Punkten gekennzeichnet sind. Zur Verdeutlichung ist in Bild 5.37 (mittlere Darstellung) die Ebene des Wissenstyps 1 (WT_1) dargestellt.

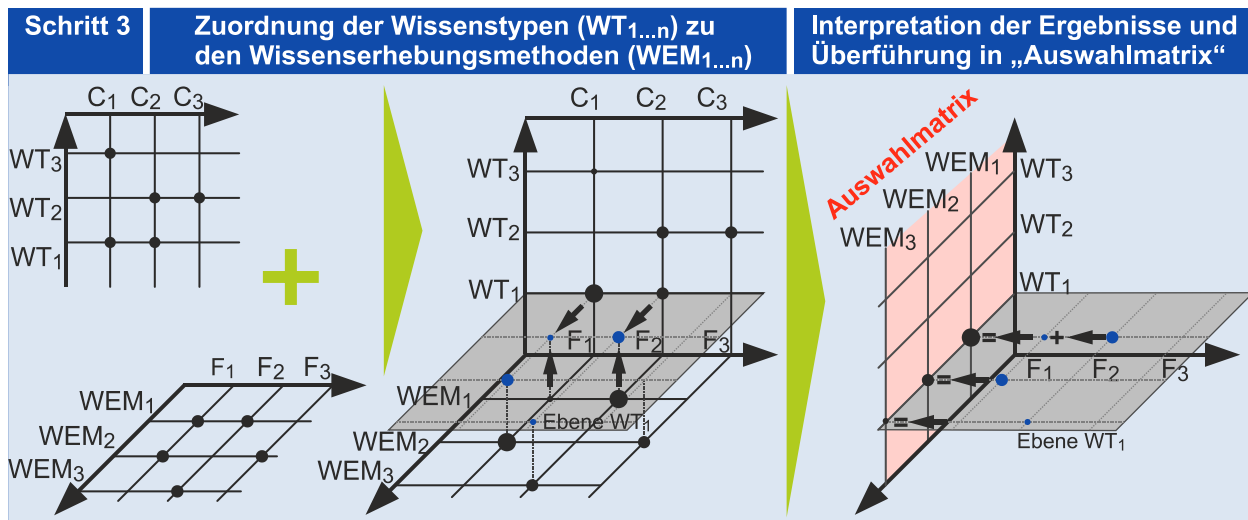


Bild 5.37: Zuordnung von Wissenstypen zu Wissenserhebungsmethoden und Erarbeitung der Auswahlmatrix [in Anlehnung an ROTH13, S. 5 f.]

Ergänzend ist anzumerken, dass die Punkte in den Abbildungen von unterschiedlicher Größe sein können. Die Größe der Punkte berücksichtigt, dass unterschiedliche Wissenstypen spezifische Charakteristika sowie unterschiedliche Wissenserhebungsmethoden spezifische Fähigkeiten in unterschiedlicher Intensität besitzen. In Roth und Binz [ROTH13, S. 6] wird vorgeschlagen, dass zwischen vier Intensitätsstufen zu unterscheiden ist: kein Punkt (keine Übereinstimmung, z. B. WT_2/C_1), kleiner Punkt (geringe Übereinstimmung, z. B. WT_3/C_1), mittlerer Punkt (durchschnittliche Übereinstimmung, z. B. WEM_3/F_2) und großer Punkt (hohe Übereinstimmung, z. B. WEM_2/F_1).

Als letzter Schritt muss nun jede Ebene in Bild 5.37 (rechte Darstellung) interpretiert werden (Interpretationsphase). Hierzu werden alle Individualergebnisse summiert. Die Auswahlmatrix in Bild 5.37 beinhaltet die endgültigen Ergebnisse der zuvor durchgeführten Schritte. In der Ebene des Wissenstyp 1 (Ebene WT_1) scheint die Wissenserhebungsmethode 1 (WEM_1) die am geeignetste Methode und die Wissenserhebungsmethode 3 (WEM_3) die am wenigsten geeignete Methode zu sein.

5.3.1.4 Erstanwendung und Anpassung auf das Gebiet der Wissenserhebung kontextstarker Wissenstypen in der Produktentwicklung.

Dieses Kapitel fasst die Erkenntnisse der vorangegangenen Kapitel in der Form zusammen, dass das vorgeschlagene Vorgehen (bestehend aus drei Schritten) für den vorliegenden Anwendungsfall der Bewertung von kontextstarken Wissen in der Produktentwicklung übertragen wird. Die Erkenntnisse wurden von Gründler [GRÜNDLER12] (studentische Arbeit, die unter Anleitung des Verfassers dieser Arbeit erstellt wurde) sowie auch Roth und Binz [Roth13, S. 6 ff.] erarbeitet und werden nun zusammengefasst vorgestellt. Die Anwendung der Vorgehensweise auf ein reales Anwendungsbeispiel entspricht nach dem DRM-Verständnis einer Unterstützungsevaluation, in der die Konsistenz (sinnvolles Zusammenhängen der Elemente und Widerspruchsfreiheit), die Vollständigkeit (Adressieren jeder beabsichtigten Funktion) sowie die Logik (auf der untersten Detaillierungsebene wird die Funktion von Elementen sichergestellt) überprüft werden und damit die grundsätzliche Funktionsfähigkeit [BLESSING09, S. 176 f.].

Das Durchführen der in Kapitel 5.3.1.1 benannten Inhaltsanalyse führt nach Roth und Binz [ROTH13, S. 6] zu sieben wesentlichen Charakteristika der betrachteten Wissenstypen. Tabelle 5.9 listet diese mit zugehörigen Kurzbeschreibungen auf.

Charakteristikabezeichnung [GRÜNDLER13, S. 47 ff.]	Kurzbeschreibung
C ₁ Überblick/Struktur	Wissenstyp beinhaltet allgemeine Fakten und allgemeine Informationen über ein spezifisches Fachgebiet.
C ₂ Detailtiefe	Wissenstyp repräsentiert viele detaillierte Informationen (Detailwissen).
C ₃ Problemlösungsprozess	Wissenstyp kommt bei Problemlösungsprozessen zum Einsatz.
C ₄ Vergangenheitsbezug	Wissenstyp repräsentiert Aktionen/Handlungen, die in der Vergangenheit ausgeführt wurden.
C ₅ Zukunftsbezug	Wissenstyp repräsentiert Aktionen/Handlungen, die die Zukunft betreffen.
C ₆ Konditionalität	Wissenstyp unterstützt bei Entscheidungen, die aufgrund <i>Was wäre wenn-Fällen</i> anstehen.
C ₇ Normativität	Wissenstyp beinhaltet notwendige Herleitungen, die bei der Ausführung einer Aufgabe benötigt werden.

Tabelle 5.9: Charakteristika (C1...n) der Wissenstypen und deren Kurzbeschreibungen [nach ROTH13, S. 6]

In Tabelle 5.10 werden die Charakteristika aus Tabelle 5.9 jedem Wissenstyp zugeordnet. Zum Beispiel „beinhaltet Geschäftsstrategiewissen die grundsätzliche Strategie

eines Unternehmens" [ROTH10, S. 7]. Basierend auf dieser kurzen Definition und auf anderen detaillierten Beschreibungen beinhaltet dieser Wissenstyp hauptsächlich das Vorgehen zum Erreichen der Vision eines Unternehmens. Hierfür besitzt dieser Wissenstyp einen starken Zukunftsbezug (C₅). Darüber hinaus muss der Wissenstyp in der Lage sein, einen Überblick (C₁) aber auch detaillierte Einsichten (C₂) in spezifische Geschäftsbereiche (Finanzabteilung etc.) zu geben, ebenso wie die Berücksichtigung von *Was-wäre-wenn-Fällen* (englisch: What-if-cases) (C₆) zu ermöglichen.

Das Ergebnis der nach Roth und Binz [ROTH13, S. 7] vollständig durchgeführten Inhaltsanalyse der kontextstarken Wissenstypen ist in Tabelle 5.10 wiedergegeben. Die Werte der Tabelle bilden den Grad der Erfüllung ab, wie in Kapitel 5.3.1.3 erklärt. Führungswissen zum Beispiel, beinhaltet zu einem großen Teil das Charakteristikum 1 (C₁) und mit einem durchschnittlichen Anteil das Charakteristikum 2 (C₂). In Tabelle 5.10 wird deshalb wiedergegeben, wie stark jeder Wissenstyp jedes Charakteristikum beinhaltet. Der Wert 1 deutet auf eine hohe Korrelation zwischen Wissenstyp und Charakteristikum hin, der Wert 0,5 auf eine durchschnittliche Korrelation. Der Wert 0 besagt, dass der betrachtete Wissenstyp nicht mit diesem spezifischen Charakteristikum beschrieben werden kann.

Kontextstarke Wissenstypen [QUELLEN]		Charakteristika (C _{1...n})						
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
WT ₁	Geschäftstrategiewissen	0,5	0,5			1,0	0,5	
WT ₂	Führungswissen	1,0	0,5					
WT ₃	Handlungswissen			1,0				
WT ₄	Operationales Wissen			1,0				
WT ₅	Konditionales Wissen						1,0	
WT ₆	Normatives Wissen							1,0
WT ₇	Expertenwissen	0,5	1,0	0,5				
WT ₈	Erfahrungswissen				1,0			
WT ₉	Episodisches Wissen				1,0			

Tabelle 5.10: Kontextstarke Wissenstypen (WT1...n) und zugeordnete Charakteristika (C1...n) [nach ROTH13, S. 7]

Im einem zweiten Schritt werden in Anlehnung an das grundsätzliche Vorgehen aus Kapitel 5.3.1.2 Wissenserhebungsmethoden hinsichtlich ihrer Fähigkeiten untersucht. Hierfür wurden durch Roth und Binz [ROTH13, S. 7] zuerst eine Vielzahl an Wissenserhebungsmethoden mittels Literaturrecherche gesammelt.

So identifizieren Shadbolt und Burton [Shadbolt89, S. 16] vier Techniken: das strukturierte Interview, die Protokollanalyse, das *Card-Sorting* und die *Laddered Grids*. Wagner et al. [WAGNER01, S. 82 ff.] stufen die folgenden Methoden als die meist üblichen ein: unstrukturiertes Interview, strukturierte Interviewtechniken, Protokollanalyse, *psychological scaling* sowie das *Card-Sorting*. Hua [HUA08, S. 181 ff.] wiederum unterscheidet die Methoden wie folgt: Protokollgenerierungstechniken, Protokollanalysetechniken, matrixbasierte Techniken, Sortiertechniken, Aufgaben mit limitierten Informationen für Experten sowie diagrammbasierte Techniken. Castellanos et al. [CASTELLANOS11, S. 11085 f.] differenzieren ihrerseits in direkte Ansätze, Beobachtungsansätze, indirekte Ansätze, Ansätze des maschinellen Lernens sowie Ansätze zur Dokumentenverarbeitung.

Roth und Binz [ROTH13, S. 7] konnten basierend auf den genannten Autoren, wie auch weiterer, 35 relevante Erhebungsmethoden bestimmen. Tabelle 5.11 listet die für die Aufgabe maßgeblich relevanten Wissenserhebungsmethoden auf und stellt diese clusterorientiert vor. Die vollständige Liste der Wissenserhebungsmethoden kann in Anhang A.10 eingesehen werden.

Cluster	Wissenserhebungsmethoden (WEM _{1...n})	
Interviewmethoden	WEM ₁	Unstrukturiertes Interview
	WEM ₂	Strukturiertes Interview
Expertenbeobachtungsmethoden	WEM ₄	Protokollanalyse
	WEM ₆	Aufgaben mit limitierten Informationen für den Experten
	WEM ₈	Retrospektive Fallbeschreibung
	WEM ₉	Hypothetische Fälle (Forward Scenario Simulation)
	WEM ₁₀	Critical Incident Methode
Reviewmethoden	...	...
Kognitiv-strukturierende Methoden	WEM ₁₅	Repertory Grid Technique
	WEM ₁₆	Concept Sorting
Sprachbasierte Methoden	...	...
Andere Methoden	WEM ₂₈	Vorwärts-/Rückwärtssimulationen
Prozesswissen-Methoden	...	...
Systemmethoden	...	...

Tabelle 5.11: Auszug betrachteter Wissenserhebungsmethoden [nach ROTH13, S. 7]

Die Analyse der ausgewählten Wissenserhebungsmethoden führt nach Roth und Binz [ROTH13, S. 7 f.] zu 11 wesentlichen Fähigkeiten der Methoden. Tabelle 5.12 listet diese mit zugehörigen Kurzbeschreibungen auf.

Fähigkeitenbezeichnung [GRÜNDLER13, S. 47 ff.]		Kurzbeschreibung [angelehnt an GRÜNDLER13, S. 47 ff.]
F ₁	Überblick/Struktur	Fähigkeit, Überblick über ein Fachgebiet zu geben und deren Strukturen aufzuzeigen.
F ₂	Detailtiefe	Fähigkeit, Tiefenwissen aufzudecken.
F ₃	Freiheit während der Methode	Fähigkeit, während der Erhebung diese situativ steuern und anpassen zu können.
F ₄	Strukturierte Vorgehensweise	Fähigkeit, mit einem hohen Grad an Strukturiertheit vorzugehen.
F ₅	Beeinflussung des Experten durch WI	Fähigkeit, eine Beeinflussung des Befragten durch den Wissensingenieur (WI) zuzulassen.
F ₆	Problemlösungsprozess	Fähigkeit, Wissenstypen zu bewerten, bei denen der Problemlösungsprozess eine entscheidende Rolle spielt.
F ₇	Vergangenheitsbezug	Fähigkeit, Geschehnisse aus der Vergangenheit zu betrachten.
F ₈	Zukunftsbezug	Fähigkeit, künftige Geschehnisse zu betrachten.
F ₉	Konditionalität	Fähigkeit, <i>Was-wäre-wenn-Fälle</i> zu beantworten.
F ₁₀	Normativität	Fähigkeit, Begründungen für Handlungen und Aussagen aufzudecken.
F ₁₁	Aufdecken von impliziten Wissen	Fähigkeit, implizites Wissen zu erheben.

Tabelle 5.12: Fähigkeiten (F₁...n) von Wissenserhebungsmethoden und zugehörige Kurzbeschreibungen [nach ROTH13, S. 8]

Wie in Kapitel 5.3.1.2 vorgegeben, ist eine Zuordnung der Fähigkeiten aus Tabelle 5.12 zu jeder Wissenserhebungsmethode vorzunehmen. Die retrospektive Fallbeschreibung (WEM₈) zum Beispiel eignet sich zur Beschreibung bestimmter Fälle in der Vergangenheit und besitzt damit die Fähigkeit (F₇). Diese Wissenserhebungsmethode bietet ebenso einen gewissen Freiheitsgrad bei der Durchführung (F₃) sowie eine Einflussnahme des Wissensingenieurs auf den Experten bei der Befragung (F₅). Darüber hinaus ist es mit dieser Wissenserhebungsmethode möglich, Wissenstypen zu bewerten, bei denen der Problemlösungsprozess eine entscheidende Rolle spielt (F₆). Zudem lassen sich mit der normativen Fähigkeit der Methode (F₁₀) für Handlungen die zugehörigen Gründe bestimmen. [GRÜNDLER12, S. 48]

Die Zahlenwerte in Tabelle 5.13 geben an, wie stark eine Fähigkeit in jeder Wissenserhebungsmethode ausgeprägt ist. Der Wert 2 steht für eine hohe Ausprägung, der Wert 0 für eine geringe Ausprägung. Negative Werte (wie z. B. -1 und -2) deuten darauf hin, dass diese Fähigkeit überhaupt nicht vorkommt, oder evtl. auch gar nicht vorkommen soll.

Abgleich und Zuordnung (F1...n) = (C1...n)		Wissenserhebungsmethoden (WEM _{1...n})									
		1	2	4	6	8	9	10	15	16	28
F ₁ =C ₁	Überblick/Struktur	2	1	-2	-2	-2	-2	-2	2	2	-2
F ₂ =C ₂	Detailtiefe	-1	1	2	0	-1	-1	-1	0	0	2
F ₃	Freiheit während der Methode	2	-2	1	1	1	1	1	0	0	0
F ₄	Strukturierte Vorgehensweise	-2	2	0	0	0	0	0	0	0	1
F ₅	Beeinflussung des Experten durch WI	2	2	-2	-2	1	1	1	0	0	1
F ₆ =C ₃	Problemlösungsprozess	0	0	2	2	1	1	1	0	0	2
F ₇ =C ₄	Vergangenheitsbezug	0	0	0	0	2	-2	2	0	0	0
F ₈ =C ₅	Zukunftsbezug	0	0	0	0	-2	1	-2	0	0	0
F ₉ =C ₆	Konditionalität	0	0	0	1	-2	2	-2	0	0	1
F ₁₀ =C ₇	Normativität	0	0	1	1	1	1	1	0	0	2
F ₁₁	Aufdecken von impliziten Wissen	-2	-2	1	1	0	0	0	0	0	0

Tabelle 5.13: Fähigkeiten (F1...n) zugeordnet zu Wissenserhebungsmethoden (WEM1...n) [nach ROTH13, S. 8]

Roth und Binz [ROTH13, S. 8] führen abschließend den dritten Schritt des Vorgehens aus, dessen Ergebnisse in Tabelle 5.14 dargestellt werden. Die Matrix repräsentiert die Ergebnisse der Auswahlmatrix im abstrahierten Modell in Bild 5.37. Zur besseren Darstellung beinhaltet die Tabelle nur die jeweils zwei bestgeeigneten Wissenserhebungsmethoden für jeden kontextstarken Wissenstyp. Der Wissenstyp 1 (WT1 = Geschäftsstrategiewissen) sollte demnach mittels einer unstrukturierten (WEM1) oder strukturierten (WEM2) Interviewtechnik erhoben werden. Die Größe der Punkte in Tabelle 5.14 repräsentiert erneut den Grad der Eignung zur Erhebung. Die Verwendung der Wissenserhebungsmethode mit dem größeren Punkt wird empfohlen. Gleich große Punkte deuten auf eine identische Eignung hin.

Wissenserhebungsmethoden (WEM _{1...n})	Wissenstypen (WT _{1...n})								
	WT ₁	WT ₂	WT ₃	WT ₄	WT ₅	WT ₆	WT ₇	WT ₈	WT ₉
WEM ₁	●	●							
WEM ₂	●	●					●		
WEM ₄			●	●			●		
WEM ₆									
WEM ₈								●	●
WEM ₉					●				
WEM ₁₀						●		●	●
WEM ₁₅									
WEM ₁₆									
WEM ₂₈			●	●	●	●			

Tabelle 5.14: Auswahlmatrix für Wissenserhebungsmethoden für jeden kontextstarken Wissenstyp der Produktentwicklung [nach ROTH13, S. 8]

Zusammenfassung

Mit den vorgestellten Schritten wird als Ergebnis ein Vorgehen aufgezeigt, das es ermöglicht, eine zielgerichtete Auswahl von Wissenserhebungsmethoden in Abhängigkeit des jeweils zu erhebenden kontextstarken Wissenstyps vorzunehmen. Hierzu wurde zum einen das theoretische Grundgerüst vorgestellt und zum anderen eine erste Anwendungsevaluation im Sinne der eigenen Anwendung auf das vorliegende Projekt durchgeführt. An dieser Stelle ist einzuwenden, dass dieses Vorgehen einen hohen Kenntnisstand der Wissenstypen wie auch der Wissenserhebungsmethoden voraussetzt. Zudem muss berücksichtigt werden, dass (auch wenn dieses Vorgehen eine gewisse Transparenz in der Auswahl bietet) die Einordnung bzw. Einschätzung der einzelnen Faktoren nie rein objektiv sein kann. Die eindeutigen Schritte, und damit die Transparenz in der Auswahl, tragen aber zu einer Reduktion subjektiver Elemente bei. Die vorgeschlagenen Wissenserhebungsmethoden sollen als bestgeeignete Vorschläge verstanden werden. Bisher wurde noch nicht nachgewiesen, dass es sich in jedem Fall auch um die effizientesten Methoden handelt. Wird die existierende Literatur berücksichtigt, ist es fragwürdig, ob dies je tatsächlich möglich sein wird. Zur weiteren Evaluierung wurden die ermittelten Ergebnisse nach Roth und Binz [ROTH13, S. 6 ff.] zudem noch drei wissenschaftlichen Kollegen (mit Hintergrundwissen im Bereich des Wissensmanagements) des Instituts für Konstruktionstechnik und Technisches zur Diskussion gestellt. Dies kann nicht als repräsentativ angesehen werden, jedoch wurden die erzielten Ergebnisse von allen Diskussionsteilnehmern als realistisch eingestuft.

5.3.2 Detailliertere Wissenserhebung für kontextschwache Wissenstypen

Im vorherigen Kapitel wurden Möglichkeiten zur Erhebung kontextstarker Wissenstypen vorgestellt. Dagegen lassen sich kontextschwache Wissenstypen zusätzlich in semantischen Netzen repräsentieren. Die hierfür notwendige Repräsentationsfähigkeit in Abhängigkeit der Kontextsensitivität von Wissen in der Produktentwicklung wurde in Kapitel 5.1.3 nachgewiesen. Kapitel 5.2.2.1 und Bild 5.14 beinhalteten ein angepasstes Vorgehen zur Erarbeitung semantischer Netze kontextschwacher Wissenstypen. Mit der dort eingeführten Abfrage mittels generischem Strukturmodell und dem daraus entstandenen Workshop, in dem Karteikarten zur Bestimmung des vorliegenden SOLL-Wissens zur Anwendung kamen, konnte aufgezeigt werden, dass mit geeigneten Fragestellungen Wissens Elemente operationalisiert werden können. Unter Operationalisieren wird in diesem Kontext das *Greifbarmachen* von Wissen bzw. Treffen von Aussagen zum Vorhandensein von Wissen verstanden.

Für das weitere Vorgehen sei zudem auf das in Bild 5.12 vorgestellte Stufenmodell zur Analyse des SOLL- und IST-Wissensstands verwiesen. Die in den vorherigen Kapiteln eingeführten Methoden führen zu einer Erarbeitung eines angepassten Strukturmodells / einer SOLL-Wissensbasis (Stufe 1 in Bild 5.12). Ziel dieses Kapitels ist es, das in Bild 5.12 benannte Vorgehen (Stufe 2) zur Bestimmung einer aktuellen IST-Wissensbasis vorzustellen. Bild 5.38 enthält den in Anlehnung an Kapitel 5.2.2.1 zugrundeliegenden Ablauf und erweitert diesen um die zuvor benannte zweite Stufe. Innerhalb dieser zweiten Stufe werden der Analyse- und Syntheseschritt detaillierter betrachtet. Ausgehend von einem angepassten Strukturmodell, das das benötigte Wissen für die Entwicklung eines zum Referenzprodukt *ähnlichen* Produkts darstellt, stellt sich die Frage, welches Wissen zum Ausführungszeitpunkt der Analyse im Unternehmen bzw. direkt in der Produktentwicklung vorliegt.

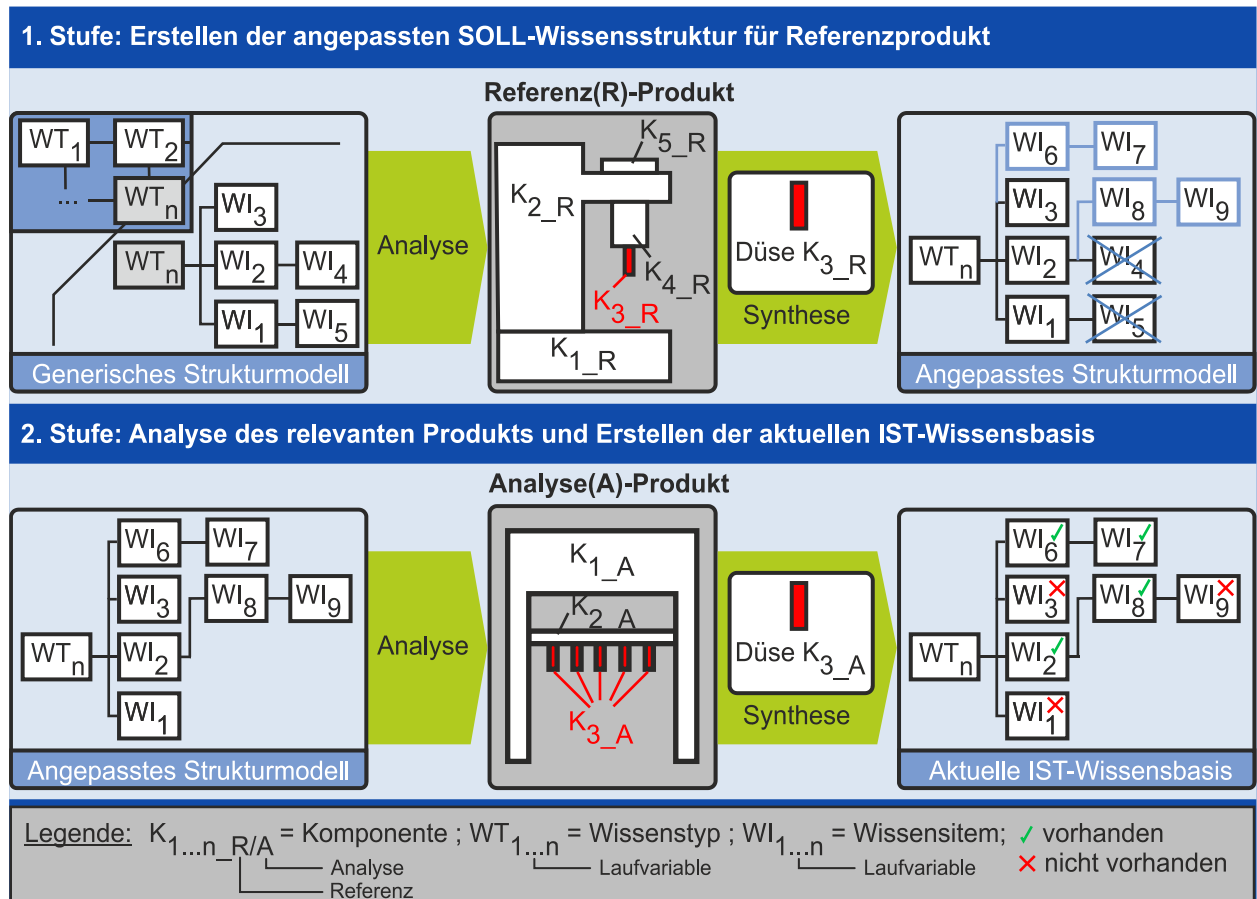


Bild 5.38: Vorgehen zur Ableitung der vorliegenden IST-Wissensbasis für ein zu analysierendes Produkt (= 2. Stufe in Abbildung)

Bild 5.39 beinhaltet das Vorgehen zum Operationalisieren des IST-Wissensstands. Dies erfolgt, wie kapituleitend vorgestellt, durch individualisierte Fragestellungen.

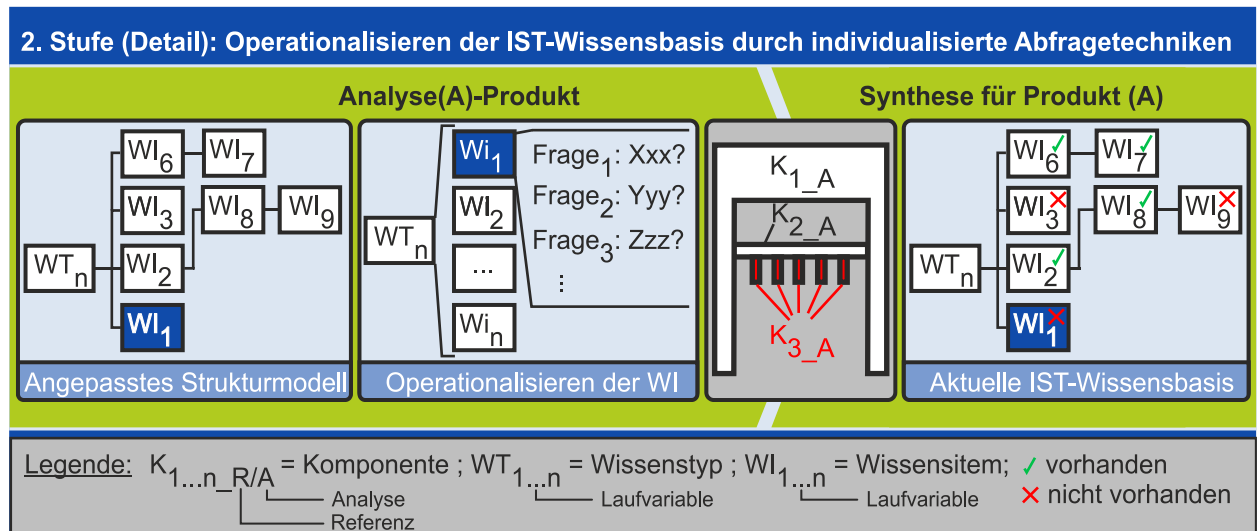


Bild 5.39: Operationalisieren der IST-Wissensbasis durch individualisierte Abfragetechniken

Nach Porst [PORST08, S. 51 ff.] stehen für die Abfrage von Informationen/Wissen verschiedene Formen der Fragestellung zur Verfügung, die er folgendermaßen beschreibt. Grundsätzlich kann zwischen geschlossenen, halboffenen und offenen Fragen unterschieden werden. Bei geschlossenen Fragen gibt es eine begrenzte und definierte Anzahl möglicher Antworten. Differenziert wird hier weiter nach Einfachnennungen (nur eine zulässige Antwort) und Mehrfachnennungen (mehrere Antworten möglich). Halboffene Fragestellungen kommen in der Regel zur Anwendung, wenn der Fragende sich eine Antwortmöglichkeit offenhalten möchte, die bei der Frageerstellung nicht bedacht wurde. Hier wird an eine geschlossene Frage eine zusätzliche Kategorie (z. B. Sonstiges) angehängt. Bei der Frageform der offenen Fragen wird lediglich nur der Fragetext bereitgestellt. Es existieren keine Antwortmöglichkeiten und die Antworten werden vom Befragten selbst formuliert. Der Fragenersteller muss sich im Vorfeld darüber bewusst sein, dass in diesem Fall die Ergebnisse stark von der Verbalisierungsfähigkeit des Befragten abhängen.

Darüber hinaus wird in Porst [PORST08, S. 69 ff.] der Fragestellung nachgegangen, wie optimale Skalenniveaus aussehen sollten. Zwischen einer Vielzahl an Möglichkeiten sind beispielweise Überlegungen zum Skalentyp oder zur Skalenart anzustellen. Wesentliche Skalentypen sind Nominal-Skalen (Ausprägungen werden Ziffern oder Symbole zugeordnet: Lösungsraum z. B. 0 oder 1 bzw. Ja oder Nein), Ordinal-Skalen (Ausprägungen haben relationalen Bezug zueinander. Lösungsraum z. B. sehr gering, gering, stark, sehr stark), Intervall-Skalen (Ordinal-Skalen mit gleichbleibenden Abständen zwischen den Skalenpunkten. Lösungsraum z. B. trifft überhaupt nicht zu bis trifft voll und ganz zu) oder Ratio-Skalen (Intervallskalen mit einem echten Skalennullpunkt. Lösungsraum -2, -1, 0, 1, 2). Die Skalenart lässt sich allgemein in verbalisierte Skalen (Skalen mit Benennung jedes einzelnen Skalenpunkts) oder endpunktbenannte Skalen (Es werden nur die beiden maximalen Skalenendpunkte benannt.) unterscheiden.

Im Rahmen dieser Arbeit sind die Erkenntnisse zur Fragenerstellung aus drei Standardwerken [PORST08, S. 51 ff., FRIEDRICH90, S. 192 ff. und KROMREY98, S. 228 ff.] eingeflossen und resultieren in den in Bild 5.40 abgebildeten Frageausführungen. Bislang erfolgte keine Untersuchung, welche Form der Frageausführung zu priorisieren ist. Dies ist jedoch auch nicht Bestandteil dieser Arbeit.

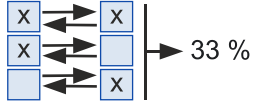
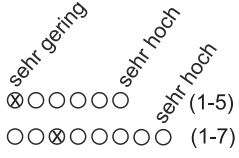


Frageausführung	Antwortart/-form (A)	(Referenz-)Lösung (L)	Bewertung/Auswertung												
Freitext															
Beispiel Wie funktioniert ein Dämpfungselement?	(Frei-)Text <input type="text" value="..."/>	alles zulässig <input type="text" value="..."/>	Auswertung erfolgt durch den Wissensingenieur. ↳ ja/nein (richtig/falsch)												
Kontrollkästchen: 1-x															
Beispiele Kreuzen Sie ... an. Was gehört zu ...? Welche ... kennen Sie?	Text Auswahl <input type="text" value="..."/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="text" value="..."/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="text" value="..."/> <input type="checkbox"/>	Text Auswahl <input type="text" value="..."/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="text" value="..."/> <input type="checkbox"/> <input type="text" value="..."/> <input checked="" type="checkbox"/>	Automatisierter Abgleich von (A) mit (L) möglich.  33 %												
Ja-/Nein-Entscheidung															
Beispiel Ist der Werkstoff ... duktil?	Auswahl <input type="button" value="Ja"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="button" value="Nein"/> <input type="checkbox"/>	Auswahl <input type="button" value="Ja"/> <input type="checkbox"/> <input type="button" value="Nein"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Automatisierter Abgleich von (A) mit (L) möglich. ↳ 0 % oder 100 %												
Einschätzung: 1-5 oder 1-7															
Beispiele Wie hoch ist ... von ...? Wie gut beherrschen Sie ...?		Festgelegter Grenzwert Sensitivitäts-Level (x %) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Automatisierter Abgleich von (A) mit (L) möglich. Werte in % (1-5) <table border="1" data-bbox="1150 869 1433 898"><tr><td>0</td><td>25</td><td>50</td><td>75</td><td>100</td></tr></table> (1-7) <table border="1" data-bbox="1150 904 1433 949"><tr><td>0</td><td>16</td><td>33</td><td>50</td><td>67</td><td>84</td><td>100</td></tr></table>	0	25	50	75	100	0	16	33	50	67	84	100
0	25	50	75	100											
0	16	33	50	67	84	100									
Bild + Text + Kontrollkästchen (1-x)															
Beispiel Was für ein Wirkprinzip ist abgebildet?	Bild  Text Auswahl <input type="text" value="..."/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="text" value="..."/> <input type="checkbox"/> <input type="text" value="..."/> <input type="checkbox"/>	Text Auswahl <input type="text" value="..."/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="text" value="..."/> <input type="checkbox"/> <input type="text" value="..."/> <input type="checkbox"/>	Automatisierter Abgleich von (A) mit (L) möglich. ↳ 3 von 3 --> 100 %												
Bild + Entscheidung															
Beispiel Handelt es sich in dem Bild um einen duktilen Bruch?	Bild  Auswahl <input type="button" value="Ja"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="button" value="Nein"/> <input type="checkbox"/>	Auswahl <input type="button" value="Ja"/> <input type="checkbox"/> <input type="button" value="Nein"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Automatisierter Abgleich von (A) mit (L) möglich. ↳ 0 % oder 100 %												
„Skizze + Entscheidung“															
Beispiel Zeichnen Sie einen Bruch eines duktilen Werkstoffs.	Formularblatt <input type="text" value="Skizze"/>	Beispiellösung <input type="text" value="Bsp. Skizze"/>	Auswertung erfolgt durch den Wissensingenieur. ↳ ja/nein (richtig/falsch)												

Bild 5.40: Individualisierte Frageausführungen und -auswertungen

Aus der Auswertung der Fragen ging hervor, dass die Form der Fragestellung eine wesentliche Rolle spielt. Je individueller bzw. freier eine Antwortmöglichkeit ist, desto schwieriger ist deren Ergebnisinterpretation. Mündet das Ergebnis in einer klaren Ja-/Nein-Entscheidung, ist keine weitere Interpretation notwendig. Kann der Befragte jedoch beispielsweise mit Skizzen oder Freifeldern antworten, ist eine Phase der Interpretation des Ergebnisses bezogen auf ein bekanntes/gewünschtes Referenzergebnis notwendig. Diese Ergebnisinterpretation kann unter anderem durch die Rolle des Wissensingenieurs durchgeführt werden.

Ziel heutiger Methoden und Prozesse ist es zudem, möglichst vieles automatisiert ablaufen zu lassen. Gegenwärtig liegt noch keine vollumfängliche, softwarebasierte Bewertungssoftware für Wissen in der Produktentwicklung vor. Zur künftigen Erreichung dieses Ziels wurden Überlegungen zur Auswertung und damit auch zur Automatisierung der einzelnen Formen von Frageausführungen angestellt. Das Ergebnis wird in Bild 5.40 in der rechten Spalte wiedergegeben.

Als Ergebnis für dieses Kapitel wird das gesamte Vorgehen zur Operationalisierung der IST-Wissensbasis anhand eines Beispiels vorgestellt. Hierzu wurde für Welle-Nabe-Verbindungen ein vereinfachtes semantisches Netz für den Wissenstyp Faktenwissen erstellt (siehe Bild 5.41).

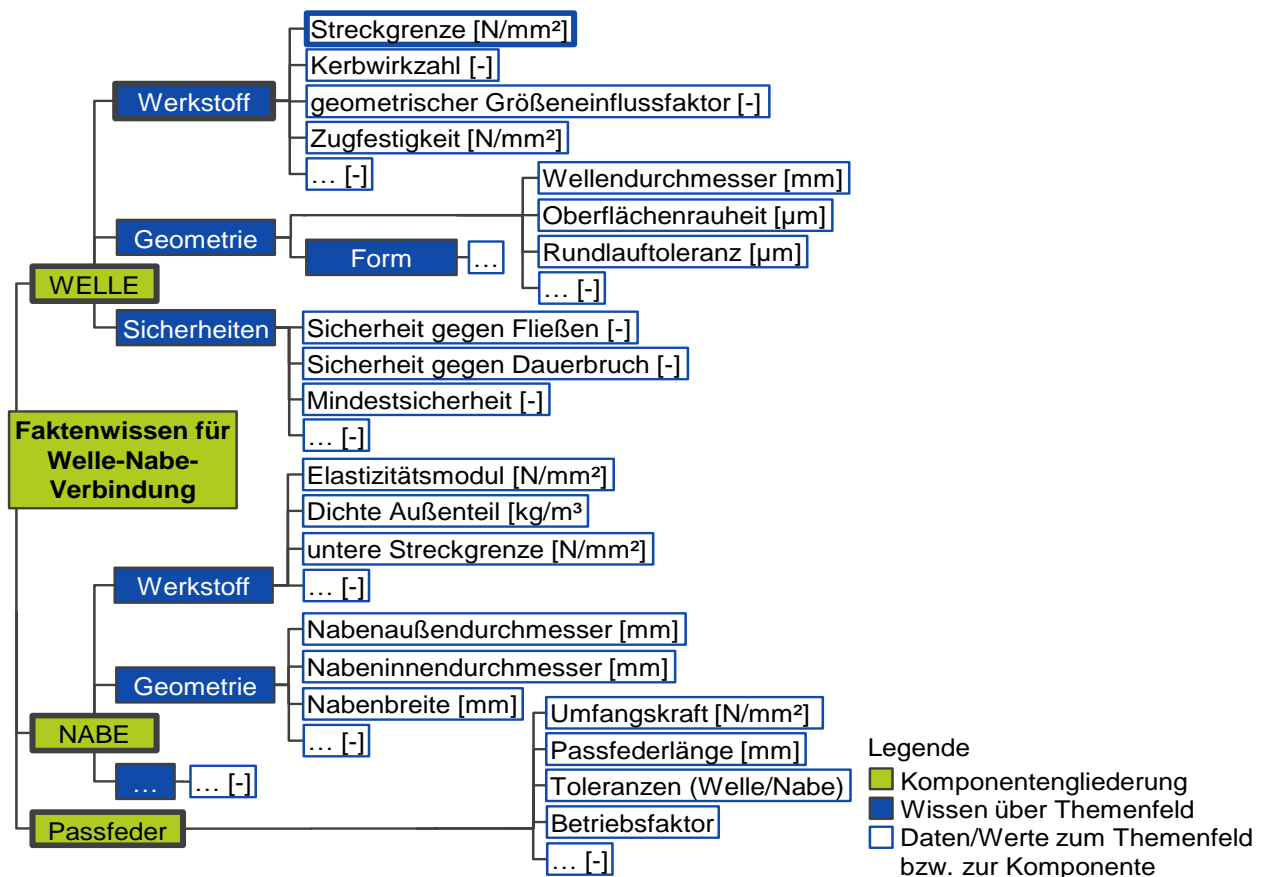


Bild 5.41: Vereinfachtes semantisches Netz für Welle-Nabe-Verbindungen (Auszug)

Die Summe aller verknüpften Wissens-elemente stellt das notwendige Faktenwissen zur Entwicklung von Welle-Nabe-Verbindungen dar (= SOLL-Wissensstand). Vorteilhaft für die Ableitung der vorliegenden IST-Wissensbasis ist, dass im aufbereiteten semantischen Netz für jedes Wissens-element bereits die abzufragenden Themenfelder hinterlegt sind. Werden diese mit ihren zugehörigen Daten/Werten erweitert, kann mit den zuvor eingeführten Frageausführungen das Vorhandensein notwendigen Wissens bei den Produktentwicklern im Unternehmen abgeprüft werden. Dafür ist die Formalisierung jedes

Wissenselements mit einer zugehörigen Frage eine notwendige Aufgabe. Die Erstellung solcher Fragen sollte im Unternehmen durch Wissensingenieure erfolgen. Exemplarisch wird dies für die fett umrandeten Felder im gegebenen semantische Netz vorgeführt.

Ist es die Aufgabe der Produktentwicklung eine Welle-Nabe-Verbindung zu konstruieren, ist hierfür Wissen u. a. über Werkstoffe und/oder zugehöriger Streckgrenzen notwendig. Eine mögliche Abfrageform ist in Bild 5.42, Punkt 1 und 2 dargestellt. Sobald verschiedene Komponenten miteinander gepaart werden, müssen Passungen bzw. Toleranzfelder berücksichtigt werden. Wie das Prüfen diesbezüglicher notwendiger Fachkompetenz aussehen kann, beinhaltet Punkt 3 in Bild 5.42. Auch sollten beteiligte Produktentwickler die zum Einsatz kommenden Komponenten (Welle, Nabe, Passfeder und weitere) kennen und auslegen können. Unter anderem kann dies, wie in Bild 5.42, Punkt 4 und 5 gezeigt, mittels Abfrage oder Skizze kontrolliert werden.

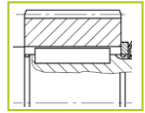
Wissenselement: Werkstoff		■ Lösung
(1) Kreuzen Sie den Werkstoff an, der bei Welle-Nabe-Verbindungen zum Einsatz kommen soll, wenn erhöhte Anforderungen an die Härtebarkeit und Zähigkeit gestellt werden.	<input type="checkbox"/> S355 <input type="checkbox"/> E355 <input checked="" type="checkbox"/> 42CrMo4 ← <input type="checkbox"/> CrNiMo6	
(2) Nennen Sie einen Werkstoff mit hoher Streckgrenze und geben Sie diese bitte an (Werkstoffdurchmesser 30 mm).	<input type="text"/> z. B. 42CrMo4 mit 1.000-1.200 N/mm ² CrNiMo6 mit 1.100-1.300 N/mm ²	
Wissenselement: Toleranzen		■ mögliche Lösung
(3) Wie gut kennen Sie sich mit Toleranzfeldern aus? Bitte ankreuzen.	sehr wenig ○○○○○ sehr gut	↑
Wissenselement: Komponenten (Welle, Nabe, Passfeder)		■ mögliche Lösung
(4) Benennen Sie die Ihnen bekannten Kraftübertragungselemente, die Sie auch auslegen können.	<input type="text"/> z. B. Passfeder	
(5) Zeichnen Sie eine Passfeder verbindung.	<input type="text"/> 	

Bild 5.42: Mögliche Operationalisierungsfragen für semantisches Netz aus Bild 5.41

Im Kontext dieser Arbeit sind ausführliche Fragenkataloge zur Operationalisierung der Wissens Elemente für die in Kapitel 5.2.2.1 aufgeführten semantischen Netze der kontextschwachen Wissenstypen entstanden. Diese umfassen in Summe mehr als 615 Fragen und bedienen sich der verschiedenen Frageausführungen aus Bild 5.40. Die Fragenkataloge stellen die Basis eines automatisierten Ansatzes dar, dessen prototypische Umsetzung in Kapitel 6 erstmals vorgestellt wird. Kapitel 5.4 widmet sich im Weiteren der Thematik Wissensrepräsentation.

5.4 Vorgehen zur Wissensrepräsentation

Bisher wurden Methoden zur Identifikation des benötigten SOLL-Wissens und der Erhebung des vorhandenen IST-Wissens erarbeitet sowie in möglichen Repräsentationsformen dargestellt. Nun werden in diesem Kapitel darüber hinausgehende Überlegungen zum Umgang mit der Wissensrepräsentation für diese Arbeit angestellt. Dabei schließt der Schritt der Wissensrepräsentation das nach Karbach [KARBACH88, S. 7 f.] definierte, übergeordnete Vorgehen der Wissensakquisition ab. Dieses besteht aus einer Wissenserhebungsphase (entspricht Vorgehensweisen in Kapitel 5.2.1), einer Analysephase (hierunter können maßgeblich die Ergebnisinterpretationen in Kapitel 5.3.2 verstanden werden) und einer Wissensrepräsentationsphase.

Innerhalb der Gesamtvorgehensweise ist das Modul der Wissensrepräsentation der letzte Schritt vor der abschließenden Wissensbewertung (siehe Bild 5.43).

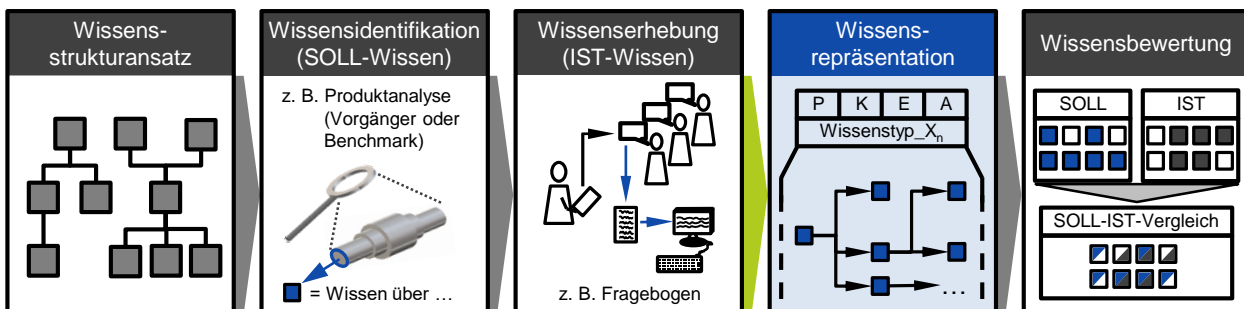


Bild 5.43: Einordnung des Moduls *Wissensrepräsentation* in Gesamtvorgehensweise

Die Erarbeitung einer Methode zum Bewerten von Wissen in der Produktentwicklung und der damit einhergehenden Wissensrepräsentation führen zu der Forschungsfrage:

Forschungsfrage in Kapitel 5.4

Wie kann das identifizierte bzw. erhobene Wissen zur Produktentwicklung bedarfsgerecht repräsentiert werden?

5.4.1 Wissensrepräsentationsformen

Zur Beantwortung der Forschungsfrage stehen in der Literatur und Forschung eine Vielzahl an Verfahren zur Repräsentation von Wissen zur Verfügung. Zudem existieren zahlreiche Werke, die sich mit der Zusammenstellung, dem Clustern und der Beschreibung der Verfahren beschäftigen. Unter anderem wurde von Dittmann [DITTMANN02, S. 6 ff.] innerhalb des KOWIEN-Projekts (Kooperatives Wissensmanagement in Engineering Netzwerken) eine untersuchende Darstellung zu Sprachen zur Repräsentation von Wissen durchgeführt. Diese [DITTMANN02, S. 5] differenziert in Anlehnung an Haun [HAUN00, S. 42] in deklarative und prozedurale Wissensrepräsentationsmethoden.

Deklarative Methoden eignen sich zur Beschreibung eines Sachverhalts. Sie geben jedoch keine Auskunft darüber, wie das Wissen anzuwenden ist [vgl. HAUN00, S. 43; BÜCKNER02, S. 78; WEICHERT03, S. 24 f.]. Werden die verschiedenen Methoden geclustert und gegenübergestellt, lassen sich nach Haun [HAUN00, S. 42] Datenmodelle (relationales Datenmodell, hierarchisches Datenmodell, Netzwerk-Datenmodell, Entity-Relationship-Modell), objektorientierte Methoden (semantische Netze, Frame-Repräsentation, strukturierte Vererbungsnetze), regelorientierte Methoden (logikorientierte Methode, grammatikalische Methode, Produktionsregel Methode) sowie lexikalische Methoden (Thesauri, Lexika) unterscheiden.

Beinhaltet die Wissensrepräsentationsform Informationen zum aktiven Gebrauch des Wissens, wie etwa in Form eines definierten Ablaufs, dann handelt es sich um prozedurale Methoden [vgl. HAUN00, S. 44; BÜCKNER02, S. 78 f.; WEICHERT03, S. 25]. Haun [HAUN00, S. 42] gruppiert diese in Agenten, Methoden und Programme.

Eine in Liese [LIESE04, S. 21] beschriebene Grundfunktion der Wissensrepräsentation besteht in der Bildung eines Ersatz(-modells), mit dem ein Gegenstand der realen Welt repräsentiert wird und somit für abstrakte Gedankenspiele zur Verfügung steht, ohne Konsequenzen für die reale Welt zu haben. Für das Thema der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung kann das Bilden von *Ersatzmodellen* im Bestimmen spezifischer Wissensbasen für Referenzprodukte (vgl. Kapitel 5.2.2) gesehen werden.

Auch Thel [THEL07, S. 23 f.] betont ein Bestreben zur formalisierten Beschreibung von Wissen durch verschiedenste Wissensrepräsentationsformen in verschiedenen Fachdisziplinen. Thel bietet eine Übersicht an, in der Wissensrepräsentationsformen in ihrer Begriffshierarchie abgebildet werden (siehe Bild 5.44).

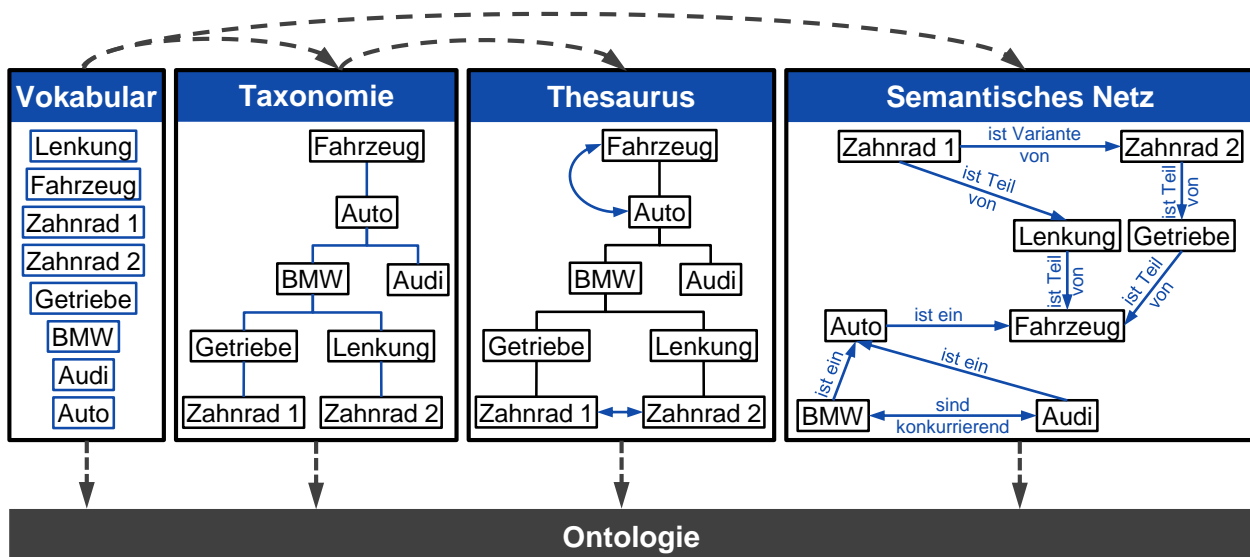


Bild 5.44: Begriffshierarchische Darstellung von Repräsentationsformen (in Anlehnung an [THEL07, S. 24])

Ausgehend von einem Vokabular lassen sich durch hierarchische Strukturierung und der Erstellung von Eltern-Kind-Beziehungen eine Taxonomie erstellen [THEL07, S. 25]. Diese auch als (gerichtete) Graphen (Digraph) bezeichnete Basisrepräsentation besteht aus (Wissens-)Elementen, die Knoten genannt werden, und sie verbindenden Kanten [LIESE04, S. 26 f.].

Können nicht hierarchiebezogene assoziative Beziehungen in einer hierarchischen Struktur ergänzt werden, liegt ein Thesaurus vor. [THEL07, S. 25]

Lassen sich hingegen erweiternd zu einer hierarchischen Struktur die Knoten mit sinnbehafteten Kanten (d. h. Relationen) verknüpfen, dann handelt es sich um ein semantisches Netz. Semantische Netze besitzen somit getypte Beziehungen zwischen den Knoten (bspw. „ist Teil von“; „ist ein“; „hat“). [Liese04, S. 30]; THEL07, S. 25 f.; CONRAD10, S. 133]

Nach Theil [THEL07, S. 25] können alle in Bild 5.44 benannten Strukturierungssysteme als Grundlage für eine Ontologie verwendet werden. Grundvoraussetzung ist die Einhaltung einer durchgängigen Grammatik.

Rückblickend wird ersichtlich, dass im Rahmen dieser Arbeit bereits an vielen Stellen die Notwendigkeit zur Repräsentation von Wissen bestand. Bereits in Kapitel 5.1.3 wurde die Repräsentationsfähigkeit von Wissenstypen und zugehöriger Wissens-elemente innerhalb semantischer Netze überprüft. Darauf aufbauend kamen diese bei den notwendigen Methodenentwicklungen zum Einsatz. Als wesentliche Erkenntnis dieser Arbeit kann daher festgestellt werden, dass aufgrund der Erfahrungen innerhalb der Kapitel 5.1 bis Kapitel 5.3 semantische Netze für die gegebene Aufgabe der Erstellung einer Methode

zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung als eine mögliche Repräsentationsform angesehen werden können.

Mit der Zielsetzung einer möglichst vollständigen und strukturierten Darstellung des Wissens zur Produktentwicklung, wurde der Fokus auf die Maximierung der zu repräsentierenden Wissensmenge gelegt. Auf die in semantischen Netzen normalerweise vorliegenden Kanteninformationen wurde deshalb überwiegend verzichtet. Die in den Arbeiten [BURMEISTER13] und [FANK11] bereitgestellten semantischen Netze wurden nach den gültigen Repräsentationsregeln modelliert.

5.4.2 Komplexitätsreduzierte Darstellung der vorliegenden Wissensbasen

Bei der Betrachtung der Gesamtheit der Methoden zur Wissensrepräsentation erfolgt die Formalisierung des Wissens in der Regel derart, dass eine spätere maschinelle Verarbeitung ermöglicht wird [Liese04, S. 16]. Dies stellt jedoch nicht das primäre Ziel dieser Arbeit dar. Auch wenn in Kapitel 5.3.2 eine automatisierte Wissensverarbeitung im Sinne einer Ergebnisinterpretation thematisiert wurde, besteht der Einsatzzweck der Wissensrepräsentation vornehmlich in einer einfachen, schnell erfassbaren und flexibel erweiterbaren/reduzierbaren, strukturierten Darstellung von Wissen zur Produktentwicklung. Mit der in der Forschungsfrage geforderten *bedarfsgerechten* Repräsentationsform ist somit, je nach Aufgabe innerhalb der zu entwickelnden Methode, ein zweckmäßiger Abstraktionsgrad / eine individualisierte Darstellungsform (je nach Anwendergruppe, z. B. Wissensingenieur, Entscheidungsträger oder Personalentwickler) anzubieten.

Insbesondere mit den im Kapitel 5.3.2 vorliegenden angepassten Strukturmodellen, können in Abhängigkeit des Detaillierungsgrads sehr umfangreiche semantische Netze vorliegen. Werden diese, wie in Bild 5.38 vorgeschlagen, unverändert zur Bestimmung der IST-Wissensbasis herangezogen, resultiert dies in einem entsprechend hohen Aufwand. Dieser Aufwand entsteht, da aufgrund des methodischen Vorgehens zur Beurteilung des vorliegenden Wissens jedes Wissensselement eines semantischen Netzes individuell abgefragt wird (siehe Bild 5.39).

Besteht der Wunsch, das Arbeiten mit den semantischen Netzen zeiteffizienter zu gestalten, sind diese zuvor in einen Anwendungskontext zu stellen. Im gewählten Anwendungskontext stellt sich dann die Frage, ob und wie semantische Netze in ihrer Komplexität reduziert werden können. Diese Fragestellung wurde aufgegriffen und entstammt im Wesentlichen den Ausführungen in Roth et al. [ROTH12A, S. 7 ff.] und den im Vorfeld erarbeiteten Grundlagen innerhalb einer durch den Autor dieser Arbeit betreuten

studentischen Arbeit [FANK11, S. 62 ff.]. Dabei wird die Hypothese bestätigt, dass durch Berücksichtigung von Einflussfaktoren (z. B. Unternehmensstrategie oder Branche) das Ableiten einer konkretisierten Wissensbasis möglich wird. Wesentlicher Bestandteil der Beweisführung ist hierbei die Erarbeitung einer an der Unternehmensstrategie ausgerichteten Wissensbasis. Roth [ROTH12A, S. 8] und Fank [FANK11, S. 63 ff.] bedienen sich hierzu in einem ersten Schritt der in der Literatur existierenden vier Maximalausprägungen strategischer Ausrichtungen. Diese ergeben sich aus den unternehmerischen Handlungsspielräumen und führen in Relation zum gewählten Markteintrittszeitpunkt zu einer *First-to-Market*- oder *Last-to-Market-Strategie*, bzw. in Bezug zu den korrelierenden Produktkosten und Kundennutzen zu den Strategien eines *Premiumprodukts* oder der *Kostenführerschaft* (siehe Bild 5.45).

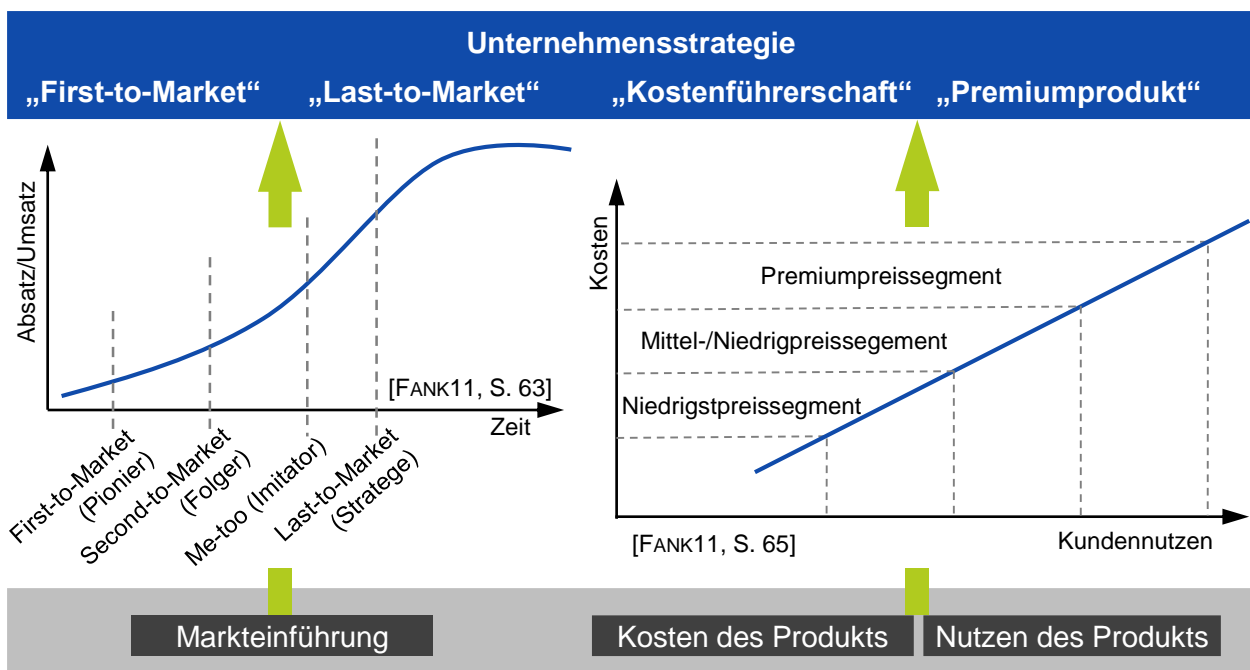


Bild 5.45: Diskrete Produktstrategien [FANK11, S. 63 ff. und ROTH12A, S. 9]

In einem zweiten Schritt untersucht Fank zwei grundsätzliche Ansätze zur Abbildung der Unternehmensstrategien innerhalb der gegebenen Wissensstrukturen. Zum einen wird die Möglichkeit einer „diskrete(n) Zuordnung von definierten Unternehmensstrategien und Strukturen des Produktentwicklungswissens nachgewiesen. Die Wissensstruktur wird durch eine Reduktion oder Erweiterung um angrenzende und gruppierte Wissensinhalte modifiziert“ [FANK11, S. 81 und ROTH12A, S. 7]. Wird die strategische Ausrichtung des Unternehmens zudem anhand von definierten Parametern erfasst, kann zum anderen eine darüber hinausgehende quasi-kontinuierliche Zuordnung der operationalisierten Unternehmensstrategie zu einzelnen Wissensinhalten erfolgen, wodurch die Struktur

kontinuierlich veränderlich ist [FANK11, S. 81 und ROTH12A, S. 7 f.]. Fank untersucht in seiner Arbeit beide Ansätze [FANK11, S. 82 ff.]. Für die vorliegende Arbeit wird aufgrund einer besseren Benutzerfreundlichkeit für spätere Anwender jedoch die diskrete Zuordnung von Unternehmensstrategien zu Wissensinhalten der Wissensstrukturen weiterverfolgt.

Für den Fall der diskreten Zuordnung ergibt sich die links in Bild 5.46 dargestellte Abstraktion. Bestehen in Unternehmen Kombinationen von Strategien, lassen sich die jeweils einzelnen resultierenden Wissensstrukturen summarisch vereinen, siehe hierzu rechts in Bild 5.46 [FANK11, S. 83 f. und ROTH12A, S. 8 f.]. Dies kann beispielsweise bei der Outpacing-Strategie der Fall sein, bei der ausgehend vom übergeordneten Ziel einer Rentabilitätssteigerung die Maximierung der Qualität (Premiumproduktstrategie) und die Minimierung der Kosten (Kostenführerschaftstrategie) im Fokus stehen.

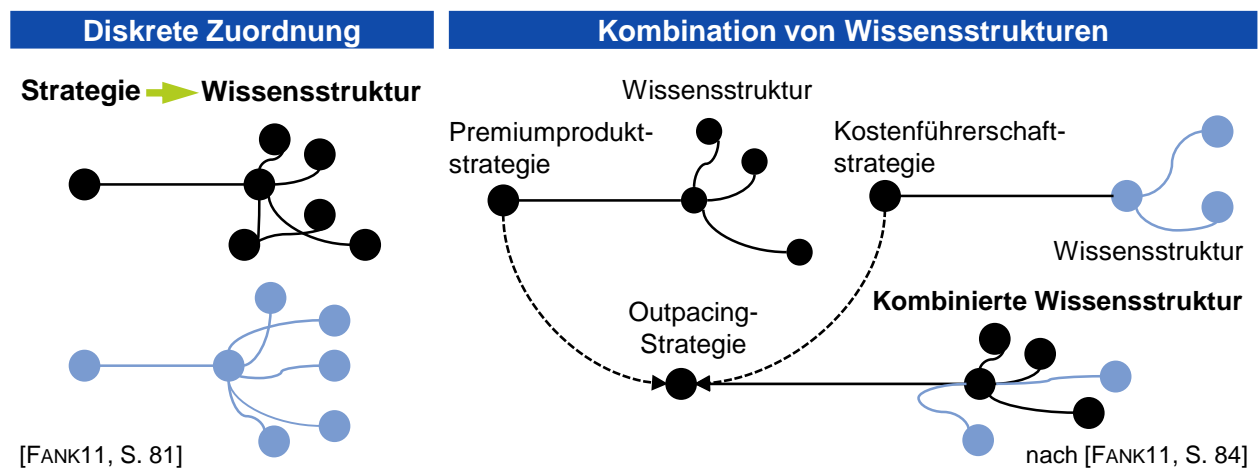


Bild 5.46: Diskrete Zuordnung von Unternehmensstrategien und Kombination von Wissensstrukturen [FANK11, S. 81 ff. und ROTH12A, S. 8 f.]

Zur Erarbeitung einer konkretisierten Wissensbasis ist es im nächsten Schritt notwendig, die bisher erarbeiteten Wissensstrukturen des Produktentwicklungswissens (semantische Netze) mit den identifizierten und beschriebenen Unternehmensstrategien zusammenzuführen. Fank bietet hierfür eine detaillierte Untersuchung an, wie die einzelnen Unternehmensstrategien auf die jeweiligen Wissensstrukturen einwirken [FANK11, S. 84 ff.]. Wie dieser Einfluss konkret aussehen kann, wird auszugsweise in Roth [ROTH12A, S. 9] zusammenfassend gezeigt und ist in Tabelle 5.15 abgebildet. Hierbei werden für jeden Strategietypen die Charakteristika des vorliegenden Markts beschrieben, und es werden jeweils drei zentrale Anforderungen an die korrelierende Wissensstruktur vorgestellt.

Strategietyp	Charakteristika des Markts und Anforderungen an korrelierende Wissensstruktur
First-to-Market-Strategie	Eintritt in einen unbekanntem, oft nicht klar definierten Markt. Aufgrund fehlender Konkurrenzprodukte, nicht vorhandener Vertriebswege, evtl. nicht verifizierter Technologien, unklarer Kundenbedürfnisse und weiterer unklarer Parameter müssen hohe Anforderungen erfüllt werden, die wiederum eine entsprechende Wissensgrundlage erfordern.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausgeprägtes Fachwissen notwendig, um neue Wirkprinzipien, Gestaltungsmöglichkeiten oder Anwendungsmöglichkeiten nutzen zu können.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beherrschung von produktionsspezifischem Fachwissen notwendig.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detailliertes Wissen über Kundenwünsche und -forderungen für eine fundierte Einschätzung der zu erfüllenden Produktfunktionen notwendig.
Last-to-Market-Strategie	Eintritt in einen bestehenden und damit bekannten Markt. Hier sind Absatzmarkt, Kundensegment und Technologien bekannt. Die Herausforderung besteht in der Kundenakquisition. Dabei muss die Frage beantwortet werden, welchen Mehrwert das eigene Produkt zu bestehenden Mitwettbewerbern bietet.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Genaue Kenntnis des aktuellen Marktzustands und mögliche Entwicklung der Marktkriterien, insbesondere des Absatzvolumens, erforderlich.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technologisches Fachwissen, da Wirkprinzipien und Herstellungsprozess nachvollzogen werden müssen, notwendig.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundiertes Vertriebswissen, um vorhandene Produkte weitestgehend zu substituieren, erforderlich.
Premiumproduktstrategie	Produkte im Premiummarktsegment müssen die höchsten Kundenanforderungen erfüllen. Hierzu zählen die erreichte Produktqualität, die zuverlässige Erfüllung (oder auch Übererfüllung) von Funktionsanforderungen, die Beherrschung des Herstellungsprozesses oder auch das Bedienen von Kundenwünschen außerhalb des Erwartungshorizonts.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissen über technische Möglichkeiten zur Erfüllung expliziter und impliziter Kundenforderungen bezüglich der Produktfunktionen erforderlich.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detailliertes Wissen notwendig über den Kunden, dessen Wünsche und Bedürfnisse.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umfangreiches methodisches Wissen zur Sicherung der Produktqualität, der Erfüllung der Zuverlässigkeitsforderung und der Fehleranalyse sowie Fehlervermeidung notwendig.
Kostenführerschaftstrategie	Am Markt vertriebene Produkte erfüllen nur einen geringen bzw. den minimal notwendigen Kundennutzen. Kennzeichnend für diese Strategie ist eine extrem kostenbewusste Entwicklung und Fertigung der Produkte, mit dem Ziel der Erreichung eines absoluten Minimalpreises am Markt.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Methodenkompetenz im Bereich Value Management (Zielkostenanalyse, Wertstromanalyse, Funktionenanalyse) erforderlich.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Genaue Kenntnis der Kundenbedürfnisse hinsichtlich deren Wichtigkeit und Bedeutung aus Kundensicht wichtig.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umfangreiches Wissen über Produktionstechniken und alternative Fertigungsprozesse, die von den Konkurrenten nicht angewendet werden, notwendig.

Tabelle 5.15: Anforderungen an Wissensstrukturen (semantische Netze) in Korrelation zur Unternehmensstrategie

Fank beschreibt und begründet in diesem Zusammenhang drei Fälle, in denen einzelne semantische Netze (Wissensstrukturen) in Abhängigkeit der Strategie nicht verfeinert werden können [FANK11, S. 85 ff. und ROTH12A, S. 10]. Bei einer First-to-Market-Strategie erfolgt keine Reduktion des semantischen Netzes für Fachwissen, bei einer Kostenführerschaftstrategie erfolgt keine Reduktion des semantischen Netzes für Methodenwissen und bei einer Premiumproduktstrategie erfolgt keine Reduktion des semantischen Netzes für Markt- und Kundenwissen.

Übergeordnet stellt Fank weiter fest, dass für die Wissensstrukturen des Produkt- sowie des Faktenwissens unabhängig von der strategischen Ausrichtung überhaupt keine Komplexitätsreduktion vorgenommen werden kann. Wissen über das Produkt stellt eine zentrale Wissensbasis für jeden Mitarbeiter des Entwicklungsprozesses dar, Faktenwissen bildet das technische und wirtschaftliche Grundgerüst der Produktentwicklung. [FANK11, S. 84 und ROTH12A, S. 10]

Abschließend erfolgt die auszugsweise Vorstellung einer strategiekorrelierenden Darstellung des semantischen Netzes für Fachwissen. Dieses wurde in [FANK11, S. 90 ff.] hergeleitet und in reduzierter Form in [ROTH12A, S. 10] präsentiert. Ausgehend von dem *originären* semantischen Netz für Fachwissen in [FANK11, S. 57 ff.], wurde jedes beinhaltete Wissensselement bzgl. dessen Relevanz in den verschiedenen Strategieausrichtungen analysiert. Das Ergebnis dieser Analyse ist in Bild 5.47 zu sehen. Wie zuvor erwähnt, ist eine Reduktion der Wissensstruktur für die strategische Ausrichtung *First-to-Market* (FM) nicht möglich. Für eine kompakte Darstellung werden die einzelnen strategischen Ausrichtungen mit den Abkürzungen *PP* (Premiumprodukt), *LC* (Low-cost-Produkt = Kostenführerschaft) sowie *LM* (Last-to-Market) dargestellt.

Das bedeutet demzufolge, dass die Expertise in den Materialwissenschaften nur innerhalb der Premiumprodukt- wie auch der Kostenführerschaftstrategie erforderlich ist. Im Gegensatz hierzu ist die Expertise über Maschinenelemente für alle Strategien relevant und damit notwendig. [ROTH12A, S. 11]

Schlussfolgernd kann mit der aufgezeigten Verknüpfbarkeit von Wissensselementen semantischer Netze (Wissensstrukturen) kontextschwacher Wissenstypen mit Unternehmensstrategien eine Reduktion der Komplexität erreicht werden. Wissensselemente, die nicht relevant für eine spezifische Ausrichtung sind, können aus der Wissensstruktur entfernt werden. Mit einer Ausrichtung an der Unternehmensstrategie, lassen sich die vorliegenden Wissensstrukturen (semantische Netze) im Schnitt um 16,4 % reduzieren [FANK11, S. 92 und ROTH12A, S. 11].

Resultierend von dem grundsätzlichen Nachweis, dass es möglich ist, semantische Netze in ihrer Komplexität zu reduzieren, ergibt sich nun die Frage, welche weiteren *Einflussfaktoren* (neben der Unternehmensstrategie) zweckmäßig herangezogen werden können.

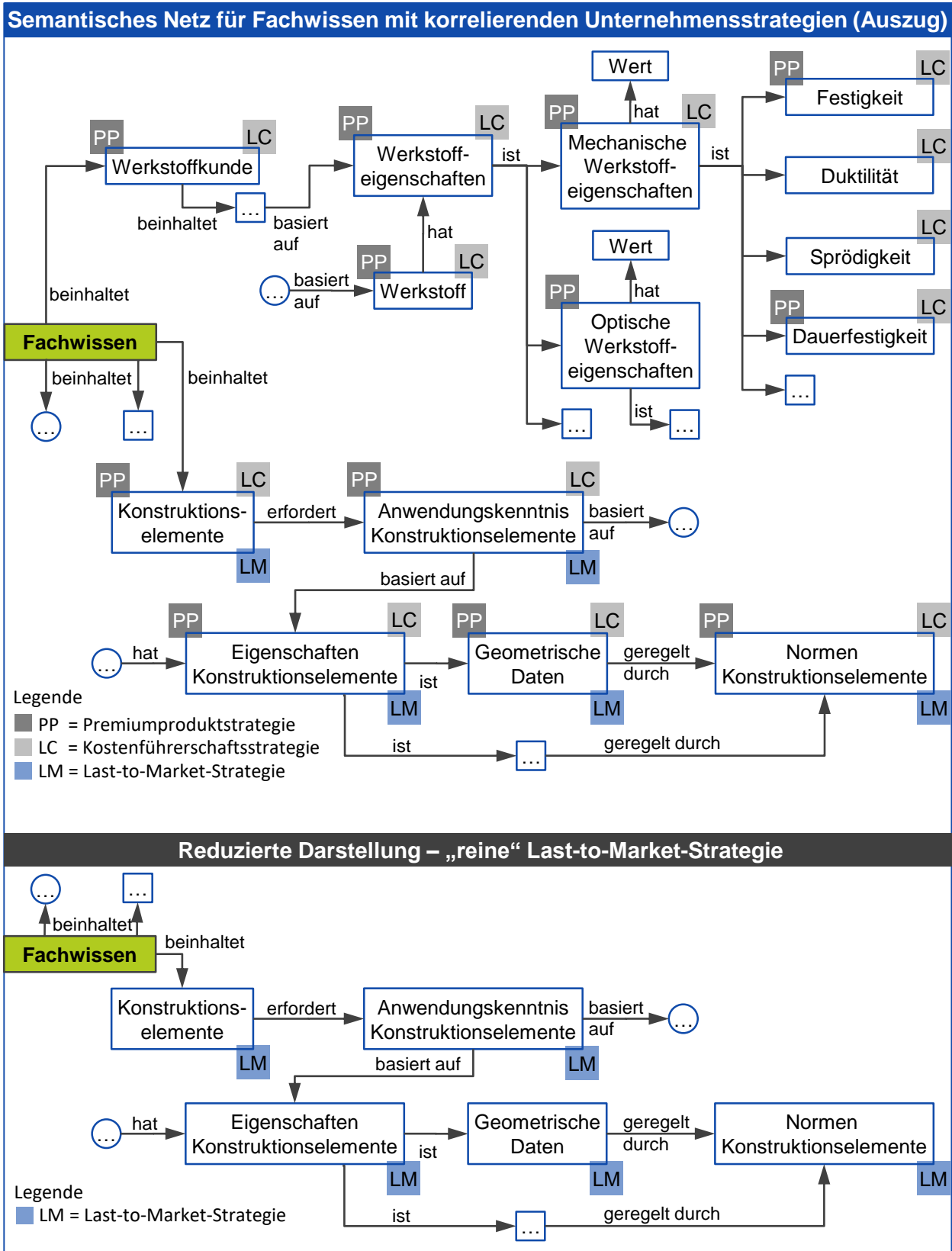


Bild 5.47: Semantisches Netz für Fachwissen mit Verknüpfungen zu strategischen Ausrichtungen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher das Verständnis um den Einflussfaktor *Funktionsbereiche* erweitert. Die Erkenntnis, wie Funktionsbereiche (z. B. Marketing, Produktion,

Beschaffung) Wissens Elemente der semantischen Netze für Produktentwicklungswissen beeinflussen, beinhaltet die in enger Abstimmung mit dem Autor dieser Arbeit entstandene studentische Arbeit von Burmeister [BURMEISTER13]. Die dort abgebildeten semantischen Netze [BURMEISTER13, S. 90-162] wurden gemeinschaftlich erarbeitet. Im Schnitt konnte eine 50-prozentige Reduktion der vorliegenden Wissensstrukturen, bei Betrachtung der Funktionsbereiche, erzielt werden [BURMEISTER13, S. 173 f.].

Darüber hinaus wurden Checklisten zur Bestimmung der vorliegenden Strategien [BURMEISTER13, S. 166 ff.] erstellt, die losgelöst von einer subjektiven Deutung der Unternehmensstrategie eine gezielte Identifikation der vorliegenden Strategie in Unternehmen ermöglichen. Diese Checklisten können als vorgelagerter Schritt bei der Komplexitätsreduktion mit dem Einflussfaktor *Unternehmensstrategie* herangezogen werden.

Weitere Überlegungen für eine bedarfs- und anwendungsgerechte Aufbereitung sollten in der grafisch angepassten Darbietung der Ergebnisse der semantischen Netze bestehen. Ist es für den Wissensingenieur notwendig, möglichst genaue Aussagen über das Vorliegen dedizierter Kenntnisse bezüglich einzelner Wissens Elemente treffen zu können, so kann es für eine Führungskraft ausreichend sein, fehlende Wissensthemenfelder zu kennen. Konkret bedeutet dies, dass für einen Wissensingenieur die Darstellung des IST-Wissensstands in semantischen Netzen empfohlen wird, jedoch für Führungskräfte, oder unter anderem auch Mitarbeiter der Personalabteilung, die sich mit der Personalentwicklung beschäftigen, die Erarbeitung einer reduzierten Darstellungsform zweckmäßig erscheint. Denkbar wären synthetisierte Kompetenzentwicklungsempfehlung in folgender Art: „Mitarbeiter der Abteilung XY sollten sich Wissen im Bereich der Fügeverfahren aneignen, vorzugsweise Schweißverfahren“. Dies wäre der Fall, wenn bisherige Produktentwicklungserfahrungen auf gussgebenden Verfahren beruhen, für eine künftige Produktentwicklung im Unternehmensumfeld aber auch alternative Fertigungs-/Fügeverfahren erforderlich werden. Wie die Ergebnisaufbereitung hier im Detail aussieht, ist nicht mehr Bestandteil der Arbeit.

Wurde in diesem Kapitel die Forschungsfrage beantwortet, wie das identifizierte bzw. erhobene Wissen zur Produktentwicklung bedarfsgerecht repräsentiert werden kann, wird nun in Kapitel 5.5 das Vorgehen der Wissensbewertung beschrieben.

5.5 Vorgehen zur Wissensbewertung

Mit dem Bestreben, Wissen in der Produktentwicklung zu bewerten, wurden in Kapitel 4.2 Einzelmodule festgelegt, deren Erarbeitung in den Kapitel 5.1 bis 5.4 erfolgte. In diesem Kapitel wird nun aufgezeigt, dass ein logisches Verknüpfen der einzeln erarbeiteten Module eine Vorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung anbietet. Die damit verbundene *Wissensbewertung* ist der letzte Schritt innerhalb der vorgegebenen Gesamtvorgehensweise (siehe Bild 5.48).

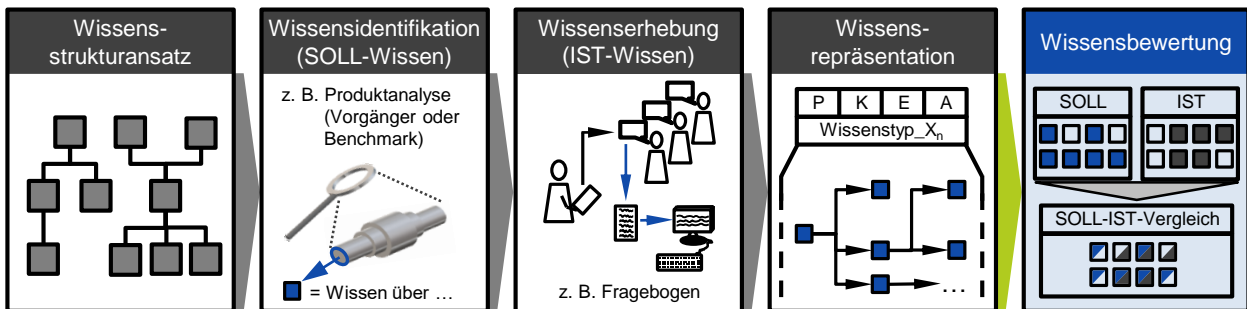


Bild 5.48: Einordnung des Moduls *Wissensbewertung* in Gesamtvorgehensweise

Für einen Wissensingenieur mit der Aufgabe, Wissen in der Produktentwicklung zu bewerten, kann es zweckmäßig sein, die in Bild 5.49 im Zusammenwirken dargestellten Schritte auszuführen. Diese werden im Folgenden in abstrahierter Form theoretisch durchlaufen. Es wird dargestellt, welche Vorgehensschritte beinhaltet und wie diese durchzuführen sind, aber auch, wo konkret Unterstützung angeboten wird.

Bevor mit der eigentlichen Bewertung begonnen wird, ist gemäß der Vorarbeiten aus Kapitel 4.1 und 4.2 die Bestimmung und Festlegung eines Zielfelds notwendig. Im Rahmen dieser Arbeit wurde bereits der Bereich der Produktentwicklung als Anwendungsfeld, in dem das zugehörige Wissen erhoben werden soll, definiert. Diese Eingrenzung ist für einen Wissensingenieur jedoch nicht ausreichend. Erforderlich ist auch eine Festlegung auf einen spezifischen Geschäftsbereich bzw. das Fokussieren auf eine bestimmte Abteilung oder ein Produkt. Für eine zweckmäßige Zielfeldbestimmung wird aktuell noch keine Unterstützung angeboten. Hat sich der Wissensingenieur auf beispielweise ein Produkt festgelegt, besteht für diesen nun die Aufgabe, das zur Entwicklung des Produkts erforderliche Wissen zu bestimmen. Es stehen drei Wissensidentifikationsmethoden für das systematische Erschließen des SOLL-Wissensstands zur Auswahl, die in Abhängigkeit verfügbarer Informationen ausgewählt werden (siehe Auswahlpfad in Bild 5.11 und Tabelle 5.7). Sollte kein Wissen zum aktuellen Produkt existieren, kann der Wissensingenieur einen idealen und gewünschten Zustand durch Abfrage mit dem erarbeiten

generischen Strukturmodell modellieren sowie ein angepasstes Strukturmodell erarbeiten (siehe Kapitel 5.2.2.1 und zugehöriger Workshop in Kapitel 5.2.2.2). Falls Wissen bereits aus artverwandten oder ehemaligen (Referenz-)Produkten vorliegt, ist wieder eine Modellierung mittels generischem Strukturmodell denkbar. Der Wissensingenieur kann sich hierfür zwei weiterer Methoden bedienen. Einerseits kann ein angepasstes Strukturmodell mit der Durchführung einer Brainstorming-Analyse für ein Produkt erfolgen (siehe Kapitel 5.2.2.3 und zugehöriger Workshop in Kapitel 5.2.2.4). Andererseits steht mit dem angepassten (Product) Reverse Engineering ein Verfahren zur Auswahl, das zur Analyse eines realen Produkts befähigt, mit dem Ziel, im Produkt inhärente Merkmale und Eigenschaften in Form von Wissens-elementen zu extrahieren (siehe Kapitel 5.2.2.5 und zugehöriger Workshop in Kapitel 5.2.2.6).

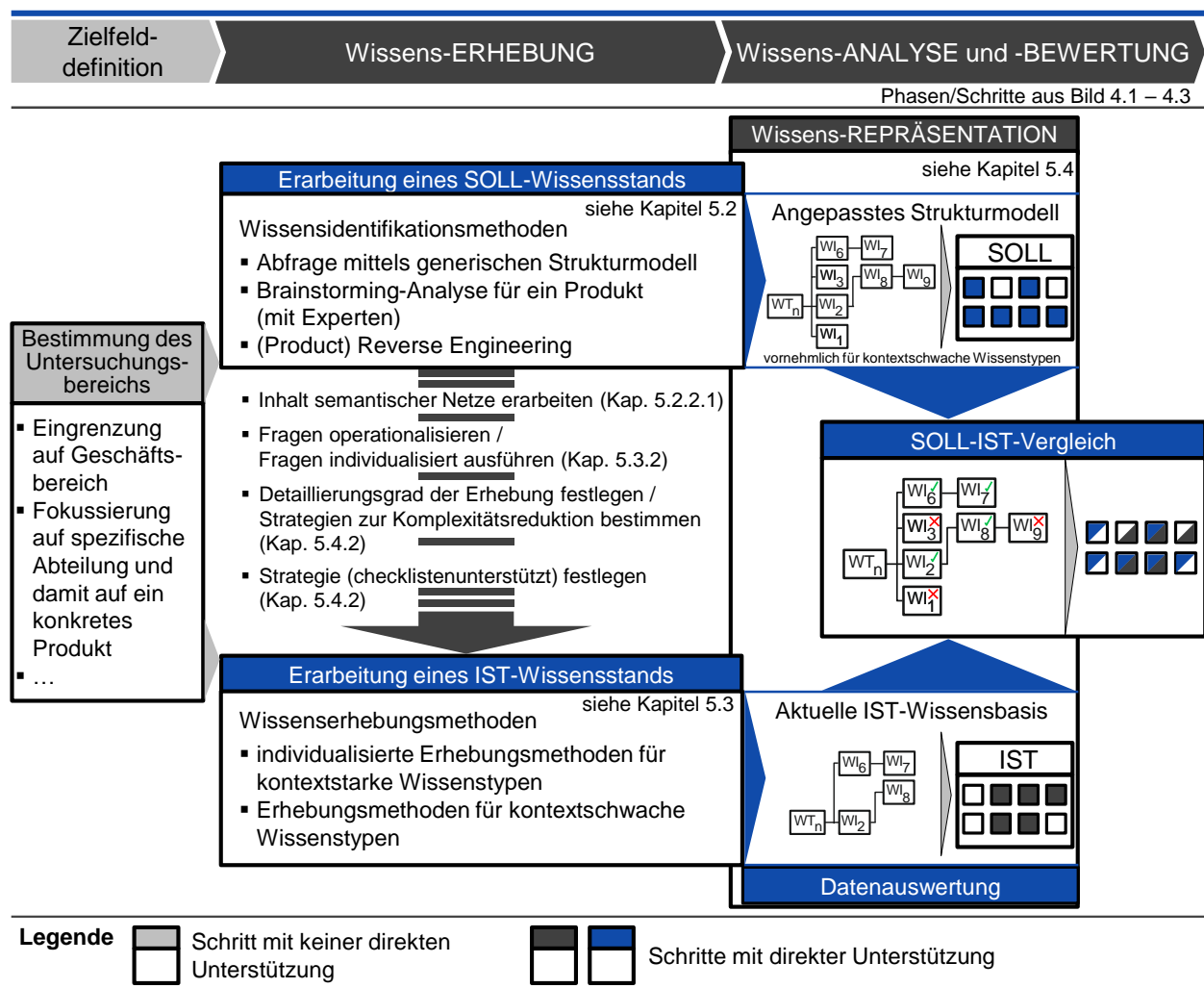


Bild 5.49: Vorgehensweise zur Wissensbewertung durch einen Wissensingenieur

Unabhängig von der gewählten Wissensidentifikationsmethode zur Bestimmung des notwendigen SOLL-Wissensstands, sollen die resultierenden Ergebnisse in angepassten Strukturmodellen repräsentiert werden. Hierbei kann sich der Wissensingenieur an den

Ausführungen in Kapitel 5.2.2.1 orientieren. Für das generische Strukturmodell stehen die in Burmeister [BURMEISTER13] und Fank [FANK11] erarbeiteten Modelle zur Verfügung. Mit dem Vorliegen angepasster Strukturmodelle folgt der Schritt der Bestimmung des tatsächlich vorhandenen Wissens für das im Fokus stehende Untersuchungsobjekt. Bei der damit verbundenen Erarbeitung des IST-Wissensstands sind zwei Fälle zu unterscheiden.

Die Bestimmung *kontextstarker Wissenstypen* kann, wie in Kapitel 5.1.3 dargestellt, nicht mit generischen Strukturmodellen vorgenommen werden. Mit einem in Kapitel 5.3.1 vorgestellten Vorgehen zur individualisierten Wissenserhebung bieten sich dem Wissensingenieur jedoch verschiedene Verfahren zur Erarbeitung kontextstarker Wissenstypen.

Für die Bestimmung *kontextschwacher Wissenstypen* wird in Kapitel 5.3.2 ein Vorgehen vorgeschlagen, mit dem der Wissensingenieur ausgehend von semantischen Netzen des SOLL-Wissensstands auf ein semantisches Netz des IST-Wissensstands schließen soll. Hierfür werden die einzelnen in der SOLL-Struktur vorliegenden Wissens Elemente operationalisiert und damit für eine Befragung zugänglich gemacht. Die Aufgabe des Wissensingenieurs beim Operationalisieren besteht im Finden geeigneter Fragen, deren Beantwortung Rückschlüsse auf das Vorhandensein des jeweiligen Wissens Elements zulassen. Unterstützt wird der Wissensingenieur mit bereitgestellten Frageausführungen (siehe Bild 5.40). Je nach gewählter Frageausführung ergeben sich verschiedene Antwortformen. Diese reichen von Freitextfeldern, Ja/Nein-Antworten, Wertebereichen bis hin zu Skizzen. Zudem wurden Aussagen darüber getroffen, ob ein Eingreifen des Wissensingenieurs erforderlich ist (d. h. der Wissensingenieur bewertet das Ergebnis), oder ob eine automatisierte Auswertung der Frage umsetzbar wäre.

Eine grundsätzliche Aufgabe des Wissensingenieurs besteht darüber hinaus in einer zweckmäßigen und effizienten Erhebung des Wissens und der Überlegung, wie eine notwendige Wissensmenge aussieht. In Kapitel 5.4.2 wurde daher der Aspekt Komplexitätsreduzierung thematisiert. Abgeleitet aus der zugrundeliegenden Gesamt vorgehensweise sowie den Erkenntnissen von der allgemeinen Repräsentation von Wissen, werden Empfehlungen für den Wissensingenieur ausgesprochen: Nicht jedes Wissens element eines übergeordneten Wissenstyps ist in Abhängigkeit der vom Unternehmen verfolgten Strategie für die Entwicklung eines Produkts von Nöten. Diese Einschätzung kann durch den Wissensingenieur anhand der Charakteristika der jeweiligen Strategie getroffen werden. Dazu muss die im Unternehmen vorherrschende Unternehmensstrategie bekannt sein oder identifiziert werden. Eine in Burmeister

[BURMEISTER13, S. 166 ff.] entstandene Checkliste bietet dem Wissensingenieur eine entsprechende Hilfe. Zusätzlich stehen dem Wissensingenieur in Fank [FANK11, S. 84 ff.] strategie- und vom Produktentwicklungsprozess phasenabhängige Analysen für alle generischen Strukturmodelle der kontextschwachen Wissenstypen zur Verfügung.

Kann der Wissensingenieur eine Eingrenzung auf Unternehmensbereiche vornehmen, können diesbezügliche Analysen aus Burmeister [BURMEISTER13, S. 90-162] Anwendung finden. Denkbar ist zudem eine vom gewünschten Detaillierungsgrad abhängige Befragung. Für eine grobe Befragung finden nur die ersten drei Ebenen eines semantischen Netzes Verwendung, für eine mittlere Befragung zusätzlich die Ebenen vier bis sechs und so weiter.

Am Ende der Erhebung soll ein IST-Wissensstand des aktuell vorliegenden Wissens entstehen, welcher vom Wissensingenieur wieder gemäß dem Vorgehen zur Wissensrepräsentation aufbereitet wird. Bisherige Betrachtungen in diesem Teilkapitel beschäftigen sich mit der logischen Verkettung notwendiger Schritte eines Vorgehens zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung. Eine Aussage, wie aus den Antworten der operationalisierten Fragen zum einen auf das tatsächliche IST-Wissen geschlossen werden kann und zum anderen, welche Defizite im Wissensstand (d. h. wie verhält sich das gewünschte SOLL gegenüber dem tatsächlichen IST) vorliegen, kann bisher nicht getroffen werden. Damit ergibt sich nachfolgende Forschungsfrage, die es noch zu beantworten gilt:

Forschungsfrage in Kapitel 5.5

Wie lässt sich das IST-Wissen auswerten und wie kann das IST-/SOLL-Wissen zur Produktentwicklung verglichen werden, damit Aussagen bzgl. einer Differenz möglich sind.

In einem ersten Schritt erfolgt die Betrachtung der auszuwertenden Daten. Wie zuvor erläutert, erfolgt ausgehend von der Bestimmung und Festlegung der Unternehmensstrategie die Zusammenstellung der Erhebungsfragen in Abhängigkeit von der gewünschten Detaillierungstiefe sowie der zu untersuchenden Unternehmensbereiche und Phasen des Produktentwicklungsprozesses. Die sich hieraus abgeleiteten Fragen werden in einem Fragebogen aufbereitet, welcher zur Befragung an zuvor identifizierte Teilnehmer (Personen, bei denen das zu erhebende Wissen vermutet wird) verteilt wird. Mit den Rückläufern aus der Befragung steht eine Vielzahl an in der Regel zum Teil widersprüchlichen Antworten zur Analyse zur Verfügung. Ziel ist es nun, Rückschlüsse auf das

Vorhandensein einzelner Wissens Elemente und übergeordnet auch auf Wissenstypen zu ziehen.

Eine Logik, wie bei der Auswertung der Fragen (Schritt *Datenauswertung* in Bild 5.49) vorgegangen werden kann, wird in Bild 5.50 erläutert. Grundsätzlich erlaubt das Operationalisieren eines Wissens Elements durch Fragen die Auswertung der gegebenen Antworten und letztendlich das Schließen auf das Vorhandensein des betrachteten Wissens Elements.

In der Darstellung wird der Grundgedanke aus Kapitel 5.4.2 aufgegriffen, dass Wissens Elemente verschiedene charakteristische Zugehörigkeiten besitzen können. Beispielhaft ist das Wissens Element insbesondere in der Phase des Konzipierens und Entwerfens eines Produkts sowie konkret im Fachbereich der Forschung und Entwicklung notwendig oder wenn im Unternehmen entweder die Premiumproduktstrategie (PP) bzw. die Pionierstrategie (FM) verfolgt wird.

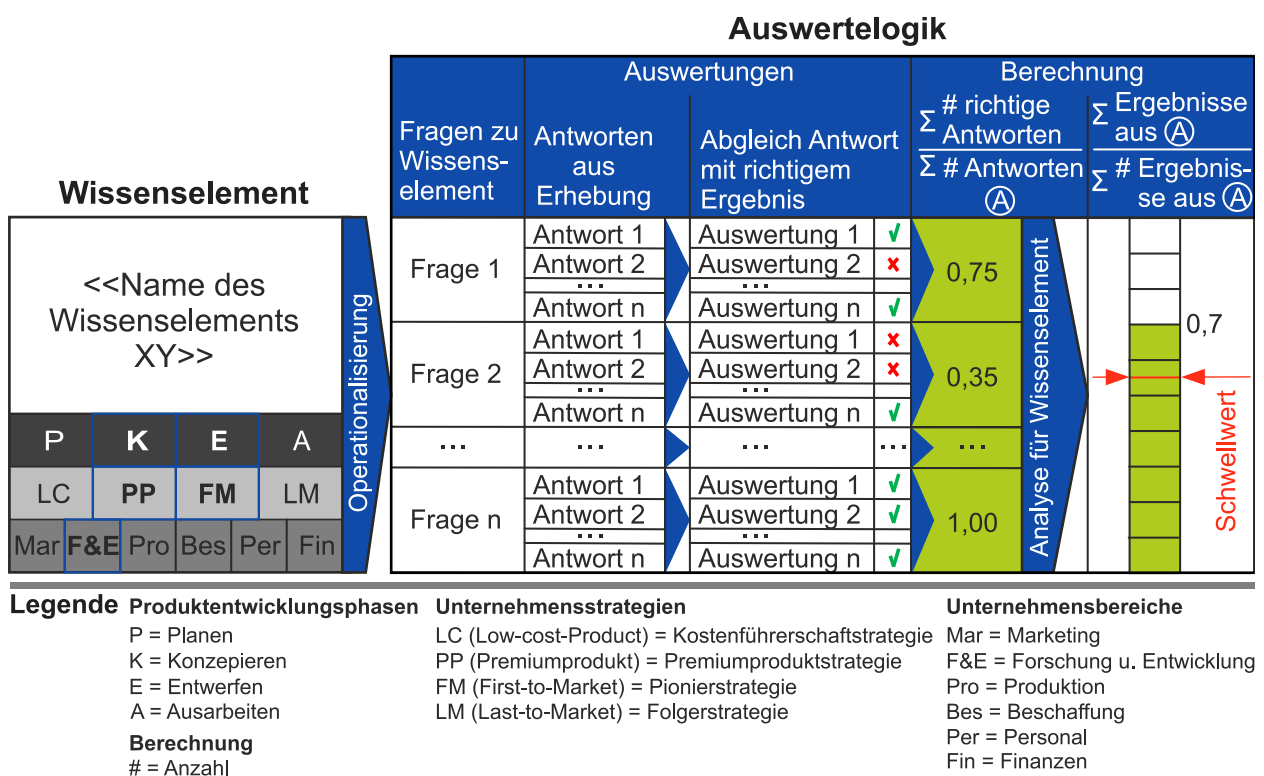


Bild 5.50: Auswertelogik für ein Wissens Element

Wird dieses Wissens Element nun zur Erhebung herangezogen, so werden Fragen mit Bezug zu diesen charakteristischen Zugehörigkeiten abgeleitet. Denkbar wären Fragen zu Werkstoffen oder mechanischen Wirkprinzipien – Wissensgebiete, die insbesondere in den benannten Phasen der Produktentwicklung und dem Bereich der Forschung und

Entwicklung vorliegen. Hier wird nun auch deutlich, weshalb unter anderem die Folgerstrategie (LM) einem solchen Wissensselement nicht zugeordnet ist. Für Unternehmen, die sich an bereits auf dem Markt befindlichen Produkten orientieren können, stellt spezifisches Wissen über Werkstoffe keine zwingend tiefergehende Wissenskompetenz dar, da sich aus diesen Produkten in der Praxis bewährte Werkstoffe ableiten lassen.

Im zweiten Schritt *Auswertungen* (siehe Bild 5.50) kommen die Fragen zur Erhebung des vorhandenen Wissens zur Anwendung. Soll nun eine Aussage über das Vorhandensein des jeweiligen Wissensselements getroffen werden, so sind die gegebenen Antworten auf ihre Richtigkeit hin zu überprüfen. Wie die Auswertung im Konkreten auszusehen hat, hängt insbesondere von der gewählten Fragensausführung und der damit zusammenhängenden Auswertemöglichkeit zusammen (vgl. hierzu Bild 5.40). Automatisierbare Fragen lassen sich durch Hinterlegen zweckmäßiger Referenzwerte, wie beispielsweise Werkstoffkennwerte für einen spezifischen Anwendungsfall, direkt beurteilen. Bei nicht automatisierbaren Fragen ist ein Eingreifen des Wissensingenieurs unerlässlich. Dieser wertet die gegebenen Antworten anhand seines Kenntnisstands manuell aus oder zieht weitere Experten zur Ergebnisinterpretation hinzu.

Im abschließenden Schritt der *Berechnung*, werden die ermittelten Auswertungen miteinander verrechnet. Die präsentierten Werte stellen Mittelwerte der Ergebnisauswertungen der jeweiligen Fragen dar. Bei z. B. 0,75 haben sechs von acht Befragten die Frage 1 richtig beantwortet. Werden im Anschluss alle Ergebniswerte der einzelnen Fragen aufsummiert und ein Mittelwert gebildet, ergibt sich ein Gesamtwert für das Wissensselement – im Beispiel der Zahlenwert 0,7. Dieser kann nun zur Ergebnisinterpretation herangezogen werden und vermittelt einen Eindruck, wie stark die Wissenskompetenz für das Wissensselement bei den Befragten ausgeprägt ist. Das Einführen von Schwellwerten ermöglicht das schnelle Identifizieren von Wissensselementen, für deren hinterlegtes Wissensgebiet Maßnahmen zur Entwicklung abgeleitet werden sollten. Dies ist der Fall, wenn der grüne Balken in Bild 5.50 unter einem festzulegenden Schwellwert liegt.

Mit der angebotenen Auswertelogik kann durch den Wissensingenieur die gewünschte Repräsentation des IST-Wissensstands erstellt werden. In einem zweiten Schritt wird thematisiert, wie eine abschließende Beurteilung für das Vorhandensein relevanten Wissen erfolgen kann. Hierbei wird der Grundgedanke aus Kapitel 5.2 aufgegriffen, in dem basierend auf dem Projektmanagement-Regelkreis nach Burghardt [BURGHARDT13, S. 17] ein SOLL-IST-Vergleich durchgeführt wird, um auftretende Abweichungen aufzudecken. Mit den während der Umsetzung ausgeführten Schritten zur Bewertung von

Wissen in der Produktentwicklung entstandenen Ergebnissen, die idealerweise den IST- und SOLL-Wissensstand in Form von semantischen Netzen wiedergeben, soll der Herangehensweise nach Burghardt [BURGHARDT13] gefolgt werden. Dies führt zu einer Überlagerung beider Wissensstände. Zur Veranschaulichung wird ein Ausschnitt aus der in Bild 5.41 eingeführten semantischen Netzstruktur aufbereitet. Das linke semantische Netz zeigt einen abstrahierten SOLL-Wissensstand einer spezifischen Welle-Nabe-Verbindung. Das rechte semantische Netz zeigt den sich nach der Erhebung bei den produktbeteiligten Mitarbeitern ergebenden IST-Wissensstand. Mit der Überlagerung beider Wissensstände wird dargestellt, welches notwendige Wissen nicht vorliegt und in welchen Bereichen über das Projekt hinausgehendes Wissen existiert.

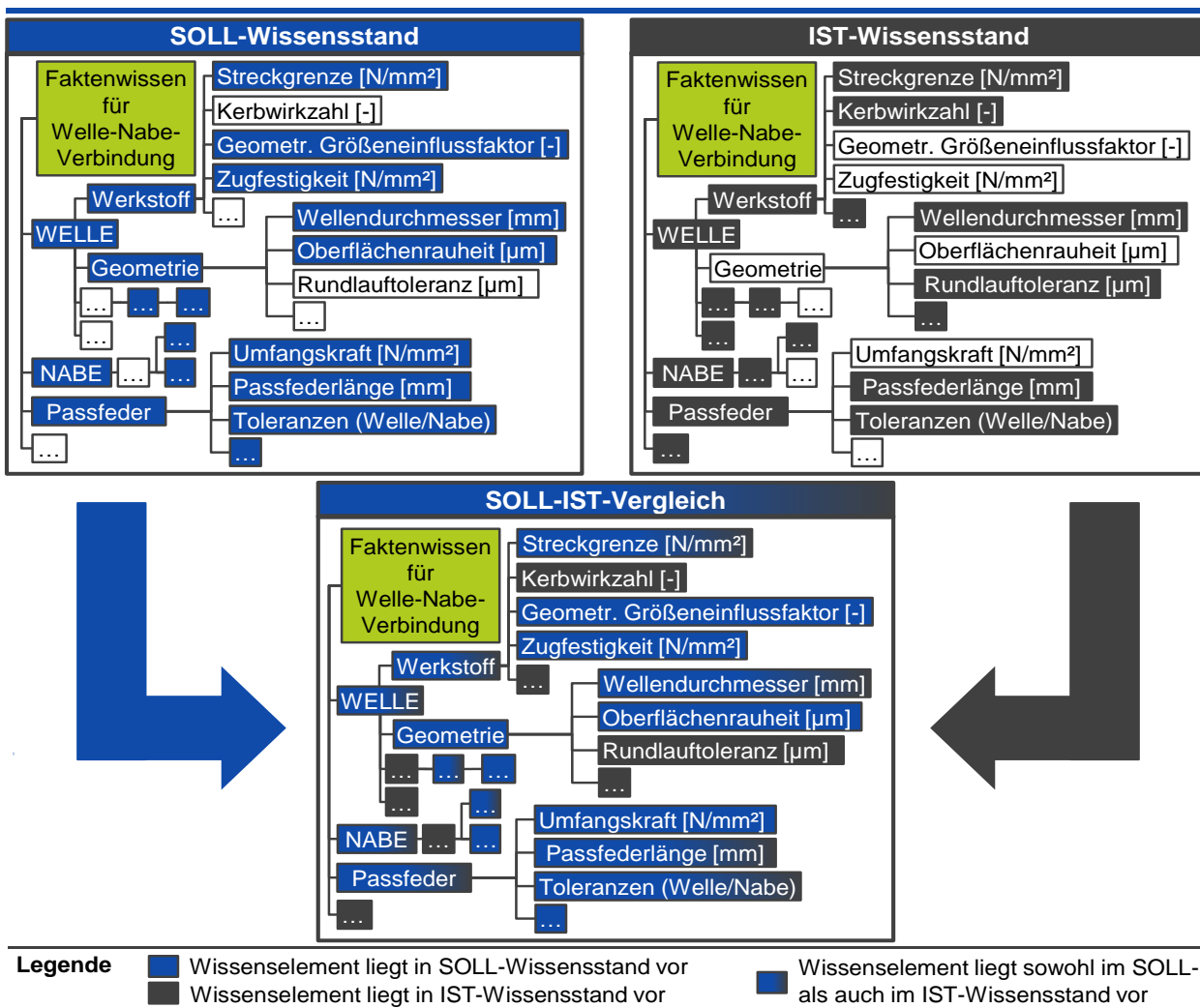


Bild 5.51: SOLL-IST-Vergleich für vorliegendes Wissen über eine Welle-Nabe-Verbindung (Auszug)

Kapitel 5 präsentiert damit eine Gesamtvorgehensweise zur Bewertung von Wissen und bietet grundlegende unterstützende Herangehensweisen. Wie hierfür eine softwaretechnische Umsetzung aussehen kann, wird in Kapitel 6 erläutert.

6 Vorstellung eines ersten Softwareprototypen

In den vorangegangenen Kapiteln lag der Fokus auf der Entwicklung zweckmäßiger Schritte und Ausführungen zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung, deren Umsetzung in einer leichten Anwendbarkeit für Unternehmen mündet, die keine softwaretechnischen Investitionen erfordert. Rückt jedoch die Betrachtung einer optimalen Umsetzungsform mit Bezug zu individualisierten Anwendergruppen in den Fokus, kann es jedoch zielführend sein, einen möglichst hohen Automatisierungsgrad mittels Softwareunterstützung zu erreichen. Wie eine solche Realisierung erfolgen kann, wird in Form eines ersten (Basis-)Softwareprototypen demonstriert. Der Entwicklungsstand wurde nicht in der industriellen Praxis vorgestellt.

Zu Beginn der Prototypenentwicklung wurde im Rahmen einer durch den Autor dieser Arbeit betreuten studentischen Arbeit der prinzipielle Funktionsumfang festgelegt und eine zugehörige Anforderungsliste erarbeitet [STRACK11, S. 5 ff.]. Das Ergebnis dieser Arbeit mündet in der Implementierung der in Bild 5.40 gezeigten individualisierten Frageausführungen und -auswertungen sowie in der Erarbeitung eines grundsätzlichen Bewertungsablaufs und zugehörigem Datenerfassungs-/ Speicherungs-/ und Visualisierungskonzept. Die Umsetzung des Prototyps erfolgte als Excel-VBA-Lösung. Excel steht als Programm in vielen Anwendungsfeldern zur Verfügung, stellt eine leicht veränderbare Benutzeroberfläche (GUI) bereit und bietet viele Funktionen zur Verwaltung, Berechnung und Visualisierung von Daten. Zudem sind neben der Anforderung an eine portable Anwendung noch die notwendigen Schnittstellen zu weiterführenden Programmen (Microsoft PowerPoint, Microsoft Visio etc.) beinhaltet.

In einer weiteren durch den Autor dieser Arbeit betreuten studentischen Arbeit war es das Ziel, die bisher nur statisch abbildbaren Wissensstrukturen, die keine detaillierten Betrachtungen der Wissensinhalte einzelner Wissenstypen ermöglichen, in einer dynamisch veränderlichen Form aufzubereiten [LAUKEMANN12, S. 27 ff.]. Dies kann durch eine Anbindung an die Software Visio und einer Programmierung mittels VBA-Formelementen (Visio-Shapes) erreicht werden, die zu einer dynamisierten Darstellung semantischer Netze der kontextschwachen IST- und SOLL-Wissensstrukturen führt. Dabei wird initial eine semantische Architektur (d. h. ein entsprechend aufbereiteter excelbasierter Fragenkatalog) in die Software eingelesen, die durch das Zusammenspiel von Excel, Visio und VBA angesteuert und automatisiert dynamisch verändert werden kann. Der zentrale neue

Bestandteil in der Software ist die Möglichkeit eines visuellen und semantischen Vergleichs der SOLL- und IST-Wissensstrukturen. Die Umsetzung erlaubt zum einen Aussagen darüber, in welchen Bereichen (im Kontext der Arbeit zu verstehen als Phasen der Produktentwicklung) welches spezifische Wissen (Wissenstypen) vorliegt, zum anderen kann aber mittels konkreter semantischer Netze expliziter darüber Auskunft gegeben werden, welche Wissens Elemente vorliegen bzw. benötigt werden.

Für kontextstarke Wissenstypen, deren Darstellung, wie in Kapitel 5.1.3 ermittelt, nicht durch semantische Netze möglich ist, wurde ein alternatives Erhebungsvorgehen in Kapitel 5.3.1 vorgestellt. Im Rahmen der Prototypenentwicklung konnte für die Erhebung kontextstarker Wissenstypen zusätzlich eine unterstützende Auswahlhilfe integriert werden.

In Bild 6.1 wird das somit entstandene Zusammenspiel der verschiedenen Module und angebundenen Softwarepakete dargestellt. Mit diesen können die Grundfunktionalitäten einer Bewertung des in der Produktentwicklung vorhandenen Wissens softwaregestützt verwirklicht werden.

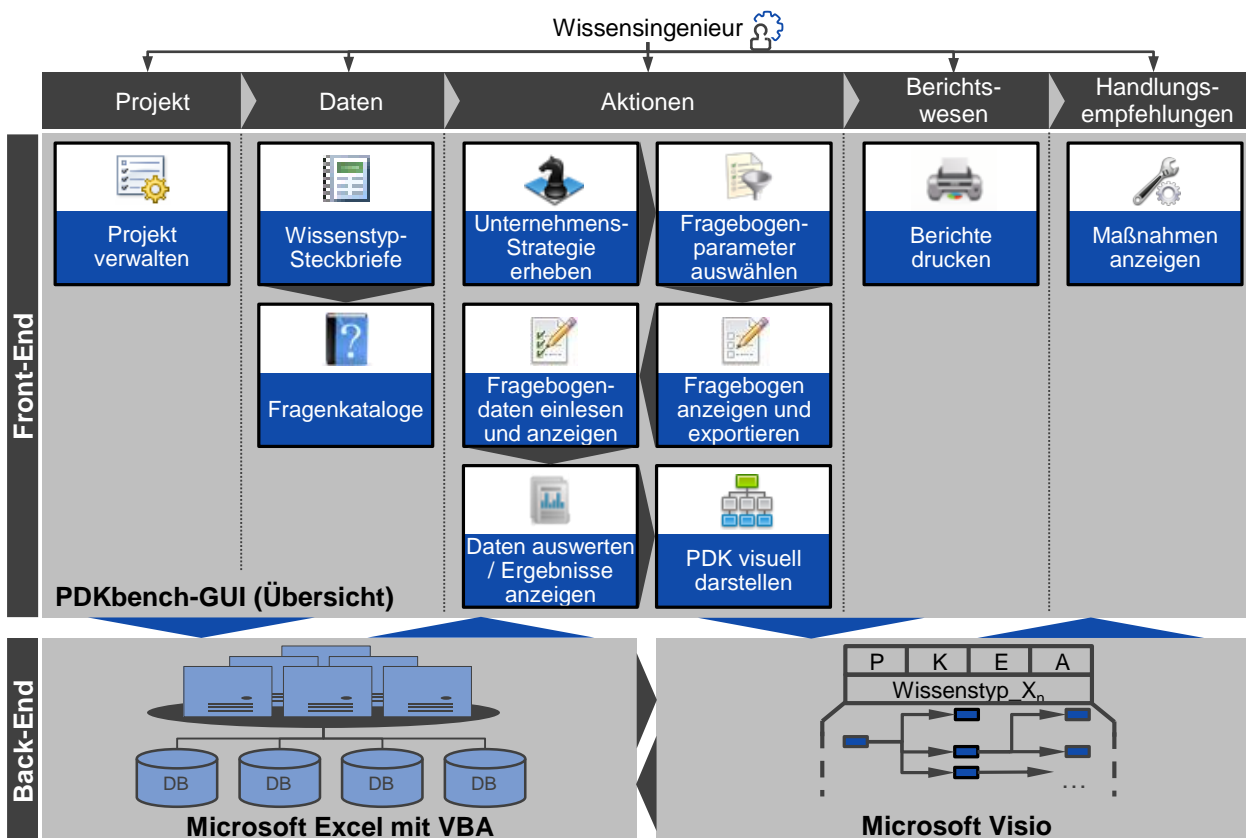


Bild 6.1: Struktur der Software-GUI (Grafische Benutzeroberfläche [engl.: Graphical User Interface])

Das Front-End bildet alle ersichtlichen Funktionen der Software ab. Diese liegen dem späteren Nutzer direkt zur Anwendungsauswahl vor. Nicht direkt sichtbar sind die im Hintergrund laufenden verarbeitenden Prozesse. Diese sind hier als Back-End dargestellt und beinhalten sowohl die Funktionen und Makros der Excel-VBA als auch der Microsoft-Visio-Anwendung.

Anhang A.12 zeigt, wie die Umsetzung der grafischen Benutzeroberfläche für den entstandenen Prototypen zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung aussieht. Das dort vorgestellte Interface gibt den aktuellen Entwicklungsstand wieder und bietet eine Oberfläche, über die alle zentralen Schritte der Bewertung aufgerufen und ausgeführt werden können.

Für die Arbeit steht somit ein Softwareprototyp zur Verfügung, der bereits zum jetzigen Entwicklungszeitpunkt vielfältige Funktionalitäten bietet.

Zur Erklärung und Demonstration der Leistungsfähigkeit sind neun Videotutorials entstanden, deren Inhalte ebenfalls in Anhang A.13 kurz vorgestellt werden. Über die dort angegebenen Hyperlinks stehen die Tutorials zum Ansehen bereit.

7 Evaluation der entwickelten Unterstützung

Zur Beurteilung der in Kapitel 5 erarbeiteten Lösung in Form einer Gesamtmethode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung kommt das in Kapitel 4.3 vorgestellte Evaluationskonzept der DRM nach Blessing und Chakrabarti [BLESSING09, S. 181 ff.] zur Anwendung. Wie empfohlen, wurden dabei bereits bei der Entwicklung der Lösung (vereinzelt auf Modulebene) die nach der DRM empfohlenen Evaluationsarten durchlaufen. Wie und in welchem Umfang evaluiert wurde, fasst Bild 7.1 zusammen.

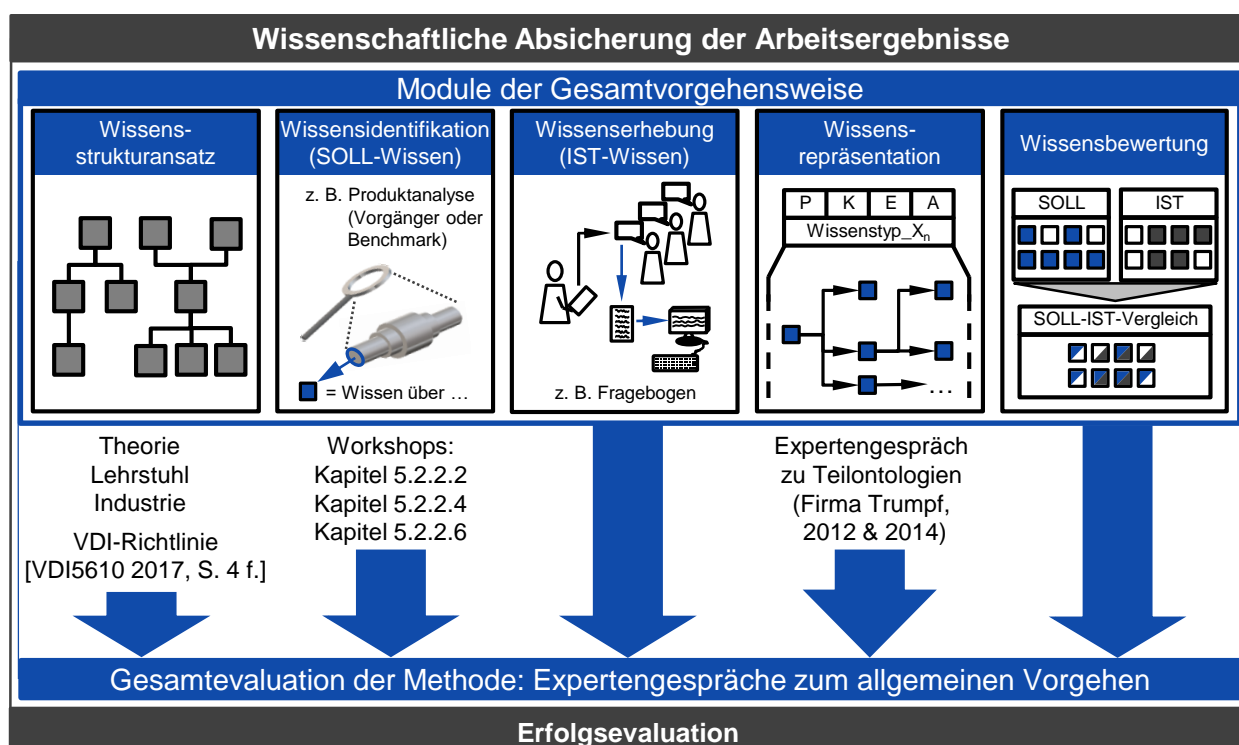


Bild 7.1: Evaluation im Kontext der Gesamtmethode

Der erste Schritt der Methodenentwicklung adressierte die Erarbeitung eines *Wissensstrukturansatzes für Wissen in der Produktentwicklung*. Zu diesem Zweck wurden ausgehend von theoretischen Untersuchungen erste Anpassungen im Umfeld des eigenen Lehrstuhls (fünf persönliche, strukturierte Interviews mit einer Dauer von je ca. 70 Minuten) vorgenommen.

Im Rahmen einer industriellen Erhebung konnten die gewonnenen Ergebnisse in einem kleinen industriellen Kontext überprüft werden. Hierbei kamen Halbtagesworkshops mit dem in Kapitel 5.1.2 beschriebenen Vorgehen in drei verschiedenen Unternehmen und in Summe mit acht Mitarbeitern aus fünf Abteilungen zum Einsatz.

Darüber hinaus ist ein allgemeingültiger Strukturansatz für Wissen entstanden, welcher inzwischen Eingang in eine VDI Richtlinie gefunden hat [VDI 5610 2017, S. 4 f.] und somit

als evaluiert betrachtet werden kann. Dieser beschreibt Wissen durch die fünf Strukturparameter Wissenstyp, -art, -form, -ort und -qualität.

Bei der Gestaltung des zentralen *Moduls zur Identifizierung eines notwendigen SOLL-Wissensstands* sind drei verschiedene Workshops entstanden, deren Vorstellung in den Kapiteln 5.2.2.2, 5.2.2.4 sowie 5.2.2.6 beinhaltet ist. Bei diesen handelt es sich um die zu Beginn des Kapitels angesprochenen Evaluationen auf Modulebene. Bei der Durchführung der Evaluation wurden die in Kapitel 3.3 aufgelisteten Anforderungen an die zu entwickelnde Methode herangezogen. Mit den gegebenen Antworten der Evaluationsteilnehmer konnten für alle Workshops eine grundsätzliche Anwendbarkeit durch den Nutzer abgeleitet werden. Nach dem Sprachgebrauch der DRM handelt es sich somit um Anwendungsevaluationen. Vereinzelt lassen sich zudem erste Einschätzungen hinsichtlich der Unterstützung und eines Erfolgs der späteren Gesamtmethode deuten. Kapitel 5.2.2 beinhaltet die vollständigen Evaluationsergebnisse sowie eine Zuordnung der Antworten zu den in Tabelle 3.1 definierten Anforderungen (A2-A12, A14-A15 sowie A19).

Für das *Modul der Wissenserhebung* wurde ein Vorgehen zum Bestimmen sowohl kontextstarker als auch kontextschwacher Wissenstypen erarbeitet. Kontextschwache Wissenstypen können künftig mit den in Kapitel 5.3.1 empfohlenen Wissenserhebungsmethoden erfasst werden. Für das Erheben kontextschwacher Wissenstypen können die ausgeführten Schritte während der Wissensidentifikation zur Bestimmung des notwendigen SOLL-Wissensstands mittels generischem Strukturmodell als erste Evaluation angesehen werden. Analog zum dort durchgeführten Workshop erfolgt das Festlegen des vorliegenden IST-Wissensstands mittels Operationalisieren von Wissens-elementen durch Fragen.

Ein Nachweis, dass semantische Netze (Ontologien) zur *Darstellung von Wissen in der Produktentwicklung* geeignet sind, wurde innerhalb der Module zur Wissensidentifikation und -erhebung erbracht. Für die Absicherung grundsätzlicher Inhalte der semantischen Netze fanden Gespräche mit einem Experten des Wissensmanagements der Firma Trumpf statt.

Erkenntnisse bezüglich des Moduls *Wissensbewertung* und damit der übergeordneten Zielsetzung der Methode konnten bisher aus keiner der durchgeführten Evaluationen abgeleitet werden. Hierfür steht eine abschließende Expertenevaluation aus, deren Ergebnisse in Kapitel 7.1 präsentiert werden.

Infolge einer durchgängigen Methodenüberprüfung erfolgt eine Reflektion bezüglich der bisher nicht berücksichtigten Anforderungskriterien (A1, A13, A16-A18 und A20 aus Tabelle 3.1) sowie die Ableitung noch ausstehender Aufgaben. Mit der Anforderung A1 wurde lediglich definiert, dass sich die Methode anhand von Anforderungskriterien bewerten und somit in ihrer Gesamtheit bzw. in Einzelmodulen verifizieren lässt. Dies ist im Rahmen der Arbeit gegeben. Mit der Anforderung A13 wurde festgelegt, dass die Methode ein einheitliches, standardisiertes Indikatoren-Set sowie ein individuell anpassbares Set an Indikatoren beinhalten soll. Dieser Grundgedanke wurde bei der Entwicklung des Wissensstrukturansatzes aufgegriffen. In diesem wird die Begriffswelt für das Anwendungsfeld Wissen in der Produktentwicklung operationalisiert und mittels Indikatoren überprüft (siehe Kapitel 5.1.2 und [ROTH12B]). Jedoch hat sich dieses Vorgehen für die Erarbeitung von Ergebnissen innerhalb der Gesamtmethode als nicht zweckmäßig erwiesen. Insbesondere gelang es bei der Entwicklung und Erprobung produktentwicklungsspezifischer Indikatoren nicht, ein möglichst generisches Indikatorenset abzuleiten. Dies lässt sich unter anderem auf die vorliegende Varianz der Anwendungsfälle zurückführen. Aus diesem Grund sind die zuvor angesprochenen Workshops entstanden, mit denen anwendungsspezifische SOLL-Wissensstände abgeleitet werden können. Der Aspekt A16 wird innerhalb dieser Arbeit nicht gesondert evaluiert. Durch die Verwendung einer anerkannten Fachterminologie und die Kenntnis vorliegender Standardwerke im Umfeld des Wissensmanagements kann jedoch eine grundsätzliche Verträglichkeit mit allgemeingültigen Produktentwicklungsprozessen und Wissensmodellen angenommen werden. Eine in Anforderungskriterium A17 verlangte Formalisierbarkeit in Form von beispielsweise Formblättern oder einer rechnergestützten Anwendung wird mit der Entwicklung des in Kapitel 6 vorgestellten ersten Softwareprototypen Rechnung getragen.

Kapitel 7.1 beinhaltet die noch ausstehende Erfolgsevaluation. Hier sind unter anderem die noch offenen Anforderungskriterien (A18 und A20) zu überprüfen. In Kapitel 7.2 werden die Ergebnisse der durchgeführten Evaluationen aus Kapitel 5 sowie das Ergebnis der Erfolgsevaluation kritisch diskutiert und weiterer Evaluationsbedarf begründet.

7.1 Vorstellung der Erfolgsevaluation

Bisher vorgestellte Module der Gesamtmethode wurden gemäß der DRM nach Blessing und Chakrabarti [BLESSING09] entwurfsbegleitend hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Funktionsweise und/oder ihrer Anwendbarkeit durch den Nutzer untersucht. In einer

abschließenden Erfolgsevaluation wird nun analysiert, ob durch die bereitgestellte Lösung (Gesamtvorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung) ein Mehrwert generiert wird und ob die Lösung somit einen entsprechenden Nutzen liefert.

Das dieser Arbeit zugrundeliegende grundsätzliche Evaluationskonzept wurde einleitend in Kapitel 4.3 erläutert. Aus diesem gehen, dem Vorschlag von Blessing und Chakrabarti [BLESSING09, S. 57] folgend, ein messbarer Erfolgsfaktor und zwei diesen Erfolgsfaktor direkt beeinflussende Schlüsselfaktoren hervor (siehe Bild 7.2). Langfristige Erfolgsfaktoren sind in der Regel nur schwer darstellbar und somit schwer messbar.

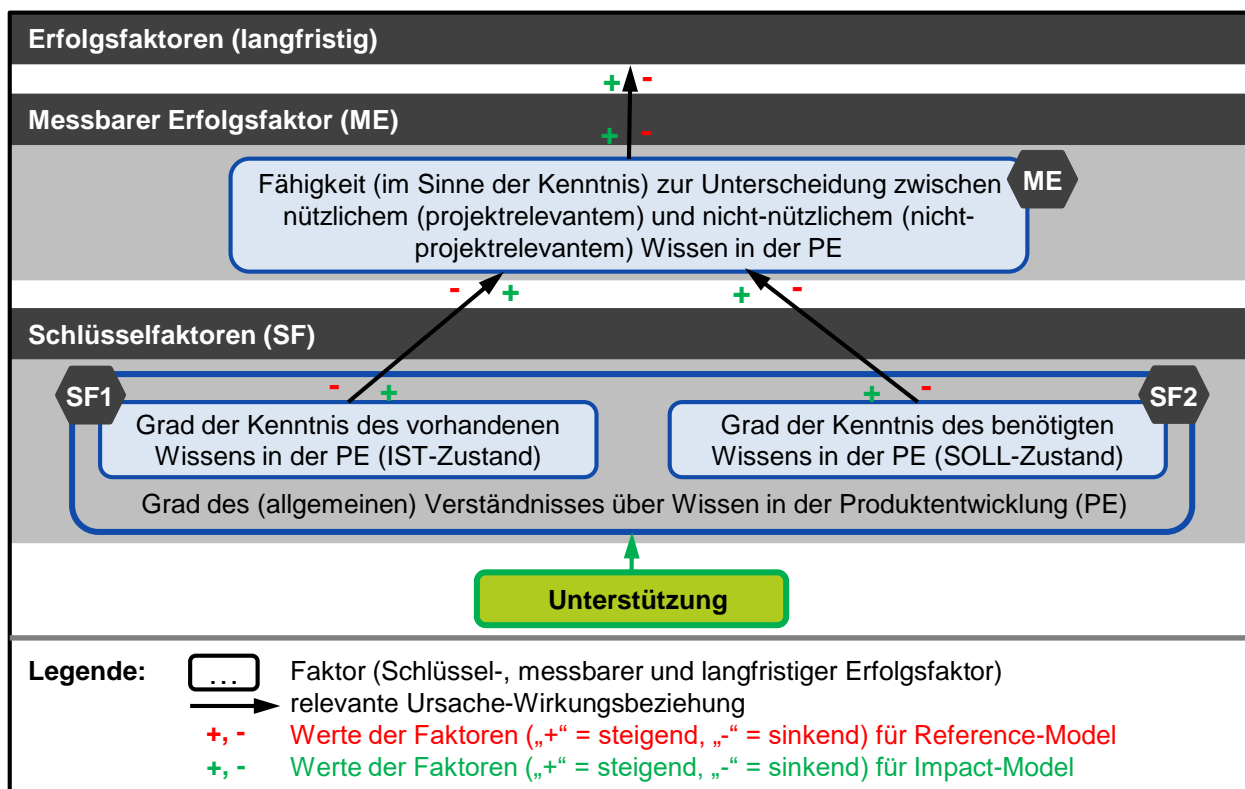


Bild 7.2: Schlüsselfaktoren und messbarer Erfolgsfaktor zur Beurteilung der neuen Situation durch die eingebrachte Unterstützung

Eine erste Aufgabe innerhalb der Evaluation besteht in der Analyse, ob sich die Unterstützung in der gewünschten Situation wie erwartet verhält. Die hier involvierten Faktoren stellen die zwei Schlüsselfaktoren dar. Schlüsselfaktor 1 (SF1) bildet den Grad der Kenntnis des vorhandenen Wissens bzw. Schlüsselfaktor 2 (SF2) den Grad der Kenntnis des benötigten Wissens ab. Das Ergebnis der Analyse besteht im Schlußfolgern auf die Nützlichkeit der Unterstützung und damit im Finden einer Aussage, ob mit der Unterstützung eine positive Beeinflussung der beiden Schlüsselfaktoren erfolgt.

Die zweite wesentliche Aufgabe innerhalb der Evaluation ist es, anhand des messbaren Erfolgsfaktors zu untersuchen, ob die Anwendung der Unterstützung den ganzheitlich

erwünschten Effekt hat, der durch den messbaren Erfolgsfaktor (ME) definiert wurde. Als erwünschter Effekt wurde die Fähigkeit zur Unterscheidung zwischen nützlichem (projektrelevantem) und nicht-nützlichem (nicht-projektrelevantem) Wissen in der Produktentwicklung definiert.

Nachfolgend wird die ausgeführte Evaluation vorgestellt sowie deren Evaluationsergebnisse erläutert.

7.1.1 Vorgehen innerhalb der Evaluation

Aufgrund der Komplexität des Untersuchungsgegenstands und der damit verbundenen Schwierigkeit, praktische Anwendungspartner zum Bestimmen des Erfolgsfaktors in direkten Anwendungskontexten zu finden, erfolgte eine Abschätzung des Erfolgs innerhalb von Expertengesprächen. Unter Experten werden Mitarbeiter von Unternehmen verstanden, die sich in ihrer täglichen Arbeit mit Fragestellungen des Wissensmanagements beschäftigen.

Die durchgeführten Evaluationsgespräche (Expertengespräche) verliefen identisch und dauerten zwischen 1,5 und 2 h. Befragt wurden zwei Mitarbeiter der Daimler AG (ein Sachbearbeiter des IT-Managements für Produktentwicklung und ein Manager des IT-Engineerings), ein Mitarbeiter der TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG (Hauptabteilungsleiter Produktmanagement und Technischer Vertrieb), ein Mitarbeiter der Alfred Kärcher SE & Co. KG (Bereichsleiter der Forschung und Entwicklung), ein Mitarbeiter der Schnaithmann Maschinenbau GmbH (Abteilungsleiter Entwicklung), ein Mitarbeiter eines Hausgeräteherstellers (Referent Digitale Transformation als Stabsabteilung zur Geschäftsführung), ein Mitarbeiter der J.M. Voith SE & Co. KG (Vice President Engineering Process Management and Systems) sowie ein Mitarbeiter der HELLA GmbH & Co. KGaA (Competence field leader – Engineering Processes & Standards Methods and Processes). Die Hälfte der Experten besitzt zwischen zehn bis zwanzig Jahren Berufserfahrung, die andere Hälfte über zwanzig Jahre. Bei der Frage nach ihrer Expertise im Bereich des Wissensmanagements stuften sich drei Experten mit sehr gut und fünf mit gut ein. Hinsichtlich ihrer Expertise im Bereich allgemeiner Methoden und Vorgehensweisen stuften sich fünf Experten mit sehr gut ein und drei mit gut.

Zu Beginn der Evaluationsgespräche wurden vom Autor dieser Arbeit die Projektziele vorgestellt. Den Schwerpunkt der Gespräche stellte die Einführung in die erarbeiteten Bestandteile der Gesamtvorgehensweise dar. Ergänzend folgte eine kurze Schilderung

des dazugehörig entstandenen Softwareprototypen. Die eigentliche Evaluation schloss sich an die Erläuterung des zugrundeliegenden Evaluationskonzepts an.

Bei der Evaluation kam es nicht nur zur Untersuchung der in dieser Arbeit festgelegten Schlüssel- und Erfolgsfaktoren. Wie bei der Erarbeitung der Einzelmodule wurden auch bei der abschließenden Bewertung der Gesamtvorgehensweise wesentliche Anforderungen der nach Keller und Binz [KELLER09, S. 205 ff.; KELLER10, S. 14 ff.] sowie Binz et al. [BINZ11, S. 81 f.] definierten acht Anforderungsgruppen herangezogen.

Zur Beurteilung der praktischen Relevanz wird mit der ersten Frage der Mehrwert/Nutzen der Methode abgefragt. Geht es um die Betrachtung der wissenschaftlichen Sinnhaftigkeit wird zum einen die Objektivität und zum anderen die Validität der Methode (Wird der richtige Sachverhalt gemessen?) betrachtet. Die Anforderung Nachvollziehbarkeit der Methode wird durch logisch und transparent zusammenhängende Schritte/Zusammenhänge sowie die Anwend- und Erlernbarkeit durch den Nutzer abgebildet. Die Nützlichkeit der Methode wird in diesem Fall anhand der Effizienz gemessen. Des Weiteren muss die Methode die Strukturierung von Wissen in der Produktentwicklung ermöglichen und kompatibel mit bestehenden Wissens- und Produktentwicklungsansätzen sein. Eine notwendige Problemspezifität führt zur Anforderung des Erfassens impliziter sowie expliziter Wissensinhalte (A18 in Tabelle 3.1) als auch zur Unterstützung einer zielgruppengerechten Aufbereitung (A20 in Tabelle 3.1).

Tabelle 7.1 enthält den vollständigen Fragenkatalog der Expertenbefragung.

	Betroffene(s) Modul(e)	Fragestellungen für Expertengespräche
	Alle	Bietet die Methode einen Mehrwert/Nutzen? + Freifeldantwort
	Alle	Bietet die Methode ein möglichst objektives Vorgehen bzw. sind die zu erwartenden Ergebnisse der Methode möglichst objektiv? + Freifeldantwort
	Alle	Ist die Methode möglichst valide, d. h., misst die Methode den richtigen Sachverhalt? + Freifeldantwort
	Alle	Sind die Schritte und Zusammenhänge der Methode logisch und transparent? + Freifeldantwort
	Alle	Kann die Methode durch Anwender erlernt und angewendet werden? + Freifeldantwort
	Alle	Schätzen Sie die Methode als effizient ein? + Freifeldantwort
	Alle	Unterstützt die Methode bei der Strukturierung und Darstellung von Wissen in der Produktentwicklung? + Freifeldantwort
	Alle	Ist die Methode kompatibel zu bestehenden Wissensmanagement- bzw. Produktentwicklungsansätzen? + Freifeldantwort
	Alle	Wird mit der Methode sowohl das Erfassen expliziter Wissensinhalte (Dokumente, Richtlinien usw.) wie auch impliziter Wissensinhalte (Erfahrungen, Zusammenhänge) ermöglicht? + Freifeldantwort
	Alle	Wird mit der Methode eine zielgruppengerechte Aufbereitung der Ergebnisse unterstützt? + Freifeldantwort

SF1	Modul Wissenserhebung	Führen die angebotenen Methoden im Modul Wissenserhebung zu einem gesteigerten Kenntnisgrad des vorhandenen IST-Wissens?
SF2	Modul Wissensidentifikation	Führen die angebotenen Methoden im Modul Wissensidentifikation zu einem gesteigerten Kenntnisgrad des benötigten SOLL-Wissens?
ME	Zusammenwirken aller Module: Wissensstrukturansatz, Wissensidentifikation, Wissenserhebung, Wissensrepräsentation und Wissensbewertung	Führt die Summe der angebotenen Schritte zu einer gesteigerten Fähigkeit zur Unterscheidung zwischen nützlichem (projektrelevantem) Wissen und nicht-nützlichem Wissen (nicht-projektrelevantem) Wissen in der Produktentwicklung?

Tabelle 7.1: Fragenkatalog für Expertenbefragung zur Gesamtmethode der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

Die letzten drei Fragen betreffen explizit die für die Erfolgsevaluation maßgeblichen Faktoren (Schlüsselfaktoren und messbarer Erfolgsfaktor). Der Fokus von Schlüsselfaktor 1 liegt auf dem Modul der Wissenserhebung aus Kapitel 5.3, für Schlüsselfaktor 2 auf dem Modul der Wissensidentifikation aus Kapitel 5.2 und für den messbare Erfolgsfaktor auf dem Zusammenwirken aller Module (Kapitel 5.1 bis Kapitel 5.5).

Eine unterstützende Maßnahme innerhalb des Evaluationsgesprächs war es zudem, den Experten *gedanklich* in einen einheitlichen Bewertungskontext zu versetzen. Die zugrundeliegende Idee bestand darin, ein fiktives Szenario anzubieten, anhand dessen die theoretisch zu durchdenkenden Einzelschritte der Methode *durchlaufen* werden konnten. In dem in Bild 7.3 dargestellten fiktiven Anwendungsszenario sollte von der Situation ausgegangen werden, dass von einem Hersteller für Motorsägen im Professionalbereich die Entscheidung getroffen wurde, das Produktportfolio zu erweitern und künftig auch den Abtransport von Holz aus dem Wald zu unterstützen.

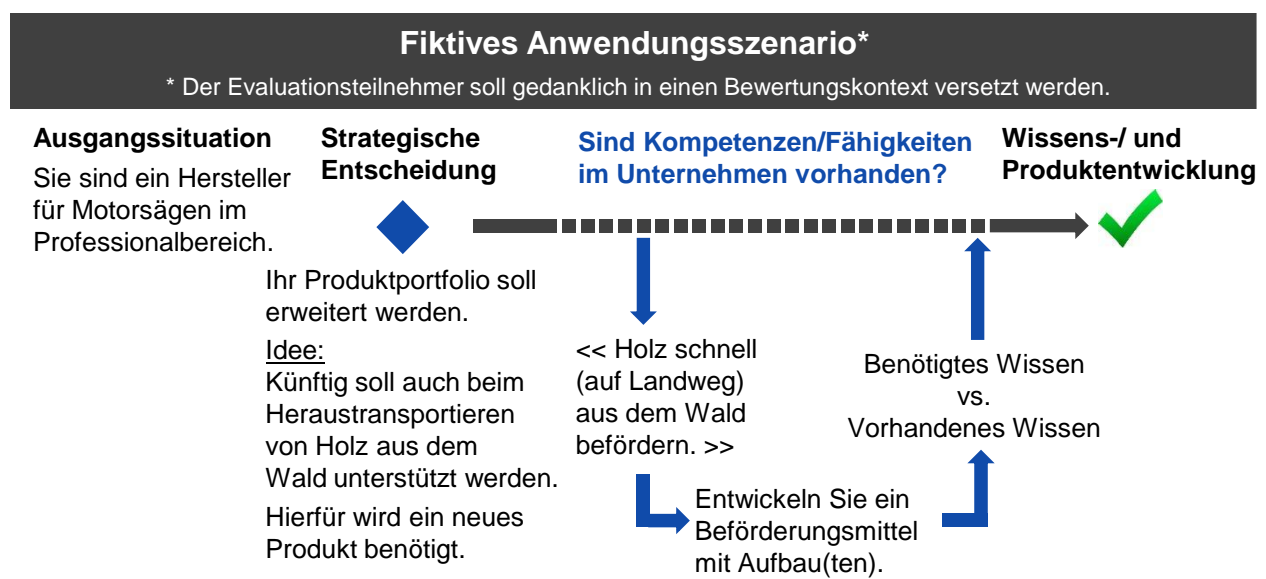


Bild 7.3: Fiktives Anwendungsszenario im Rahmen der Evaluationsgespräche

Für das Unternehmen stellt sich die Frage, ob die notwendigen Kompetenzen/Fähigkeiten (d. h. das richtige Produktentwicklungswissen) vorhanden sind.

Die Herausforderung des Experten bestand im Gespräch nun darin, zu überlegen, wie und wo die vorgestellte Vorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung unterstützen kann. Die sich hieraus ergebenden Schlussfolgerungen gingen direkt in die Beantwortung der aus Tabelle 7.1 gestellten Evaluationsfragen ein.

7.1.2 Ergebnisse der Erfolgsevaluation

Alle Experten konnten die Evaluation abschließen. In Bild 7.4 sind die Antworten zu den allgemeinen Evaluationsfragen abgebildet. Den Experten wurde die Möglichkeit gegeben, entweder mit *Ja* oder *Nein* zu antworten. Sollte wirklich keine eindeutige Antwort ge-

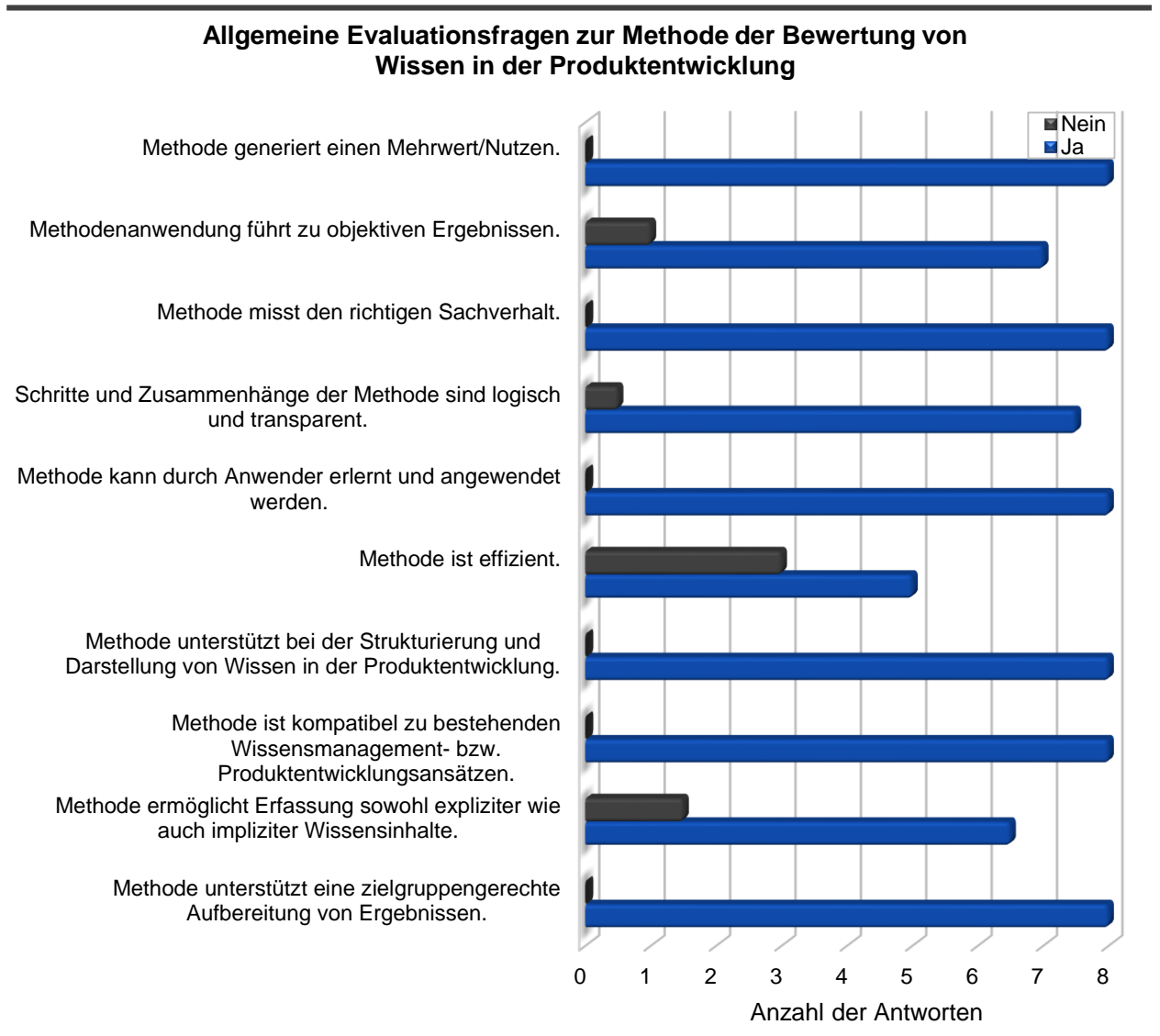


Bild 7.4: Auswertung allgemeiner Evaluationsfragen zur Methode der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

geben werden, so war es zulässig ein Kreuz „in der Mitte“ zu setzen. In die Auswertung ging die Antwort dann mit 0,5 Ja und 0,5 Nein ein. Außerdem konnten die Experten optional Erklärungen zu den einzelnen Antworten notieren, die zum Verständnis der gegebenen Antwort beitragen. Diese fließen ebenfalls in die Auswertung mit ein.

Mit der ersten Frage wurde überprüft, ob die Methode einen Mehrwert bzw. Nutzen generiert. Alle Experten beantworteten dies mit ja. Ein Experte sieht insbesondere bei der Anwendung der Methode Vorteile, wenn neue Problemfelder im Fokus stehen oder disruptive Technologien zum Einsatz kommen sollen. Ein anderer Experte betonte den Mehrwert der Methode aufgrund des systematischen Ansatzes. Insbesondere könne dieser noch durch den Einsatz einer Softwareunterstützung gesteigert werden. Nutzen, so zwei Experten, könne auch durch Einbettung in Personalentwicklungsmethodiken bzw. bei Einstellungstests generiert werden.

Mit der zweiten Frage sollte beurteilt werden, ob die Methodenanwendung zu objektiven Ergebnissen führt. Sechs Experten antworteten mit ja. Lediglich zwei Experten konnten sich nicht eindeutig festlegen. Es wurden aber Hinweise darauf gegeben, dass die Ergebnisse stark von den Teilnehmenden abhängen können und dabei insbesondere von deren Wissen. Bei einer kleinen Anzahl eingebundener Personen könnte ein falsches, subjektives Bild des SOLL-Wissens entstehen, so ein Experte. Auch äußerte dieser, dass bei der Abfrage des IST-Wissens eine Falscheinschätzung erfolgen könnte. Jedoch helfe der strukturierte Ansatz, die Subjektivität zu minimieren und eine Objektivierung zu erreichen. Grundsätzlich empfehle sich die Anwendung der Methode in einem interdisziplinär zusammengesetzten Team.

Alle acht Experten sind sich einig, dass die Methode den richtigen Sachverhalt misst. Mit der Methode lasse sich der aus aktueller Sicht bestmögliche Sachverhalt messen. Ein Experte betonte insbesondere Stärken in technischen Feldern.

Eine weitere Anforderung an die Methode lag darin, logisch und transparent zu sein. Diese Forderung wird aus Sicht von sieben Experten erfüllt. Ein Experte war sich unentschieden, ob die gewählte Ausführungsform für alle beteiligten Personengruppen ausreichend ist. Dieser hinterfragte, ob eine *Top-Level-Darstellung* bzw. ein *Management Summary* für noch mehr Transparenz sorgen würde. Ein anderer Experte stellte fest, dass insbesondere durch die vorgegebene SOLL-IST-Struktur bzw. die Zielvorgaben innerhalb der einzelnen Module, klare, logische und transparente Schritten bzw. Zusammenhänge erreicht werden. Auch wurde angemerkt, dass die Zusammenhänge

logisch sind. Eine abschließende Beurteilung zur Transparenz der Schritte und Zusammenhänge könne jedoch erst nach einer Anwendung getroffen werden.

Die Frage nach der Erlern- und Anwendbarkeit der Methode wurde von allen acht Teilnehmern mit ja beurteilt. Insbesondere die klare Struktur innerhalb der Gesamtmethode unterstütze bei der Anwendung. Drei Experten betonten, dass mit einer allgemeinen Methodenaffinität die grundsätzliche Erlernbarkeit gegeben ist. Von diesen Experten wurde auch angeregt, dass ein Mitarbeiter mit Methodenexpertise, beispielsweise ein Wissen-singenieur, hilfreich sein könnte. Die Vielfalt der Methoden lasse sich durch eine moderierende Rolle in Unternehmen noch besser in den Arbeitsalltag integrieren.

Eine größere Unsicherheit besteht bei der Einschätzung, ob die Methode effizient ist. Zwei Experten beantworteten diese Frage mit ja. Die sechs anderen Experten waren sich nicht sicher, bzw. trauten sich insbesondere aufgrund des fehlenden Vergleichs keine finale Aussage zu. Ein Experte äußerte die Vermutung, dass es auf das Anwendungsfeld ankomme sowie, ob es sich um eine Neuentwicklung oder eine Anpasskonstruktion handelt und die Expertise im Unternehmen vorhanden ist. Ein anderer betrachtete die Methode überwiegend als effizient, insbesondere wenn der Anwender auf die „richtige“ Methode hingewiesen wird. Auch, so eine weitere Sichtweise, eigne sich die Methode, bei der ein hoher Aufwand für die Ermittlung von SOLL- und IST-Wissen notwendig wird, vor allem in Bereichen, in denen das Wissen nicht hochdynamisch ist. Eine zweckmäßige Softwareunterstützung könnte zudem zu einer Steigerung der Effizienz führen.

Das Anforderungskriterium, dass die Methode bei der Strukturierung und Darstellung von Wissen in der Produktentwicklung unterstützt, sahen alle acht Experten als erfüllt an. Hierbei trägt nach Meinung eines Experten der hohe Grad an Formalismen bei.

Die Kompatibilität zu bestehenden Wissensmanagement- bzw. Produktentwicklungsansätzen wurde ebenfalls von allen Experten als gegeben angesehen. Eine Stärke bestehe in der Unabhängigkeit vom Produktentwicklungsansatz. Es sei daher nicht relevant, ob dieser Ansatz klassischen oder agilen Strukturen folge.

Das Erfassen sowohl expliziter wie auch impliziter Wissensinhalte wurde teils unterschiedlich beurteilt. Fünf Experten sahen die Methode als geeignet an. Drei Experten waren sich hinsichtlich der Leistungsfähigkeit zur Erhebung impliziter Wissensinhalte unsicher. Im Gegensatz zu expliziten Wissensinhalten, die sich grundsätzlich erfassen lassen, könne eine Vollständigkeit bei der Erhebung impliziter Wissensinhalte nicht garantiert werden. Durch die angebotene Empfehlung geeigneter Wissenserhebungsmethoden wird künftig allerdings eine bessere Unterstützung erwartet.

Eine Unterstützung der geforderten zielgruppengerechten Aufbereitung von Ergebnissen durch die Methode erkannten alle Experten.

In Bild 7.5 ist eine Auswertung für die in Bild 1.4 bzw. Bild 3.1 definierten Schlüsselfaktoren sowie den messbaren Erfolgsfaktor dieser Arbeit beinhaltet. Ziel war es, diese durch die Experten beurteilen zu lassen und somit einen Rückschluss auf den Erfolg der Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung zu ziehen. Das Urteil der befragten Experten war diesbezüglich eindeutig. Alle Faktoren wurden mit erfüllt bewertet. Zum einen wird damit der Schlüsselfaktor eins (SF1) dahingehend als positiv gesehen, dass die Methode den Anwender dazu befähigt, zu beurteilen, welches IST-Wissen in der Produktentwicklung vorliegt. Zum anderen wird der zweite Schlüsselfaktor (SF2) als zweckmäßig adressiert betrachtet, da mit der Anwendung der Methode ein gesteigertes Verständnis über benötigtes Wissen in der Produktentwicklung, das SOLL-Wissen, entsteht. Letztendlich ist es für Unternehmen wichtig, das nützliche (projektrelevante) vom nicht-nützlichen (nicht-projektrelevanten) Wissen unterscheiden zu können. Aus Sicht der Experten befähigt die Anwendung der Methode Unternehmen zu dieser Unterscheidung.

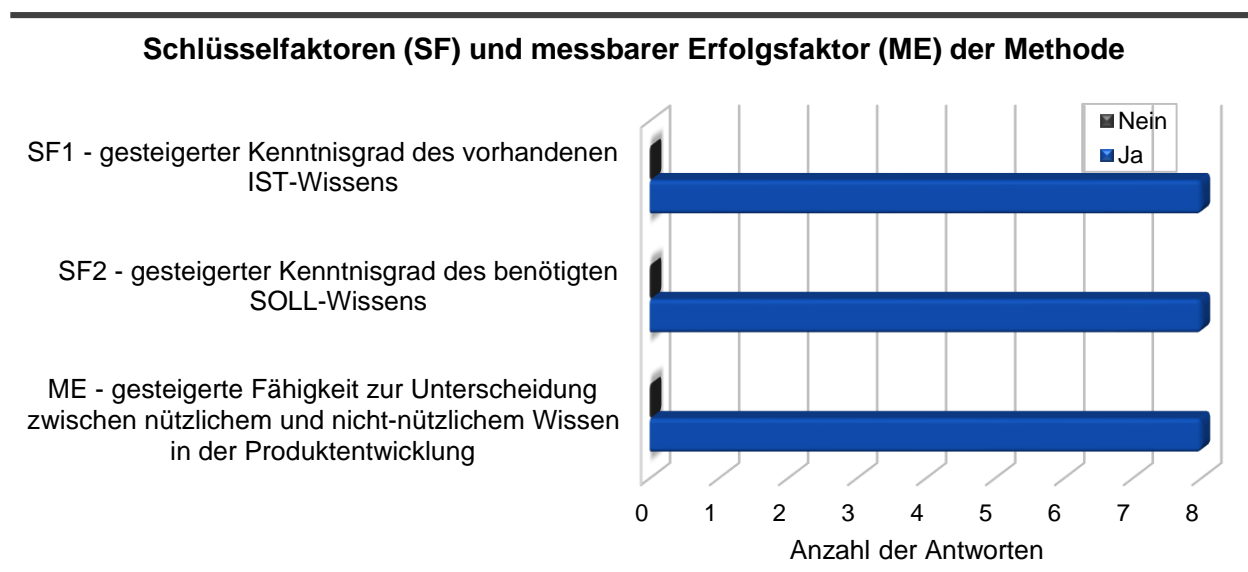


Bild 7.5: Auswertung der Schlüsselfaktoren und des messbaren Erfolgsfaktor der Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

Ein Experte betonte zum Abschluss der Evaluation explizit, dass es sich um eine besonders leistungsstarke und beeindruckende Methode handelt, die bestens für den Anwendungsfall geeignet ist. Ein anderer Experte empfand die Methode explizit als sehr gut.

7.2 Diskussion der Evaluationsergebnisse

Innerhalb dieses Kapitels liegt der Schwerpunkt darauf, ob und inwieweit die in Kapitel 3.1 übergeordnete Forschungsfrage bzw. operationalisierten Fragestellungen beantwortet wurden. Die übergeordnete Forschungsfrage dieser Arbeit lautete:

Wie kann Produktentwicklungswissen definiert, strukturiert und analysiert werden, so dass eine Aussage bezüglich des vorhandenen Wissens sowie eine Abschätzung hinsichtlich des benötigten Wissens ermöglicht wird?

Auf der Grundlage von der in Kapitel 3.1 benannten Hypothese für diese Arbeit wurden ein allgemein gültiges Verständnis für Wissen in der Produktentwicklung erarbeitet, wesentliche Kernprozesse des Wissensmanagements bestimmt und schlussendlich Module für eine durchgängige Vorgehensweise für die Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung abgeleitet.

Für den entwickelten Strukturansatz für Wissen in der Produktentwicklung (Kapitel 5.1) wurde mit der dreistufigen Herleitung (Theorie/Lehrstuhl/Praxis) ein erstes Grundgerüst angeboten. Dieses sollte künftig jedoch in einem breiteren Anwendungsumfeld überprüft werden. Auch lassen sich die entstandenen semantischen Netze in Bezug zu heutigen Entwicklungsmethodiken anpassen und erweitern. Die bisher vorliegenden Ergebnisse stellen hierfür eine Basis dar.

Für die Abschätzung des benötigten Wissens ist das Kernmodul der Wissensidentifikation (siehe Kapitel 5.2) entstanden. Die dort vorliegenden drei Methoden unterscheiden sich stark in ihrem Zeitaufwand, ihrer Komplexität und Detailtiefe. Alle Methoden konnten im universitären Rahmen bezüglich ihrer Anwendbarkeit überprüft werden. Dezierte Erkenntnisse der Methodenanwendung wurden bereits in den jeweiligen Evaluationskapiteln der Methoden präsentiert. Insbesondere der Methode des generischen Strukturmodells wie auch der des Reverse Engineering wird ein recht hoher Zeitbedarf bescheinigt. Gleichzeitig werden jedoch die hohen Detailtiefen wie auch die entstehenden strukturierenden Wissensselemente als positiv hervorgehoben. Ein konkreter Einsatz in der Praxis steht noch aus. Die bestehende umfängliche Aufbereitung der Workshops erlaubt jedoch eine diesbezügliche direkte Umsetzung.

Werden die dargebotenen Schritte zur Wissenserhebung (siehe Kapitel 5.3) betrachtet, besteht insbesondere für die Beurteilung des methodischen Vorgehens zur individualisierten Wissenserhebung kontextstarker Wissenstypen weiterer Evaluationsbedarf. Gegenwärtig können für diese Erhebungsform nur Rückschlüsse aus der Diskussion im

wissenschaftlichen Umfeld gezogen werden. Für kontextschwache Wissenstypen wurde ein auf den angepassten Wissensstrukturmodellen basierendes Operationalisierungsvorgehen mittels individualisierter Frageausführungen und -auswertungen eingeführt. Eine erste Überprüfung der Anwendbarkeit erfolgt innerhalb des generischen Strukturmodells durch Bestimmen des vorliegenden Wissens. Eine Erprobung in der Praxis fand bislang nicht statt. Eine Empfehlung ist es, diese Aufgabe qualifizierten Mitarbeitern wie beispielsweise einem Wissensingenieur zu übertragen. Zum einen ist auf eine ordnungsgemäße Ausführung zu achten, zum anderen bedarf es bei der Auswertung der erhobenen Ergebnisse gezielter Eingriffe mit Fachkenntnis (siehe Ausführungen in Kapitel 5.3.2).

Die in Kapitel 5.4 unterbreiteten Vorschläge zur Wissensrepräsentation greifen bestehende Modellierungssprachen auf und nutzen diese im Anwendungskontext. Die so umgesetzten Darstellungen haben sich für die Dokumentation von Wissen innerhalb der Methodenmodule als geeignet erwiesen. Ebenso war eine geforderte Komplexitätsreduzierung mit den für die Wissensrepräsentation gewählten semantischen Netzen möglich. Die zur Anwendung gekommenen Analysen entstammen bisher studentischen Ausarbeitungen. Erkenntnisse in Bezug auf einen Übertrag auf die Praxis oder auch der thematisierten Reduktionsgrade bedürfen weiterer Untersuchungen.

Innerhalb der Wissensbewertung (siehe Kapitel 5.5) werden die zuvor entwickelten Module logisch verknüpft und bilden die Vorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung. Das Bewertungskonzept beinhaltet als zentralen Kern die Gegenüberstellung der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden IST- und SOLL-Wissensstände. Für den in der Forschungsfrage geforderten Bedarf zur Abschätzung des vorhandenen wie auch benötigten Wissens ist die in Kapitel 7.1 vorgestellte gesonderte Erfolgsevaluation ausgeführt worden. Kern der Evaluation war die Analyse der Schlüsselfaktoren und des messbaren Erfolgsfaktors (siehe Ergebnisse in Kapitel 7.1.2). Insbesondere der Rahmen der Durchführung sollte künftig erweitert werden. Bisher stützen sich die Erkenntnisse auf die durchgeführten Expertengespräche. In diesen wurden die einzelnen Module wie auch die Gesamtvorgehensweise vorgestellt und vorbereitete Fragestellungen beantwortet. Zudem wurde ein kleiner Einblick in die Umsetzung eines Softwareprototypen gegeben. Die Aussagekraft dieser Evaluation wird durch die fehlende Umsetzung der Gesamtvorgehensweise innerhalb der Industrie eingeschränkt. Aus Sicht der Experten ist jedoch eine Vorgehensweise entstanden, deren Transfer in die Praxis den in Bild 7.2 erwarteten Mehrwert des messbaren Erfolgsfaktors erwarten lässt.

8 Zusammenfassung

In dieser Arbeit ist eine grundlegende Vorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung entstanden. Als Folge eines diesbezüglichen Bedarfs wurden mit dem Stand der Forschung und Technik in die für diese Arbeit wichtigsten Themen eingeführt. Dabei wurden die Begriffe der Analyse und Produktentwicklung behandelt sowie eine terminologische und sprachliche Abgrenzung der Sichtweisen zum Begriff Wissen vorgenommen. Neben der Vorstellung allgemeiner Strukturierungsansätze wurde ein aus fünf Strukturparametern bestehender Strukturansatz für Wissen beschrieben wie auch ein Einblick in Konzepte und Modelle des Wissensmanagements gegeben. Die anschauliche Darstellung des Begriffs Produktentwicklungswissen und die Analyse bisheriger Verfahren zur Bewertung von Wissen runden den Stand der Forschung und Technik ab. Mit dem abgeleiteten Fazit, dass bisher kein Verfahren identifiziert werden konnte, mit dem speziell Produktentwicklungswissen hinreichend abgebildet, strukturiert, aufbereitet und bewertet werden kann, wurde der einleitend formulierte Bedarf belegt. Insbesondere neuere Verfahren, sogenannte Wissensbilanzen, betrachten überwiegend übergeordnete Kriterien wie beispielsweise das Human-/ Struktur- und Beziehungskapital. Zudem ergab sich, dass für die zu erarbeitende Unterstützung ein ausreichendes Verständnis über Wissen in der Produktentwicklung (PEW) vorliegen muss.

Als Konsequenz wurde die Aufgabenstellung konkretisiert und ein Konzept der gewünschten Unterstützung erarbeitet. Dieses beinhaltet vorab die Herleitung eines gültigen Strukturansatzes für PEW und dient dem erweiterten Verständnisaufbau.

Die entwickelte Gesamtvorgehensweise besitzt einen modularen Aufbau und orientiert sich an allgemeinen Schritten des Wissensmanagements. Mit einem Modul zur Wissensidentifikation werden drei Methoden angeboten, die zur Bestimmung notwendigen Wissens für die Entwicklung von Produkten im Unternehmen herangezogen werden können. Mit der Methode des generischen Strukturmodells besteht ein Vorgehen, welches mittels geordneter Wissenskarten zu einem strukturierten, hierarchischen Abbild vorliegenden Wissens führt. Im Rahmen dieser Arbeit sind hierfür mögliche generische Strukturmodelle des PEW entstanden, aus welchen die Wissenskarten abgeleitet werden können. Weniger zeitaufwändig, freier in der Bearbeitung, jedoch auch mit weniger detaillierten Ergebnissen kann die Analyse des benötigten Wissens mittels Brainstorming-Analyse eines Produkts erfolgen. In einem zweistufigen Prozess werden in einer Analysephase, in

der ein Produkt betrachtet wird, zuerst notwendige zur Produktentwicklung relevante Wissensselemente benannt (basierend auf der Erfahrung der Experten) und in einer sich anschließenden zweiten Phase nach der Häufigkeit ihrer Nennung geclustert. Mit der dritten Methode wird ein Vorgehen angeboten, das sich stark an die Prinzipien des (Product) Reverse Engineering anlehnt. Mit der Bestimmung einer SOLL-Wissensbasis mittels Reverse Engineering lässt sich ein umfangreicher Kenntnisstand über das benötigte Wissen zur Entwicklung eines Produkts erlangen. Insbesondere der hohe Zeitaufwand kann aber ein Hinderungsgrund für die Anwendung sein.

Rückt die Festlegung des im Unternehmen vorhandenen Wissens in den Fokus, können zwei notwendige Handlungsstränge identifiziert werden. Handelt es sich um kontextstarkes Wissen, und damit implizites, in den Köpfen der Mitarbeiter vorhandenes Wissen, sind spezielle Methoden zur Erhebung notwendig. Für die Auswahl der passenden Methode in Abhängigkeit eines zu erhebenden spezifischen Wissenstyps wurde eine Entscheidungsmatrix bereitgestellt. Im Falle kontextschwacher Wissenstypen ist das Aufstellen angepasster SOLL-Wissensstrukturen für ein Produkt möglich. Die darin beinhalteten Wissensinhalte lassen sich durch geeignete Fragestellungen auf ihr Vorhandensein bei Mitarbeitern oder übergeordnet im Unternehmen überprüfen. Zur Beherrschung entstehender Komplexitäten aufgrund sehr umfangreicher abzufragender Wissensstände wurden Möglichkeiten zur Reduktion aufgezeigt. Denkbar sind unter anderem nur die Betrachtung einzelner Bereiche der Produktentwicklung oder das Festlegen einer abzufragenden Detailtiefe. Übergeordnet wurde das Thema der Wissensrepräsentation behandelt. Für die vorliegenden und verwendeten Wissensstrukturen in Form von semantischen Netzen wurden Empfehlungen zum Aufstellen ausgesprochen.

Mit einem Modul zur Wissensbewertung werden alle zuvor betrachteten Module und Ergänzungen sinnfällig zusammengeführt, so dass eine Gesamtvorgehensweise zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung entsteht. Diese soll durch Darstellung der IST- und SOLL-Wissensstände zu Aussagen über benötigtes und vorhandenes Wissen befähigen.

Mit einem dieser Arbeit zugrundeliegenden durchgängigem Evaluationskonzept wurden bereits bei der Erstellung der einzelnen Module die Anwendbarkeit und Unterstützung überprüft. Mit einer abschließenden Erfolgsevaluation konnte in Form von Expertengesprächen der grundsätzliche Nachweis für den Nutzen der Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung erbracht werden.

9 Ausblick

Aus den erzielten Ergebnissen dieser Arbeit resultiert u. a. aufgrund getroffener Einschränkungen und Entscheidungen neuer bzw. erweiterter Forschungsbedarf. Dieser beinhaltet die während der Evaluation gegebenen Änderungsvorschläge. Zudem sind Ideen für weiterführende Untersuchungen entstanden, die ebenfalls kurz vorgestellt werden. Der Ausblick gliedert sich daher in direkte Überlegungen zur gezielten Optimierung der entstandenen Vorgehensweise wie auch zu angrenzenden Themenfeldern.

Hinsichtlich der Absicherung der Ergebnisse zeigt sich, dass zukünftig Anstrengungen in der Absicherung der Methodenmodule sowie der Gesamtvorgehensweise vorgenommen werden sollten. Erst eine breite Anwendung im industriellen Umfeld kann die Fragestellung eines Nutzens für Unternehmen abschließend klären. Bisherige Bestrebungen zeigen die grundsätzliche Funktionsfähigkeit und schließen aus Expertengesprächen auf die Gültigkeit des Gesamtkonstrukts. Für die Überführung in die Praxis sind Workshops entstanden, die für die jeweiligen Nutzungskontexte anzupassen sind. Eine wesentliche Erschwernis ist das Finden eines Produktentwicklungsprozesses in einem Unternehmen, der durchgängig und ganzheitlich begleitet werden darf. Hierbei sind zuerst bestehende Vorbehalte gegenüber Methoden zu überwinden, deren direkter Mehrwert nicht unmittelbar messbar ist.

Für den Einsatz im Industrielltag ist insbesondere die Effizienz der Methode zu verbessern. Ein Hauptkritikpunkt der Evaluationspartner war der durch die Methoden bedingte Zeitbedarf. Abhilfe könnten z. B. die Erarbeitung vorausgehender Schulungen schaffen, die notwendiges Anwendungswissen vorab vermitteln. Auch der Einsatz eines Wissensingenieurs kann Unterstützung bieten. Notwendig dafür ist die Bestimmung konkreter Aufgaben. Dazu zählen das Identifizieren von Projekten mit entsprechender Wissenstiefe und Unterstützungsbedarf oder das gezielte Vor- und Nachbereiten der durchzuführenden Workshops.

Wird weniger die organisatorische Sicht betrachtet, sondern vielmehr die Leistungsfähigkeit der entwickelten Methoden, so lassen sich Herausforderungen in der Weiterentwicklung benennen. Der aktuelle Schwerpunkt der Wissensrepräsentation stützt sich auf deklarative Methoden, da vorwiegend Wissenstypen mit kontextschwachen Wissensinhalten erhoben und dargestellt werden. Prozedurale Wissensrepräsentationsformen befähigen auch zur Darstellung von Abläufen und könnten in der Wiedergabe ausgewählter kontextstarker Wissenstypen (z. B. operationales

Wissen oder konditionales Wissen) zur Anwendung kommen. Die für die Erhebung der kontextstarken Wissenstypen angebotenen Methoden sind ebenfalls im Kontext einer industriellen Eignung zu überprüfen. Für die Erhebung der in semantischen Netzen repräsentierten Wissenstypen wurden initiale Modelle bereitgestellt. Im Rahmen heutiger Produktentwicklungsansätze wird jedoch eine Notwendigkeit zur Berücksichtigung insbesondere domänenspezifischer Herausforderungen gesehen. Mit dem momentan bestehenden, sehr allgemeingültigen Produktentwicklungsmodell lassen sich Besonderheiten, wie sie bei der Entwicklung mechatronischer Systeme möglich sind, noch nicht vollumfänglich erfassen. Denkbar wäre ein Ausbau der bestehenden generischen Strukturmodelle um noch zu erarbeitende, neue domänenspezifische Wissensinhalte.

Liegt das Hauptaugenmerk auf der Beurteilung der SOLL-Wissensstände, sollten Überlegungen aus der Evaluation des Reverse Engineering aufgegriffen werden. Idealisiert wird ein möglichst vollkommenes Produkt als Referenz herangezogen, dessen SOLL als Referenz für künftige Projekte angesehen wird. Aktuell stehen jedoch Untersuchungen aus, wie mit dem Wissen, das aus den im Produkt beinhalteten Schwachstellen resultiert, bestmöglich umgegangen werden kann. Diesbezüglich ist ein Vorgehen zu bestimmen, mit dem gezielt Veränderungen der erfassten SOLL-Wissensbasis herbeigeführt werden, um fehlerhafte SOLL-Wissenselemente zu eliminieren. Informationsbasen für fehlerhafte Wissensselemente stellen u. a. Wissensrückführsysteme dar. Erlerntes aus der Produktentwicklung oder aber auch durch die spätere Produktnutzung kann die Güte des SOLL-Wissens neuer Produkte positiv beeinflussen.

Den gegenwärtigen Digitalisierungstrend aufgreifend, ist eine durchgängige Softwareunterstützung anzustreben. Der vorliegende Softwareprototyp kann zu diesem Zweck weiterentwickelt werden. Ansatzpunkte für eine Konkretisierung sind der Anwendungskontext und die Art der Aufbereitung. Vorstellbar ist die Umsetzung in intuitiv und einfach anwendbaren App-Modulen, die den Nutzer auf dem Weg der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung begleiten. Neuere Verfahren der Mustererkennung bieten in Kombination mit künstlicher Intelligenz das Potenzial, Informationen in Bezug zu Sachverhalten zu liefern. Unter Umständen kann dies genutzt werden, indem durch logisches Schließen aus Mustern (mit einer im Hintergrund ständig wachsenden Datenbank von erfassten Referenzprojekten) benötigte SOLL-Wissenselemente definiert werden.

Bei allen Überlegungen zu Softwarelösungen darf nicht vergessen werden, dass Produktentwicklung ebenfalls in kleinen und mittelständischen Unternehmen stattfindet. Auch wenn eine Chance in der durchgängigen Automatisierung der Vorgehensweise gesehen

wird, sollten weiterhin Kernmodule mit einfachen Mitteln einen Mehrwert generieren können. Speziell für KMU sind die erarbeiteten Workshops einfach umzusetzende Hilfsmittel. Nichtsdestotrotz sind alle Schritte der Wissensbewertung für den ganzheitlichen Einsatz auf ihre Eignung hin zu überprüfen. Die Bereitstellung von Leitfäden kann unterstützend wirken.

Literaturverzeichnis

- 12MANAGE09A 12MANAGE (Hrsg.): MAGIC-Methodik - Wissenszentrum, 2009. [Zugriff am 22.07.2019] Verfügbar unter: http://www.12manage.com/methods_magic_de.html.
- 12MANAGE09B 12MANAGE (Hrsg.): Wertschöpfungsindex (Value Creation Index) - Wissenszentrum, 2009. [Zugriff am 22.07.2019] Verfügbar unter: http://www.12manage.com/methods_valuecreationindex_de.html.
- 12MANAGE09C 12MANAGE (Hrsg.): ValueReporting Rahmenwerk PWC - Wissenszentrum, 2009. [Zugriff am 22.07.2019] Verfügbar unter: http://www.12manage.com/methods_valuereporting_de.html.
- ABREU06 Abreu, N.; Blanckenburg, C.; Dienel, H.; Legewie, H.: *Qualitatives Wissensmanagement. Neue wissensbasierte Dienstleistungen im Wissenscoaching und in der Wissensstrukturierung*. Technische Universität Berlin, Zentrum Technik und Gesellschaft, Schriftenreihe 5 (2006). – ISBN 978-3-7983-2004-8
- ABUOSBA08 Abuosba, M.; Gaag, A.; Franz, J.: Semantic Knowledge Management – Erschließen von Lösungswissen in der Automatisierungsindustrie. In: Bentele, M.; Gronau, N.; Hochreiter, R.; Schütt, P., Weber, M. (Hrsg.): *Erhöhen Sie Ihren BQ. 10. Kongress zum Einsatz von Wissensmanagement in Wirtschaft und Verwaltung, Wissen macht stark. KnowTech zeigt wie*. Frankfurt, 8. – 9. Oktober 2008. Poing, CMP-WEKA Verlag, 2008. – ISBN 978-3-7723-3990-5
- ACATECH08 Gronau, N.; Eversheim, W.: *Umgang mit Wissen im interkulturellen Vergleich. Beiträge aus Forschung und Unternehmenspraxis*. acatech Workshop, Potsdam, 20. Mai 2008. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2008. – ISBN 978-3-8167-7822-6
- ADELSBERGER02 Adelsberger, H.; Bick, M.; Hanke, T.: Spaßfaktor Wissen – Sharing Cultures in Organisationen. In: *Essener Unikate* 18/2002, S. 74-81.
- AHMED05 Ahmed, S., Hacker, P., Wallace, K.: The role of knowledge and experience in engineering design. In: Samuel, A.; Lewis, W. (Hrsg.): *Proceedings ICED05, the 15th International Conference on Engineering Design*. Melbourne: The Design Society, 2005, S. 206-207. – ISBN 0-85825-788-2
- AHMED99 Ahmed, S., Blessing, L.; Wallace, K.: The relationships between data, information and knowledge based on a preliminary study of engineering designers. In: *Proceedings of the ASME Design Theory and Methodology Conference, DETC99*. Las Vegas, 1999.
- AL-HAWAMDEH02 Al-Hawamdeh, S.: Knowledge management: re-thinking information management and facing the challenge of managing

- tacit knowledge. In: *Information Research* 8 (2002), Nr. 1.
– ISSN 1368-1613
- ALLEE00 Allee, V.: The Value Evolution – Adressing larger implications of an intellectual capital and intangibles perspective. In: *Journal of Intellectual Capital* 1 (2000), Nr. 1, S. 17-32.
– ISSN 1469-1930
- ALLWEYER98 Allweyer, T.: Modellbasiertes Wissensmanagement. In: *IM Information Management & Consulting* 13 (1998), Nr. 1, S. 37-45. – ISSN 1616-1017
- ALWERT05 Alwert, K.: Die integrierte Wissensbewertung – ein prozessorientierter Ansatz. In: Mertins, K.; Alwert, K, Heisig, P. (Hrsg.): *Wissensbilanzen. Intellektuelles Kapital erfolgreich nutzen und entwickeln*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005, S. 253-277. – ISBN 3-540-23719-4
- ALWERT06 Alwert, K.; Bornemann, D.; Kivikas, M.: *Wissensbilanz – Made in Germany. Leitfaden 1.0 zur Erstellung einer Wissensbilanz*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2006. – Forschungsbericht. Dokumentation Nr. 536.
- ALWERT08 Alwert, K.; Bornemann, D.; Will, M.: *Wissensbilanz – Made in Germany. Leitfaden 2.0 zur Erstellung einer Wissensbilanz*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2008. – Forschungsbericht. Dokumentation Nr. 574.
- AMELINGMEYER02 Amelingmeyer, J.: *Wissensmanagement: Analyse und Gestaltung der Wissensbasis von Unternehmen*. 2. Auflage. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2002. – ISBN 3-8244-7554-5
- ANDERSON01 Anderson, C.; Glassman, M.; McAfee, R.; Pinelli, T.: An investigation of factors affecting how engineers and scientists seek information. In: *Journal of Engineering and Technology Management* 18 (2001), S. 131-155. – ISSN 0923-4748
- ANDRIESSEN04 Andriessen, D.: *Making Sense of Intellectual Capital – Designing a Method for the Valuation of Intangibles*. Burlington, Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann Verlag, 2004.
– ISBN 0-7506-7774-0
- Auer05 Auer, T.: *Ein Dutzend Antworten zu Swiss made Wissensbilanz*. Hedingen: Auer Consulting & Partner, 2005.
- AUSTRALIAGU05 Australian Guiding Principles on Extended Performance Management, Society for knowledge economics (Hrsg.): *A Guide to Better Managing, Measuring and Reporting Knowledge Intensive Organisational Resources*. Final Draft. Melbourne: GAP Congress on Knowledge Capital, Parliament House, 2005.
- BADKE-SCHAUB04 Badke-Schaub, P.; Frankenberger, E.: *Management kritischer Situationen: Produktentwicklung erfolgreich gestalten*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2004. – ISBN 3-540-43175-6
- BERGER04 Berger, B.: *Modularisierung von Wissen in der Produktentwicklung – Ein Beitrag zur einheitlichen Aufbereitung und individuellen Nutzung in Lehre und Praxis*. Düsseldorf: VDI-

- Verlag, 2004.
Gleichzeitig Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Produktentwicklung und Maschinenelemente (pmd). – ISBN 3-18-337601-6
- BICH09 Bich, C.: *Grundlagen zum Produktentwicklungswissen im Rahmen der Wissensbilanzierung in der Produktentwicklung*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Studienarbeit, 2009.
- BINZ11 Binz, H.; Keller, A.; Kratzer, M.; Messerle, M.; Roth, D.: Increasing Effectiveness and Efficiency of Product Development - A Challenge for Design Methodologies and Knowledge Management. In: Birkhofer, H. (Hrsg.): *The Future of Design Methodology*. London: Springer-Verlag, 2011, S. 79-90. – ISBN 978-0-85729-614-6
- BINZ16 Binz, H.: *Methodische Produktentwicklung*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Umdruck zur Vorlesung, 2016.
- BIRKENBIHL06 Birkenbihl, K.: Standards für das Semantic Web. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): *Semantic Web – Wege zur vernetzen Wissensgesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 73-88. – ISBN 978-3-540-29324-8
- BLESSING09 Blessing, L. T. M.; Chakrabarti, A.: *DRM, a Design Research Methodology*. 1. Auflage. Heidelberg, London, New York: Springer-Verlag, 2009. – ISBN 978-1-84882-586-4
- BLUMAUER06A Blumauer, A.; Fundneider, T.: Semantische Technologien in integrierten Wissensmanagement-Systemen. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): *Semantic Web – Wege zur vernetzen Wissensgesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 227-239. – ISBN 978-3-540-29324-8
- BLUMAUER06B Blumauer A., Pellegrini T.: Semantic Web und semantische Technologien: Zentrale Begriffe und Unterscheidungen. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): *Semantic Web – Wege zur vernetzen Wissensgesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 9-25. – ISBN 978-3-540-29324-8
- BODENDORF05 Bodendorf, F.: *Daten- und Wissensmanagement*. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – ISBN 978-3-540-28743-8
- BODROW03 Bodrow, W.; Bergmann, P.: *Wissensbewertung in Unternehmen – Bilanzieren von intellektuellem Kapital*. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2003. – ISBN 3-503-07489-9
- BONTIS02 Bontis, N. und Fitzens, J.: Intellectual capital ROI: a causal map of human capital antecedents and consequents. In: *Journal of Intellectual Capital* 3 (2002), Nr. 3, S. 223-247. – ISSN 1469-1930
- BONTIS04 Bontis, N.: National Intellectual Capital Index: A United Nations initiative for the Arab region. In: *Journal of Intellectual Capital* 5 (2002), Nr. 1, S. 13-39. – ISSN 1469-1930
- BORNEMANN02 Bornemann, M.; Leitner, K.-H.: Entwicklung und Realisierung einer Wissensbilanz für eine Forschungsorganisation. Eine

- Fallstudie zum Forschungszentrum Austrian Research Center Seibersdorf In: Pawlowsky, P.; Reinhardt, R. (Hrsg.): *Wissensmanagement für die Praxis - Methoden und Instrumente zur erfolgreichen Umsetzung*. Neuwied/Kriftel: Hermann Luchterhand Verlag, 2002, S. 335-366. – ISBN 3-472-04816-6
- BOUNFOUR05 Bounfour, A.: Modeling and Reporting Intangibles in the Knowledge Economy. A European Perspective. In: *Research Institute of Economy, Trade & Industry (RIETI): Conference on Corporate Value Creation through the Strengthening of Intellectual Asset Management*. Tokyo: RIETI, 2005.
- BRANDNER06 Brandner, A.; Koch, G; Lasofsky-Blahut, A.; Nagel, C.; Penzenauer, G.: *Wissensbilanz A2006©. Leitfaden für Klein- und Mittelbetriebe*. Wien: Knowledge Management Austria, R&B Consulting GmbH, daa Consult GmbH, 2006.
- BRANKAMP71 Brankamp, Klaus: *Planung und Entwicklung neuer Produkte*. Berlin: De Gruyter Verlag, 1971. – ISBN 3-11-001960-4
- BSCBASICS09 Balanced Scorecard Institute (Hrsg.): *Balanced Scorecard Basics*, 2009. [Zugriff am 22.07.2019]. <http://www.balancedscorecard.org/BSC-Basics/About-the-Balanced-Scorecard>.
- BUECKNER02 Bueckner, J.: *Ein wissensbasiertes System zur automatischen Extraktion von semantischen Informationen aus digitalen Fernerkundungsdaten*. Hannover, Universität Hannover, Institut für Theoretische Nachrichtentechnik und Informationsverarbeitung, Dissertation, 2002.
- BULLINGER98 Bullinger, H. J.; Wörner, K.; Prieto, J.: Wissensmanagement – Modelle und Strategien für die Praxis. In: Bürgel, H. D.; Zeller, A.: *Wissensmanagement. Schritte zum intelligenten Unternehmen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1998, S. 21-39. – ISBN 3-540-63624-2
- BÜRGE98 Bürgel, H.; Zeller, A.: Forschung und Entwicklung als Wissenscenter. In: Bürgel, H. D.; Zeller, A.: *Wissensmanagement. Schritte zum intelligenten Unternehmen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1998, S. 53-66. – ISBN 3-540-63624-2
- BURGHARDT13 Burghardt, Manfred: *Einführung in Projektmanagement. Definition, Planung, Kontrolle und Abschluss*. 6. Auflage. Erlangen: Publicis Publishing Verlag, 2013. – ISBN 978-3-89578-400-2
- BURKHARD06 Burkhard R.: Knowledge Visualization: Die nächste Herausforderung für Semantic Web Forschende? In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): *Semantic Web – Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 201-212. – ISBN 978-3-540-29324-8
- BURMEISTER13 Burmeister, A.: *Analyse von Unternehmenszielen und -strategien sowie deren Auswirkungen auf die Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Bachelorarbeit, 2013.

- BÜSSING02 Büssing, A.; Herbig, B.; Latzel, A.: *Das Zusammenspiel zwischen Erfahrung, implizitem und explizitem Wissen beim Handeln in kritischen Situationen*. München: Technische Universität München, Lehrstuhl für Psychologie, Bericht 66 (2002). – ISSN 0949-0221
- CALDERON10 Calderon, M. L.: Application of Reverse Engineering Activities in the Teaching of Engineering Design. In: Marjanovic, D.; Storga, M.; Pavkovic, N.; Bojcetic, N. (Hrsg.): *Proceedings of DESIGN 2010 – 11th International Design Conference*. Dubrovnik: The Design Society, 2010, S. 1249-1258. – ISBN 978-953-7738-03-7
- CALVO02 Calvo, L. C.; Munoz, P. S.; Covarsi, G. A.; Dominguez, C. C.: Meritum Project. Guidelines for Managing and Reporting on Intangibles (Intellectual Capital Report), 2002. [Zugriff 21.07.2015] Verfügbar unter: www.uam.es/meritum.
- CAPURRO06 Capurro, R.: Hermeneutik revisited. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): *Semantic Web – Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 527-533. – ISBN 978-3-540-29324-8
- CASTELLANOS11 Castellanos, V., Albiter, A., Hernández, P., Barrera, G.: Failure analysis expert systems for onshore pipelines – Structured data-base and knowledge acquisition. In: *Expert Systems with Applications* 38 (2011), Nr. 9, S: 11085-11090. – ISSN 0957-4174
- CHAKRABARTI00 Chakrabarti, A.; Morgenstern, S.; Knaab, H.: Identification and application of requirements and their impact on the design process: a protocol study. In: *Research in Engineering Design* 15 (2004), S. 22–39. – ISSN 0934-9839
- CHASIOTIS06 Chasiotis, C.: *Prozessbegleitende Wissensdokumentation und integrierte Wissensvisualisierung in der Digitalen Produktentwicklung*. Aachen: Shaker Verlag, 2006. Gleichzeitig Dissertation, Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik, Schriftenreihe Institut für Konstruktionstechnik, Heft 06.3. – ISBN 978-3-8322-5375-2
- CHU08 Chu, H., Hwang, G.: A Delphi-based approach to developing expert systems with the cooperation of multiple experts. In: *Expert Systems with Application* 34 (2008), S. 2826-2840. – ISSN 0957-4174
- CONRAD10 Conrad, J.: Semantische Netze zur Erfassung und Verarbeitung von Informationen und Wissen in der Produktentwicklung. In: Bähre, D.; Bley, H.: *Schriftenreihe Produktionstechnik* 49 (2010), Universität des Saarlands, Lehrstuhl für Fertigungstechnik, Dissertation. – ISBN 3-930429-78-0
- COSTA15 Costa, D. G.; Macul, V. C.; Costa, J. M. H.; Exner, K.; Pförtner, A.; Stark, R.; Rozenfeld, H.: Towards the next generation of design process models: A gap analysis of existing models. In: Weber, C.; Husung, S.; Cascini, G.; Cantamesse, M.; Marjanovic, D.; Bordegoni, M.; Graziosi, S.; Montagna, F.; Rotini,

- F.; Ventekataraman, S. (Hrsg.): *Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design 2015 (ICED2015)*. Mailand, 2015. – ISSN 2224-4334
- CRUZ-LEMUS10 Cruz-Lemus, J.; Maes, A.; Genero, M.; Poels, G.; Piattini, M: The impact of structural complexity on the understandability of UML statechart diagrams. In: *Information Sciences* 180 (2010), S. 2209-2220. – ISSN 0020-0255
- DAENZER02 Daenzer, W.; Huber, F; Habermellner, R.; Nagel, P.; Becker, M.; Büchel, A.; von Massow, H.: *Systems Engineering. Methodik und Praxis*. 11. Auflage. Zürich: Verlag Industrielle Organisation, 2002. – ISBN 3-85743-998-X
- DANISH03 Danish Ministry of Science, Technology and Innovation (Hrsg.): *Intellectual Capital Statements – The New Guideline*. Kopenhagen: Danish Ministry of Science, 2003. – ISBN 87-91258-50-2
- DEGENER99 Degener, M.: Wissensmanagement im Entwicklungs- und Konstruktionsprozess. In: Zölch, M.; Weber, W.; Leder, L. (Hrsg.): *Praxis und Gestaltung kooperativer Arbeit*. Schriftenreihe Institut für Arbeitsforschung und Organisationsberatung, vdf, Hochschulverlag an der ETH Zürich, 1999 (23), S. 147-166 – ISBN 978-3-7281-2687-0
- DIN EN ISO 9001 2015 DIN EN ISO 9001 November 2015. *Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen*. Berlin: Beuth Verlag.
- DITTMANN02 Dittmann, L.: *Sprachen zur Repräsentation von Wissen – eine untersuchende Darstellung*, Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement. Essen: Universität Essen, Fachbereich 5: Wirtschaftswissenschaften, 2002. – KOWIEN-Projektbericht 3/2002. BMBF-Förderprogramm. Projektträger Bundesministerium für Bildung und Forschung, Förderkennzeichen Hauptband 02 PD1060.
- DRAGUSANU06 Dragusanu, G.: Wissensmanagement: *Sicherung und Weitergabe des Wissens beim Stellenwechsel*. München, Ludwig-Maximilian-Universität München, Fakultät für Psychologie und Pädagogik, Institut für Organisations- und Wirtschaftspsychologie, Dissertation, 2006. – ISBN 978-3-836-41789-1
- DUECK08 Dueck, G.: Bluepedia. In: *Informatik-Spektrum* 31 (2008), Nr. 3, S. 262-269. – ISSN 0170-6012
- DUFFY03 Duffy, A. H. B; Sim, S.: Towards an ontology of generic engineering design activities. In: *Research in Engineering Design* 14 (2003), Nr. 4, 2003, S. 200-223. – ISSN 0934-9839
- EBR360_09a Enhanced Business Reporting (EBR) Consortium (Hrsg.): *Core values and principles*, 2009. [Zugriff am 09.08.2009] Verfügbar unter: <http://www.ebr360.org/Content-Page.aspx?ContentPageId=3>, Download: 09.08.2009.
- EBR360_09b Enhanced Business Reporting (EBR) Consortium (Hrsg.): *EBRC Framework Version 2.1*, 2009. [Zugriff am 09.08.2009] Verfügbar unter: http://www.ebr360.org/downloads/EBRC_Framework_Version_2_1.doc.

- EDER08 Eder, W.; Hosnedl, S.: *Design Engineering – A Manual for Enhanced Creativity*. Boca Raton: CRC Press, 2008. – ISBN 978-1-422-4765-3
- EDLER03 Edler, J.: *Knowledge Management in German Industry. Study in the Framework of an OECD Initiative of the Centre for Educational Research and Innovation (CERI)*. Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI), 2003. – Abschlussbericht. Projektträger Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft.
- EDVINSSON97 Edvinsson L. and Malone M. S.: *Intellectual capital: realizing your company's true value by finding its hidden brainpower*. New York: Harper Business: Verlag, 1997. – ISBN 0-88730-841-4
- EHLRENSPIEL07 Ehrlenspiel, K.; Kiewert, A.; Lindemann, U.: *Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren. Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. – ISBN 978-3-540-74223-4
- EHLRENSPIEL13 Ehrlenspiel, K.; Meerkamm, H.: *Integrierte Produktentwicklung. Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit*. 5. Auflage. München. Wien: Carl Hanser Verlag, 2013. – ISBN 978-3-446-43548-3
- ENGELMANN08 Engelmann, F.; Großmann, C.: Was wissen wir über Informationen? In: Hildebrand, K.; Gebauer, M.; Hinrichs, H.; Mielke, M. (Hrsg.): *Daten- und Informationsqualität. Auf dem Weg zur Information Excellence*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2008, S. 3-23. – ISBN 978-3-658-09214-6
- EPPLER99 Eppler, M. J.; Seifried, P.; Röpnack, A.: Improving Knowledge Intensive Processes through an Enterprise Knowledge Medium. In: Prasad, J. (Hrsg.): *Proceedings of the 1999 ACM SIGCPR Conference "Managing Organizational Knowledge for Strategic Advantage: The Key Role of Information Technology and Personnel"*. New Orleans, 1999, S. 222-230.
- EUWORK09 European Commission work on Intangible Assets, 2009. [Zugriff am 29.08.2009] Verfügbar unter: http://www.lla.fr/intangibles/ec_work.htm, Download: 29.08.2009.
- EVBUOMWAN97 Evbuomwan, N. F. O: Concurrent design knowledge capture in design function deployment. In: Riitahuhta, A. (Hrsg.): *Proceedings of the International Conference on Engineering Design ICED1997*, Vol. 2. Tampere, University of Technology, 1997, S. 219-222.
- FANK11 Fank, P.: *Identifizierung und strategieorientierte Strukturierung von Wissenstypen mit schwachem Kontextbezug in der Produktentwicklung*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Diplomarbeit, 2011.
- FELDKAMP10 Feldkamp, D.; Hinkelmann, K.; Thönssen, B.: The modelling of knowledge-intensive processes using semantics. In: Vitvar,

- T.; Peristeras, V.; Tarabanis, K. (Hrsg.): *Semantic Technologies for E-Government*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, S. 75-98. – ISBN 978-3-642-03506-7
- FREDERICK09 Frederick, W.: Recent Developments in Intellectual Capital Reporting and their Policy Implications. In: *OECD Education Working Papers* (2009), Nr. 17. – ISSN 19939019
- FRIEDRICHS90 Friedrichs, J.: *Methoden empirischer Sozialforschung*. 14. Auflage. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1990. – ISBN 3-531-22028-4
- GAAG08 Gaag, A.; Ponn, J.: „Suchen und Finden“ im Maschinen- und Anlagenbau - Eine Studie in Zusammenarbeit mit dem VDMA. In: *CiDaD Working Paper Series 04* (2008), Technische Universität München, Lehrstuhl für Produktentwicklung, 2008. – ISSN 1861-079X
- GEBUS 09 Gebus, S., Leiviskä, K.: Knowledge acquisition for decision support systems on an electronic assembly line. In: *Expert Systems with Application* 36 (2009), S. 93-101. – ISSN 0957-4174
- GoPro03 GoPro.net - Ástar T. (Hrsg.). *Nordic Harmonized Knowledge Indicators. Harmonized Guidelines for IC Reporting in the Nordic IT Industry*. Start-up Meeting of NIF pre-project. Copenhagen, 2003.
- Götz00 Götz, K.: *Wissensmanagement – Zwischen Wissen und Nichtwissen*. 3., verbesserte Auflage. München und Mering: Rainer Hampp Verlag, 2000. – ISBN 3-87988-511-7
- GRI06 Global Reporting Initiative (Hrsg.): *Leitfaden zur Nachhaltigkeitsberichterstattung*. Version 3.0, Amsterdam: Global Reporting Initiative, 2006.
- GRONAU03 Gronau, N.: Sprache zur Modellierung wissensintensiver Geschäftsprozesse – Die Knowledge Modeler Description Language (KMDL). In: *Industrie Management* 19 (2003), S. 9-13. – ISSN 0179-2679
- GRONAU09 Gronau, N.; Heinze, P.; Vladova, G.: *Betriebliches Wissensmanagement. VL02 – Ansätze des Wissensmanagements*. Potsdam, Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Vorlesungsfolien, 2009.
- GRÜBEL04 Grübel, D.; North, K.; Szogs, G. M.: Intellectual Capital Reporting – Ein Vergleich von vier Ansätzen. In: *Zeitschrift für Führung und Organisation „zfo wissen“* 73 (2004), Nr. 1, S. 19-27. – ISSN 0722-7485
- GURETZKY01 Guretzky, B.: Wissensmanagement und Software Engineering – Expert Assistance. In: *Community of knowledge, Wissensmanagement in Theorie und Praxis*, 2001. – ISSN 2190-829X
- HAIR09 Hair, A.; Black, W.; Babin, B.; Anderson, R.: *Multivariate Data Analysis – A global perspective*. 7. Auflage. Edinburgh: Pearson Verlag, 2009. – ISBN 978-1-292-02190-4

- HAUFE14 Haufe: *Produktiver Umgang mit Wissen in Unternehmen. Studie 2014*. Freiburg, Haufe-Lexware GmbH & Co. KG, 2014.
- HAUN00 Haun, M.: *Wissensbasierte Systeme: eine praxisorientierte Einführung*. Renningen-Malmsheim: expert-Verlag, 2000. – ISBN 3-8169-1677-5
- HEINZLMAIER02 Heinzlmaier, K.: *Thomas H. Davenport. Wissensmanagement – Konzeptionen*. Wien, Wirtschaftsuniversität Wien, Institut für Unternehmensführung, Studienarbeit, 2002.
- HEISIG05 Heisig, P.: Europäische Aktivitäten zur Wissensbilanzierung – Ein Überblick. In: Mertins, K.; Alwert, K, Heisig, P. (Hrsg.): *Wissensbilanzen. Intellektuelles Kapital erfolgreich nutzen und entwickeln*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005, S. 337-359. – ISBN 3-540-23719-4
- HEITMANN06 Heitmann, G.: *Der Entstehungsprozess impliziten Wissens. Eine Metaphernanalyse zur Erkenntnis- und Wissenstheorie Michael Polányis*. Hamburg: Dr. Kovac Verlag, 2006. – ISBN 3-8300-2120-8
- HENDRIKS99 Hendriks, P. H. J.; Vriens, D. J.: Knowledge-based systems and knowledge management: Friends or foes? In: *Information & Management* 35 (1999), S. 113-125. – ISSN 0378-7206
- HENNING06 Henning, K.; Hees, F.; Backhaus, W.: Wissen teilen oder Wissen verstecken. Strategische Erfolgsfaktoren im Wissenswettbewerb. In: VDI-Berichte: *Ingenieurwissen effektiv managen*. Düsseldorf, VDI-Verlag, 2006, S. 189-214. – ISBN 3-18-091964-7
- HENZE06 Henze, N: Personalisierbare Informationssysteme im Semantic Web. Knowledge Visualization: Die nächste Herausforderung für Semantic Web Forschende. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): *Semantic Web – Wege zur vernetzen Wissensgesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 135 -146. – ISBN 978-3-540-29324-8
- HERBIG06 Herbig, B.; Müller, A.; Petrovic, K.; Pecquet, N.; Graebisch, M.; Kreimeyer, M.: *Implicit knowledge in the product innovation process – Method development and first results*. München: Technische Universität München, Lehrstuhl für Psychologie, Bericht 83 (2006). – ISSN 0949-0221
- HEYNEN01 Heynen, C.: *Wissensmanagement im Berechnungsprozess der Produktentwicklung*. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 1 Nr. 341. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2001. Gleichzeitig Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Konstruktionstechnik. – ISBN 978-3-18-334101-8
- HICKS02 Hicks, B.; Culley, S.; Allen, R.; Mullineux, G.: A framework for the requirements of capturing, storing, and reusing information and knowledge in engineering design. In: *International Journal of information Management* 22 (2002), S. 263-280. – ISSN 0268-4012
- HICKS02 Hicks, B. J.; Culley, S. J.; Allen, R. D.; Mullineux, G.: A framework for the requirements of capturing, storing and reusing

- information and knowledge in engineering design. In: *International Journal of Information Management* 22 (2002), S. 263-280. – ISSN 0268-4012
- HILDRETH02 Hildreth, P.; Kimble, C.: The duality of knowledge. In: *Information Research* 8 (2002), Nr. 1, Beitrag 142. – ISSN 1368-1613
- HOFBAUER08 Hofbauer, R.: „Wissen: Brillanz durch Bilanz?“. Wien, Universität Wien, Institut für Philosophie, Diplomarbeit, 2008.
- HOFMANN12 Hoffmann, D.; Schöne, C.; Stelzer, R.: Reverse Engineering als Grundlage wissensbasierter Konstruktionen. In: Krause, D.; Paetzold, K.; Wartzack, S. (Hrsg.): *Design für X. Beiträge zum 23. DfX-Symposium*. Bamberg: TuTech Verlag, 2012, S. 79-88. – ISBN 978-3-941492-51-6
- HOLSAPPLE89 Holsapple, C., Tam, K., Whinston, A.: Building knowledge acquisition systems – A conceptual framework. In: *Proceedings of the 22nd Hawaii international conference on system sciences* 3 (1989), S. 200-210.
- HOLSAPPLE96 Holsapple, C., Wagner, W.: Process factors in knowledge acquisition. In: *Expert Systems with Applications* 13 (1996), S. 55-62. – ISSN 0957-4174
- HUA08 Hua, J.: Study on knowledge acquisition techniques. In: *Second International Symposium on Intelligent Information Technology Application (2008)*, Proceedings, S. 181-185. – ISBN 978-0-7695-3497-8
- HUBER13 Huber, F.; Herrmann, A.; Braunstein, C.: Der Zusammenhang zwischen Produktqualität, Kundenzufriedenheit und Unternehmenserfolg. In: Hinterhuber, H. H.; Matzler, K. (Hrsg.): *Kundenorientierte Unternehmensführung: Kundenorientierung – Kundenzufriedenheit – Kundenbindung*. 6. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, 2009, S. 79-85. – ISBN 978-3-8349-1026-4
- HUBKA92 Hubka, V.; Eder, E.: *Einführung in die Konstruktionswissenschaft – Übersicht, Modell, Ableitungen*. 1. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1992. – ISBN 3-540-54832-7
- HUDSCHEK07 Hudscek, U.: *Wissensbilanzierung in Entwicklung und Konstruktion*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Studienarbeit, 2007.
- IACENTRE09 Information Asset Centre (Hrsg.): Overview, 2009. [Zugriff: 13.03.2018] Verfügbar unter: http://www.ia-centre.org.uk/iam_explained/.
- ICRATING09 Intellectual Capital Rating (Hrsg.): Methodology, 2009. [Zugriff 19.08.2009] Verfügbar unter: <http://www.icrating.com/Methodology.html>.
- INCAS09 InCas Consortium (Hrsg.): *InCaS: Intellectual Capital Statement – Made in Europe. European ICS Guideline*. Brüssel: European Commission, 2009.
- INGLE94 Ingle, K.: *Reverse Engineering*. Michigan: Mc Graw Hill Verlag, 1994. – ISBN 978-0070316935

- JAHNKE06 Jahnke, B.; Yalcin, E.; Bauer, S.: *Anreizsysteme zur Verbesserung der Wissensteilung in Unternehmen*. Tübingen: Universität Tübingen, Abteilung für Betriebswirtschaftslehre, Arbeitsberichte zur Wirtschaftsinformatik 31 (2006).
- JANKOWSKI04 Jankowski, U.: *Wissensmanagement im Umfeld der CAE Dienstleister*. Leonberg, 19th CAD-FEM User's Meeting, Präsentationsfolien, 2004.
- JÄNSCH07 Jänsch, J.: *Akzeptanz und Anwendung von Konstruktionsmethoden im industriellen Einsatz. Analyse und Empfehlungen aus kognitionswissenschaftlicher Sicht*. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 1 Nr. 396. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2001. Gleichzeitig Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Produktentwicklung und Maschinenelemente. – ISBN 978-3-18-339601-6
- JAPANMINIST05 Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry (Hrsg.): *Guidelines for Disclosure of Intellectual Assets Based Management*. Ministry of Economy, 2005.
- JOHN06 John, M.; Drescher, J.: Semantische Technologien im Informations- und Wissensmanagement: Geschichte, Anwendungen und Ausblick. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): *Semantic Web – Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 241-255. – ISBN 978-3-540-29324-8
- KARBACH88 Karbach, W.: *Methoden und Techniken des Knowledge Engineering*. Arbeitspapiere der GMD, Nr. 338. St. Augustin, 1988.
- KELLER09 Keller, A.; Binz, H.: Requirements on engineering design methodologies. In: Norell Bergendahl, M.; Grimheden, M.; Leifer, L.; Skogstad, P.; Lindemann, U. (Hrsg.): *Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design ICED 2009*. Glasgow: The Design Society, 2009, S. 203-214. – ISBN 9781904670063
- KELLER10 Keller, A.; Binz, H.: Methodisch-wissenschaftliche Anforderungen für die Gestaltung von Entwicklungsprozessen in interdisziplinären Forscher- und Entwicklergruppen. In: Brökel, K.; Feldhusen.; Grote, K.-H.; Rief, F.; Stelzer, F. (Hrsg.): *8. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2010. Herausforderungen für die Produkt- und Prozessinnovation*. Barleben: docupoint Verlag, 2010, S. 13-18. – ISBN 978-3-86912-040-0
- KOLLER94 Koller, R.; Kastrup, N.: *Prinziplösungen zur Konstruktion technischer Produkte*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1994. – ISBN 978-3-540-58243-6
- KORNWACHS10 Kornwachs, K.: Logische Strukturen technischen Wissens – Zur Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften. In: Kornwachs, K. (Hrsg.): *Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen*. acatech DISKUTIERT. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, S. 137-157. – ISBN 978-3-642-14372-4

- KRATZER14 Kratzer, M.: *Anwendungsspezifische Entwicklung eines proaktiven Konstruktionssystems auf Basis von Softwareagenten*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Dissertation, 2014. – ISBN 978-3-922823-88-9
- KRATZKE06 Kratzke, N.: *Modellbasierte Analyse interorganisationaler Wissensflüsse*. Potsdam, Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Electronic Government, Dissertation, 2006. – ISBN 3-936771-92-8
- KREFT04 Kreft, H.-D.: Vom Wert des Wissens – Wie lässt sich das intellektuelle Kapital messen und bewerten? In: *Wissensmanagement – Das Magazin für Digitalisierung, Vernetzung & Collaboration* 6 (2004), Nr. 6, S. 22-26. – ISSN 1438-4426
- KREIMEYER07 Kreimeyer, M.; Herfeld, U.; Deubzer, F.; Lindemann, U.: Effiziente Zusammenarbeit von Konstruktions- und Simulationsabteilungen in der Automobilindustrie. In: *CiDaD Working Paper Series* 02 (2006), Nr. 01, Technische Universität München, Lehrstuhl für Produktentwicklung. – ISSN 1861-079X
- KRICKL00 Krickl, O.; Milchrahm, E.: Integrativer Ansatz zur Wissensbewertung. In: Knorz, G.; Kuhlen, R. (Hrsg.): *Informationskompetenz – Basiskompetenz in der Informationsgesellschaft. Proceedings des 7. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI 2000)*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH, 2000, S. 113-125. – ISBN 3-87940-753-3
- KRIPPENDORF80 Krippendorf, K.: *Content analysis – An Introduction to its methodology*. 2. Auflage. Thousand Oaks, London, Delhi: Sage Publications, 1980. – ISBN 0-7619-1543-3
- KROMREY98 Kromey, H.: *Empirische Sozialforschung*. 8., durchgreifend überarbeitete und erweiterte Auflage. Opladen: Leske+Budrich Verlag, 1998. – ISBN 3-8100-2112-1
- LAUKEMANN12 Laukemann, A.: *Analyse und Weiterentwicklung eines Software-Prototyps zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung (PEW)*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Studienarbeit, 2012.
- LEHNER14 Lehner, F.: *Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung*. 5. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 2014. – ISBN 978-3-446-44135-4
- LEHNERT15 Lehnert, O.: Wissensmanagement ist ISO-reif. In: *Wissensmanagement – Das Magazin für Digitalisierung, Vernetzung & Collaboration* 16 (2014), Nr. 5, Editorial. – ISSN 1438-4426
- LEITNER05 Leitner, K.-H.: Wissensbilanzierung für den Forschungsbereich: Erfahrungen der Austrian Research Centers. In: Mertins, K.; Alwert, K.; Heisig, P. (Hrsg.): *Wissensbilanzen. Intellektuelles Kapital erfolgreich nutzen und entwickeln*. Berlin,

- Heidelberg: Springer-Verlag, 2005, S. 203-224. – ISBN 3-540-23719-4
- LIESE04 Liese, H.: *Wissensbasierte 3D-CAD Repräsentation*. Aachen. Shaker Verlag, 2004. Gleichzeitig Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion (DiK). – ISBN 3-8322-2363-0
- LINDEMANN08 Lindemann, U.; Ponn, J.: *Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte. Optimierte Produkte – systematisch von Anforderungen zu Konzepten*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. – ISSN 978-3-540-68563-0
- LINDEMANN09 Lindemann, U.: *Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden*. 3. korrigierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. – ISBN 978-3-642-01422-2
- LÔPEZ14 Lôpez, I.: Hochschulen & Universität: Mehr Qualität dank Wissensmanagement? In: *Wissensmanagement – Das Magazin für Digitalisierung, Vernetzung & Collaboration* 16 (2014), Nr. 5, S. 14-16. – ISSN 1438-4426
- LOSKYLL10 Loskyll, M.; Meixner, G.: Einsatz von Wissensmanagement-Systemen zur Unterstützung des USEWARE-Engineering-Prozesses. In: VDI-Berichte (2009): *Grundlagen - Methoden – Technologien*. 5. VDI Fachtagung, USEWARE 2010. Baden-Baden: VDI-Verlag, 2010, S. 119-128. – ISBN 978-3-180-92099-3
- LOWE04 Lowe, A.; McMahon, C.; Culley, S.: Characterising the requirements of engineering information systems. In: *International Journal of Information Management* 24 (2004), S. 401-422. – ISSN 0268-4012
- LÖWEN04 Löwen, N.: *Der Intangible Assets Monitor: Entwicklung, Stand und Perspektiven*. Köln, Fachhochschule Köln, Institut für Informationswissenschaft, Seminararbeit, 2004.
- LUFT12 Luft, T.; Breitsprecher, T.; Roth, D.; Lindow, K.; Wartzack, S.; Binz, H.: Die Rolle des Wissensingenieurs im Unternehmen. Ergebnisse einer Umfrage und Darstellung in der VDI-Richtlinie "Wissensbasiertes Konstruieren". In: Krause, D.; Paetzold, K.; Wartzack, S. (Hrsg.): *Design für X. Beiträge zum 23. DfX-Symposium*. Bamberg: TuTech Verlag, 2012, S. 79-88. – ISBN 978-3-941492-51-6
- LUFT17A Luft, T.; Roth, D.; Wartzack, S.; Binz, H.: Die neue VDI-Richtlinie 5610 Blatt 2 "Wissensbasierte Konstruktion". In: Binz, H.; Bertsche, B.; Bauer, W.; Roth, D. (Hrsg.): *Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung 2017*. Stuttgart, 2017. – ISSN 2364-4885
- LUFT17B Luft, T.; Roth, D.; Binz, H.; Wartzack, S.: A new knowledge-based engineering guideline. In: Maier, A.; Skec, S.; Kim, H.; Kokkolaras, M.; Oehmen, J.; Fadel, G.; Salustri, F.; v. d. Loos, M. (Hrsg.): *Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17)*. Vancouver: The

- Design Society, 2017, S. 207-216. – ISBN 978-1-904670-94-0
- MANDL00A Mandl, H.; Fischer, F.: *Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken*. Göttingen: Hogrefe-Verlag, 2000. – ISBN 3-8017-1337-7
- MANDL00B Mandl, H.; Reinmann-Rothmeier, G.: Die Rolle des Wissensmanagements für die Zukunft: Von der Informations- zur Wissensgesellschaft. In: Mandl, H.; Reinmann-Rothmeier, G.: *Wissensmanagement. Informationszuwachs – Wissensschwund? Die strategische Bedeutung des Wissensmanagements*. München, Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2000, S. 1-12. – ISBN 3-486-25386-7
- MARTENS01 Martens, B. V.: Do citation systems represent theories of truth? In: *Information Research* 6 (2001), Nr. 2, Beitrag 92. – ISSN 1368-1613
- MCMAHON04 McMahon, C.; Lowe, A.; Culley, S.: Knowledge Management in engineering design: personalization and codification. In: *Journal of Engineering Design* 15 (2004), Nr. 4, S. 307-325. – ISSN 1466-1387
- MERTINS05 Alwert, K.: Die integrierte Wissensbewertung – ein prozessorientierter Ansatz. In: Mertins, K.; Alwert, K., Heisig, P. (Hrsg.): *Wissensbilanzen. Intellektuelles Kapital erfolgreich nutzen und entwickeln*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005, S. 253-277. – ISBN 3-540-23719-4
- MEWES73 Mewes, D.: *Der Informationsbedarf im konstruktiven Maschinenbau*. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1973. – ISBN 9783184030490
- MEYER04 Meyer, W.: Indikatorenentwicklung. Eine praxisorientierte Einführung. 2. Auflage. Saarbrücken: Centrum for Evaluation, 2004.
- MICHELS72 Michels, W.: *Systematische Produktüberwachung in Maschinenbauunternehmen*. Aachen, Technische Hochschule, Fakultät für Maschinenwesen, Dissertation, 1972.
- Middelhoff08 Middelhof, D.: *Wissensbilanzierung: Intellektuelles Kapital in der Unternehmensbewertung und periodischen Berichterstattung*. Norderstedt: Books on Demand GmbH, 2008. – ISBN 978-3-837-04849-0
- MITSCHANG11 Mitschang, B.: *Cluster E „ICT for Manufacturing“*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Bereich Bereich Applications of Parallel and Distributed Systems (IPVS) der GSaME, Power-Point Vortrag, 2011.
- MOLL09 Moll, F.: *Operationalisierte Wissensqualität zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Studienarbeit, 2009.
- MOORES98 Moores, T.: Applying Complexity Measures to Rule-Based Prolog Programs. In: *Journal of Systems and Software* (1998), S. 45-52. – ISSN 0164-1212

- MORGENSTERN-JEHIA14 Morgenstern-Jehia, T.: Kommunikation & Vertrauen – die Grundlagen für erfolgreiches Wissensmanagement. In: *Wissensmanagement – Das Magazin für Digitalisierung, Vernetzung & Collaboration* 16 (2014), Nr. 5, S. 30-32. – ISSN 1438-4426
- MULET06 Mulet, E.; Vidal, R.: Functional requirements for computer-based design support systems, derived from experimental studies. In: *Knowledge based Systems* 19 (2006), S. 32-42. – ISSN 0950-7051
- MÜLLER04 Müller, M.; Herbig, B.: *Methoden zur Erhebung und Abbildung impliziten Wissens. Ergebnisse einer Literaturrecherche*. München: Technische Universität München, Lehrstuhl für Psychologie, Bericht 74 (2004), März 2004. – ISSN 0949-0221
- MÜLLER-STEWENS18A Müller-Stewens: synoptische Planung, 2018. [Zugriff am 22.07.2019] Verfügbar unter: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/synoptische-planung-49083/version-272325>.
- MÜLLER-STEWENS18B Müller-Stewens: inkrementelle Planung, 2018. [Zugriff am 22.07.2019] Verfügbar unter: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/inkrementale-planung-37906/version-261335>.
- NASH09 Nash, H.: CPA Vision Report, Kapitel 6, 2009. [Zugriff 10.08.2009] Verfügbar unter: http://home.sprint-mail.com/~humphreynash/CPA_Vision.htm.
- NEUGEBAUER14 Neugebauer, R.: Wissen ist unser zentraler Rohstoff. Interview mit Fraunhofer-Präsident Reimund Neugebauer. In: *Innovationsmanager* (2014), S. 34-36. – ISSN 1866-4423
- NISSEN00 Nissen, M.; Kamel, M.; Sengupta, K.: Integrated Analysis and Design of Knowledge Systems and Processes. In: *Information Resources Management Journal* (2000), Januar - März. – ISSN 1533-7979
- NOHR06 Nohr, H.: Einführung in das Wissensmanagement. In: Nohr, H.: *Arbeitspapiere Wissensmanagement* 5 (2002). Stuttgart, Fachhochschule Stuttgart, Studiengang Informationswirtschaft, Seminarunterlagen. – ISSN 1616-5349
- NONAKA97 Nonaka, I.; Takeuchi, H.: *Die Organisation des Wissens. Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen*. Frankfurt, New York: Campus Verlag, 1997. – ISBN 3-593-35643-0
- NORTH05 North, K.: *Wissensorientierte Unternehmensführung. Wertschöpfung durch Wissen*. 4., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2005. – ISBN 3-0349-0082-6
- NORTH15 North, K.; Brandner, A.; Steininger, T.: Die neue ISO 9001:2015 – Wissensmanagement wird Pflicht! In: *Wissensmanagement – Das Magazin für Digitalisierung, Vernetzung & Collaboration* 17 (2015), Nr. 2, S. 20-23. – ISSN 1438-4426
- NORTH98 North, K.; Probst, G.; Romhardt, K.: Wissen bewerten: Ansätze, Strategien und kritische Fragen. In: *Zeitschrift Führung*

- und Organisation* (1998), Nr. 3, Seite 158-166. – ISSN 0722-7485
- Ohlhausen02 Ohlhausen, P.: *Methode zur Gestaltung wissensintensiver Kooperationen am Beispiel der Produktentwicklung*. Heimsheim: Jost-Jetter Verlag, 2002. Gleichzeitig Dissertation, Fraunhofer IPA, Fraunhofer IAO. – ISBN 3-931388-95-6
- Opper07 Opper, E. (Hrsg.): *The Intellectual Capital of the State of Israel*. Jerusalem: Office of the Chief Scientist, 2007.
- ORTH15 Orth, R.; Karcher, P.: Der Faktor Wissen: Die ISO 9001 beschreitet neue Wege. In: *Wissensmanagement – Das Magazin für Digitalisierung, Vernetzung & Collaboration* 17 (2015), Nr. 2, S. 27-29. – ISSN 1438-4426
- OSSOWSKI02 Ossowski, S.; Omicini, A.: Coordination knowledge engineering. In: *The Knowledge Engineering Review* 17 (2002), Nr. 4, S. 309-316. – ISSN 0269-8889
- OTTO01 Otto, K. N.; Wood, K. L.: *Product Design – Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*. 14. Auflage. Indien: Pearson Education, 2001. – ISBN 978-81-7758-821-7
- OTTO98 Otto, K. N.; Wood, K. L.: Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology. In: *Research in Engineering Design* 10 (1998), S. 226-243. – ISSN 0934-9839
- OUA04 Kamal, O.: *Measuring Intellectual Capital – The Capstone Project*. Denver, Universität Denver, Fakultät der Universität, Masterarbeit, 2004.
- PAHL07 Pahl, B; Beitz, W.; Feldhusen J.; Grote, K-H.: *Pahl/Beitz Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung – Methoden und Anwendungen*. 7. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007. – ISBN 978-3-540-34060-7
- PAWLOWSKY02 Pawlowsky, P.; Reinhardt, R.: Instrumente Organisationalen Lernens: Die Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis. In: Pawlowsky, P.; Reinhardt, R. (Hrsg.): *Wissensmanagement für die Praxis - Methoden und Instrumente zur erfolgreichen Umsetzung*. Neuwied/Kriftel: Hermann Luchterhand Verlag, 2002, S. 1-36. – ISBN 3-472-04816-6
- PAWLOWSKY11 Pawlowsky, P.; Gözalan, A.; Schmid, S.: *Wettbewerbsfaktor Wissen: Managementpraxis von Wissen und Intellectual Capital in Deutschland. Eine repräsentative Unternehmensbefragung zum Status Quo*. Chemnitz: Forschungsstelle Organisationale Kompetenz und Strategie (FOKUS), 2011. – ISSN 1862-4464
- PICOT00 Picot, A.; Scheuble, S.: Die Rolle des Wissensmanagements in erfolgreichen Unternehmen. In: Mandl, H.; Reinmann-Rothmeier, G.: *Wissensmanagement. Informationszuwachs – Wissensschwund? Die strategische Bedeutung des Wissensmanagements*. München, Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2000, S. 19-37. – ISBN 3-486-25386-7

- PÖGGELER14 Pöggeler, B.: Unternehmen setzen Wissen nicht erfolgreich ein. In: *Wissensmanagement – Das Magazin für Digitalisierung, Vernetzung & Collaboration* 16 (2014), Nr. 6, S. 40-41. – ISSN 1438-4426
- POLANYI62 Polanyi, M.: Tacit Knowing – Its Bearing on Some Problems of Philosophy. In: *Reviews on Modern Physics* 34 (1962), Nr. 4. – ISSN 1539-0756
- PORSCHEN08 Porschen, S.: *Austausch impliziten Erfahrungswissens. Neue Perspektiven für das Wissensmanagement*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH, 2008. – ISBN 978-3-531-15800-6
- PORST01 Porst, R.: Wie man die Rücklaufquote bei postalischen Befragungen erhöht. In: *ZUMA How-to-Reihe* (2001), Nr. 9. – ISSN 2199-9082
- PORST08 Porst, R.: *Fragebogen – ein Arbeitsbuch*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2008. – ISBN 978-3-531-15178-6
- PROBST12 Probst, G.; Raub, S.; Romhardt, K.: *Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. 7 Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, 2012. – ISBN 978-3-8349-4562-4
- PUPPE92 Puppe, F.; Gappa, U.: Towards Knowledge Acquisition by Experts. In: Belli, F.; Radermacher, F. (Hrsg.): *Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1992, S. 546-555. – ISBN 978-3-540-55601-5
- RADERMACHER01 Radermacher, F. J.; Kämpke, T.; Rose, T.; Tochtermann, K.; Richter, T.: *Management von nicht-explizitem Wissen: Noch mehr von der Natur lernen*. Ulm: Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW), 2001. – Abschlussbericht. Projektträger Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- REINISCH07 Reinisch, F.: Die Köpfe sind das Kapital – Wissen bilanzieren und erfolgreich nutzen. Heidelberg: Redline-Verlag, 2007. – ISBN 978-3-636-01543-3
- REINMANN-ROTHMAIER01 Reinmann-Rothmeier, G.: *Wissen managen: Das Münchener Modell*. München: Ludwig-Maximilian-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, Forschungsbericht 131 (2001). – ISSN 1614-6336
- REMUS00 Remus, U.; Lehner, F.: The Role of Processoriented Enterprise Modeling in Designing Processoriented Knowledge Management Systems. In: *Designing Process-oriented Knowledge Management Systems*. AAAI Spring Symposium: bringing Knowledge to Business Processes, 2000.
- REMUS02 Remus, U.: *Prozessorientiertes Wissensmanagement. Konzepte und Modellierung*. Regensburg, Universität Regensburg, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Dissertation, 2002.

- RICARDIS06 Ricardis - European Commission, Directorate-General for Research (Hrsg.): *RICARDIS – Reporting Intellectual Capital to Augment Research, Development and Innovation in SMEs*. Report to the Commission of the High Level Expert Group on RICARDIS. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006. – ISBN 92-79-02149-4
- RICHTER95 Richter, F. J.; Vettel, K.: Successful Joint Ventures in Japan: Transferring Knowledge Through Organizational Learning. In: *Long Range Planning* 28 (1995), Nr. 3, S. 37-45. – ISSN 0024-6301
- ROMANOW94 Romanow, P.: *Konstruktionsbegleitende Kalkulation von Werkzeugmaschinen* iwv Forschungsberichte 81. München: Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1994. Gleichzeitig Dissertation, Technische Universität München, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften.
- Roos05 Roos, E.; Maile, K.: *Werkstoffkunde für Ingenieure. Grundlagen, Anwendung, Prüfung*. 5. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – ISBN 978-3-642-54989-2
- Roos97 Roos, J.; Roos, G.; Dragonetti, N. C.; Edvinsson, L.: *Intellectual capital: navigating in the new business landscape*. Houndsmill, Basingstoke, Hampshire RG21 6XS, London: MACMILLAN PRESS LTD, 1997. – ISBN 0-333-69479-1
- ROTH09 Roth, D.; Binz, H.; Watty, R.: Anforderungen an eine Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung. In: Brökel, K.; Feldhusen, J.; Grote, K.H.; Rieg, F.; Stelzer, R. (Hrsg.): *Vernetzte Produktentwicklung – Methoden und Werkzeugkopplung*. Tagungsband 7. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik, KT 2009. Bayreuth, Universität Bayreuth, 2009, S. 79-86. – ISBN 978-3-00-028222-5
- ROTH10 Roth, D., Binz, H., Watty, R.: Generic structure of knowledge within the product development process. In: Marjanovic, D.; Storga, M.; Pavkovic, N.; Bojcetic, N. (Hrsg.): *Proceedings of DESIGN 2010 – 11th International Design Conference*. Dubrovnik: The Design Society, 2010, S. 1249-1258. – ISBN 978-953-7738-03-7
- ROTH11 Roth, D.; Binz, H.: Entwicklung einer Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung. In: Spath, D.; Binz, H.; Bertsche, B. (Hrsg.): *Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung 2011. Konvergenz und Divergenz – Produktentwicklung im Wandel*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2011, S. 122-123. – ISBN 978-3-8396-0348-2
- ROTH12A Roth, D., Binz, H.: Procedure for deriving a target knowledge-base for companies to evaluate knowledge for product development. In: Marjanovic, D.; Storga, M.; Pavkovic, N.; Bojcetic, N. (Hrsg.): *Proceedings of DESIGN 2012 – 12th International Design Conference*. Dubrovnik: The Design Society, 2010, S. 1605-1616. – ISBN 978-953-7738-17-4
- ROTH12B Roth, D.; Binz, H.; Kratzer, M.: Messinstrument zur Beurteilung erfassten Wissens innerhalb der Bewertung von

- Produktentwicklungswissen. In: Mattfeld, D. K.; Robra-Bissantz, S. (Hrsg.): *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012: Tagungsband der MKWI 2012*. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2012, S. 1319-1330 – ISBN 978-3-942183-63-5
- ROTH13 Roth, D.; Binz, H.: Procedure for selecting knowledge elicitation methods with regard to knowledge types. In: Lindemann, U.; Venkataraman, S.; Kim, Y. S.; Lee, S. W.; Clarkson, J.; Cascini, G. (Hrsg.): *Proceedings of the 19th International Conference on Engineering Design (ICED13), Design for Harmony*, Vol. 6: Design Information and Knowledge. Seoul: The Design Society, 2013, S. 281-290. – ISBN 978-1-904760-49-0
- SCHÄRER05 Schärer, M.: *Kennzahlen im Wissensmanagement – Theoretische Grundlagen, Experteninterviews*. Bern, Universität Bern, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organisation und Personal, Lizentiatsarbeit, 2005.
- SCHÉER96 Scheer, A.: *ARIS-House of Business Engineering: Von der Geschäftsprozessmodellierung zur Workflow-gesteuerten Anwendung; vom Business Process Reengineering zum Continuous Process Improvement*. Saarbrücken, Universität des Saarlandes, Institut für Wirtschaftsinformatik, Heft 133 (1996).
- SCHLEYER10 Schleyer, J.: *Erarbeitung und Durchführung eines Pretests für die Verifizierung von Forschungsergebnissen zur Erfassung von Produktentwicklungswissen*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Studienarbeit, 2010.
- SCHLÖGL05 Schlögl, C.: Information and knowledge management: dimensions and approaches. In: *Information Research* 10 (2005), Nr. 4. – ISSN 1368-1613
- SCHMALTZ04 Schmaltz, R.: *Semantic Web Technologien für das Wissensmanagement*. Göttingen, Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Wirtschaftsinformatik, Arbeitsbericht 1, 2004.
- SCHMIDT04 Schmidt, J.: *Methoden des Wissensmanagements zur Unterstützung des Customer Relationship Management*. Frankfurt, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Diplomarbeit, 2004.
- SCHNABEL06 Schnabel, D.; Fröschle, L.; Roll, S.: *ICM – das wertorientierte Management des intellektuellen Kapitals*. Ein Projektbericht aus der Performance Werkstatt des Fraunhofer IAO. Stuttgart: Fraunhofer Verlag (IAO), 2006. – ISBN 3-81676920-9
- SCHNAUFFER04 Schnauffer, H.; Voigt, S.; Staiger, M.: Vom Charakter des Wissensmanagements in der Produktentwicklung - Typische Probleme mit einer anderen Brille betrachtet. In: Schnauffer, H.; Stieler-Lorenz, B.; Peters, S. (Hrsg.): *Wissen vernetzen –*

- Wissensmanagement in der Produktentwicklung*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2004, S. 1-11. – ISBN 978-3-540-21349-9
- SCHULZ09 Schulz, O.: *Strukturierung von Produktentwicklungswissen im Rahmen der Wissensbilanzierung in der Produktentwicklung*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Studienarbeit, 2009.
- SCHÜPPEL96 Schüppel, J.: *Wissensmanagement. Organisationales Lernen im Spannungsfeld von Wissen- und Lernbarrieren*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 1996. – ISBN 978-3824463046
- SCHÜTZE73 Schütze, R.: *Marktorientierte Produktfindung in der Investitionsgüterindustrie: Methoden zur systematischen Ermittlung von Funktionsbedarf im Rahmen der Produktplanung*. Aachen, RWTH Aachen, Dissertation, 1973.
- SEIBERSDORF99 Seibersdorf - Austrian Research Center Seibersdorf (Hrsg.): *Wissensbilanz 1999: Wissen schafft Zukunft*, 1999. [Zugriff am 18.02.2017] Verfügbar unter: http://www2.dlr.de/forschung/industrie/wb/Wissensbilanz_2001_de.pdf.
- SEITZ14 Seitz, B.: *Reverse Engineering: Vom Produkt zur definierten SOLL-Wissensstruktur im Kontext der Produktentwicklung*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Studienarbeit, 2014.
- SENGER01 Senger, E.; Riempp, G.: Zum Einsatz intelligenter Softwareagenten im Wissensmanagement. In: Klingenberg, R.; Rüping, S.; Fick, A.; Herzog, C.; Molitor, R.; Schröder, O. (Hrsg.): *LLWA 01 – Tagungsband der GI-Workshopwoche „Lernen-Lehren-Wissen-Adaptivität“*, Dortmund, 2001, S. 198-205.
- SHADBOLDT89 Shadbolt, N, Burton, A.: The Empirical Study of Knowledge Elicitation Techniques. In: *Knowledge Acquisition Special Issue* 108 (1989), S. 15-18. – ISSN 1042-8143
- SKANDIA94 Skandia (Hrsg.): *Annual Reports & Supplements – Visualizing Intellectual Capital*, 1994. [Zugriff am 19.08.2017] Verfügbar unter: <http://www.skandia.com/financials/pdfs/e9412Visualizing.pdf>.
- SMITHERS96 Smithers, T.: On Knowledge Level Theories of Design Process. In: Gero, J. and Sudweeks, F. (Hrsg.): *Artificial Intelligence in Design'96*. Alphen aan den Rijn: Kluwer Academic Publishers, 1996, S. 561-579. – ISBN 978-94-010-6610-5
- SNOWDEN00 Snowden, D., "The ASHEN Model – an enabler of action". In: *Knowledge Management* 3 (2000), Nr. 7, S. 14-17. – ISSN 1367-3270
- SPATH02 Spath, D.; Wagner, K.; Slama, A.: *Bewertung von Wissenskapital. Wettbewerbsvorteile nutzen durch bewussten und zielgerichteten Einsatz von Wissen. Abschlussbericht des EU-Projekts MAGIC – Measuring and Accounting Intellectual Capital*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2002. – ISBN 978-3-8167-6239-3.

- STAIGER06 Staiger, M.; Störmer, N.: *Ergebnisse der Expertenumfrage. Wissensbedarf und Wissensintensität in der Produktentwicklung*. ProWis Studie, Power-Point-Präsentation im Internet, 2006.
- STAM07 Stam, C.: *Knowledge Productivity. Designing and Testing a Method to Diagnose Knowledge Productivity and Plan for Enhancement*. Twente, Universität Twente, Centre for Research in Intellectual Capital, Dissertation, 2007.
- STEIGER00 Steiger, C.: *Wissensmanagement in Beratungsprojekten auf Basis innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien: Das System K3. Konzeption, Entwicklung und Implementierung eines Wissensmanagementsystems für Beratungsunternehmen sowie empirische Einsatzerfahrungen im Inhouse Consulting der BMW AG*. Paderborn, Universität-Gesamthochschule-Paderborn, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Dissertation, 2000.
- STEINHÜBEL06 Steinhübel, V.: Kennen Sie den IQ Ihres Unternehmens? In: *doIT-magazin* 10 (2006), Nr. 1, S. 8-10. – ISSN 1619-411X
- STOEBER01 Stoeber, M.: *Knowledge Management – Methoden, Strukturen und Technologien zur Etablierung eines zielgerichteten und ganzheitlichen Knowledge Management*. Bochum, Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Sozialwissenschaft, Dissertation, 2001.
- STRACK11 Strack, J.: *Konzeption und Entwicklung eines softwaretechnischen Prototyps zur Bewertung von Produktentwicklungswissen (PEW)*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Studienarbeit, 2011.
- STUDER02 Studer, R.; Schnurr, H.-P.; Nierlich, A.: Semantik für die nächste Generation Wissensmanagement. In: *Community of knowledge, Wissensmanagement in Theorie und Praxis*, 2002. – ISSN 2190-829X
- STUDER98 Studer, R.; Benjamins, R.; Fensel, D.: Knowledge Engineering: Principles and methods. In: *Data & Knowledge Engineering* 25 (1998), S. 161-197. – ISSN 0169-023X
- SUYEON03 Suyeon, K.; Euiho, S.; Hyunseok, K.: Building the knowledge map. An industrial case study". In: *Journal of knowledge management* 7 (2003), Nr. 2, S. 34-45. – ISSN 1367-3270
- SVEIBY10 Sveiby, K. E.: *Methods for Measuring Intangible Assets*, 2010. [Zugriff am 22.07.2019] Verfügbar unter: <https://www.sveiby.com/article/Methods-for-Measuring-Intangible-Assets>.
- SVEIBY98 Sveiby, K. E.: *Wissenskapital - das unentdeckte Vermögen. Immaterielle Unternehmenswerte aufspüren, messen und steigern*. Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie, 1998. – ISBN 3-478-36060-9
- SVEIBY97 Sveiby, K. E.: *The new organizational wealth. Managing & measuring knowledge-based assets*. San Francisco: Berrett-Koehler Verlag, 1997. – ISBN 1-57675-014-0

- THEL07 Thel, M.: *Wissensstrukturierung und –repräsentation im Produktentwicklungsprozess*. Aachen: Shaker Verlag, 2007. Gleichzeitig Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion (DiK). – ISBN 978-3-8322-6825-1
- THORLEIFSDOTTIR09 Thorleifsdottir, A., Claessen, E.: *Putting Intellectual Capital into Practice. Nordic Harmonized Knowledge Indicators*. Nordic Innovation Centre, 2009. [Zugriff 13.03.2018] Verfügbar unter: <http://nhki.si.is/deliverables/>.
- TONGCHUAY18 Tongchuay, C.; Praneetpolgrang, P.: Knowledge Quality in Knowledge Management Systems Using Trust-Recommendations. In: *Special Issue of the International Journal of the Computer, the Internet and Management* 16 (2008), Nr. 3. – ISSN 0858-7027
- ULRICH12 Ulrich, K. T.; Eppinger, S. D.: *Product Design and development*. 5. Auflage. New York: McGraw-Hill Companies, 2012. – ISBN 978-0-07-340477-6
- UMSTÄTTER92 Umstätter, W.: Die evolutionsstrategische Entstehung von Wissen. In: Deutsche Sektion der Internationalen Gesellschaft für Wissensorganisation (Hrsg.): *Fortschritte der Wissensorganisation* 2 (1992). – ISSN 0942-0347
- VALUBASE09 Value Based Management.net: Measuring Intellectual Capital. Summary of the Magic Model. Abstract, 2009. [Zugriff am 22.07.2019] Verfügbar unter: http://www.valuebasedmanagement.net/methods_magic.html.
- VDI 2206 2004 VDI 2206 Juni 2004. *Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme*. Berlin: Beuth Verlag.
- VDI 2220 1980 VDI 2220 Mai 1980. *Produktplanung: Ablauf, Begriffe und Organisation*. Berlin: Beuth Verlag.
- VDI 2221 1993 VDI 2221 Mai 1993. *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*. Berlin: Beuth Verlag.
- VDI 2221 2018A VDI 2221 März 2018. *Entwicklung technischer Produkte und Systeme. Modell der Produktentwicklung*. Entwurf. Berlin: Beuth Verlag.
- VDI 2221 2018B VDI 2221 März 2018. *Entwicklung technischer Produkte und Systeme. Gestaltung individueller Produktentwicklungsprozesse*. Entwurf. Berlin: Beuth Verlag.
- VDI 2222 1997 VDI 2222 Blatt 1 Juni 1997. *Konstruktionsmethodik: Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien*. Berlin: Beuth Verlag.
- VDI 2223 2004 VDI 2223 Januar 2004. *Methodisches Entwerfen technischer Produkte*. Berlin: Beuth Verlag.
- VDI 2225 1998 VDI 2225 Blatt 3 November 1998. *Konstruktionsmethodik: Technisch-wirtschaftliches Konstruieren - Technisch-wirtschaftliche Bewertung*. Berlin: Beuth Verlag.
- VDI 5610 2009 VDI 5610 Blatt 1 März 2009. *Wissensmanagement im Ingenieurwesen – Grundlagen, Konzepte, Vorgehen*. Berlin: Beuth Verlag.

- VDI 5610 2017 VDI 5610 Blatt 2 Mai 2017. *Wissensmanagement im Engineering – Wissensbasierte Konstruktion (KBE)*. Berlin: Beuth Verlag.
- VENSELAAR87 Venselaar, K.; Hoop, W. G. v. d.; Drunen, P. V.: The Knowledge Base of the designer. In: Simons, P. R. G.; Beukhof, G. (Hrsg.): *Regulation of Learning*. The Hague: 1987, S. 121-135.
- VERYARD09 Veryard Projects: Towards Organizational Intelligence, 2009. [Zugriff am 22.07.2019] Verfügbar unter: <http://www.users.globalnet.co.uk/~rxv/kmoi/orgint.htm>.
- VIJAYKUMAR08 Vijaykumar, G.; Chakrabarti, A.: Understanding the Knowledge Needs of Designers During Design Process in Industry. In: *Journal of Computing and Information Science in Engineering* 8 (2008), Beitrag 011004-1. – ISSN 1530-9827
- VOIGT06 Voigt, S.; Staiger, M.; Finke, I; Orth, R.: *Studie "Wissensmanagement in produzierenden KMU" – Bedeutung und Herausforderungen*. ProWis Studie, Power-Point-Präsentation im Internet, 2006.
- VÖLKER06 Völker, R.; Sauer, S.; Simon, M: *Wissensmanagement im Innovationsprozess*. Heidelberg: Physica-Verlag, 2006. – ISBN 978-3-7908-1691-4
- VOLLMAR15 Vollmar, G.; Keller, C.: Was bringt die neue ISO 9001:2015? In: *Wissensmanagement – Das Magazin für Digitalisierung, Vernetzung & Collaboration* 17 (2015), Nr. 2, S. 24-26. – ISSN 1438-4426
- WAGNER01 Wagner, W., Najdawi, M., Chung, Q.: Selection of knowledge acquisition techniques based upon the problem domain characteristics of production and operation management expert systems. In: *Expert Systems* 18 (2001), S. 76-87. – ISSN 1468-0394
- WAGNER03 Wagner, W.; Chung, Q.; Najdawi, M.: The impact of problem domains and knowledge acquisition techniques – a content analysis of P/OMM expert systems case studies. In: *Expert Systems with Application* 24 (2003), S. 79-86. – ISSN 0957-4174
- WALCZAK98 Walczak, S.: Knowledge acquisition and knowledge representation with class: the object-oriented paradigm. In: *Expert Systems with Applications* 15 (1998), S. 235-244. – ISSN 0957-4174
- WEBKNOWLEDGE09 Webknowledge – Das Portal für Webknowledge Management: Bewertungsansatz - Value Creation, 2009. [Zugriff am 13.03.2018]. Verfügbar unter: <http://www.webknowledge.de/value-creation-index.html>.
- WEIß06 Weiß, S.: *Konzept und Umsetzung eines Navigators für Wissen in der Produktentwicklung*. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2006. Gleichzeitig Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Produktentwicklung und Maschinenelemente. – ISBN 978-3-18-338601-7

-
- WESTKÄMPER06 Westkämper, E.: Einführung in die Organisation der Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. – ISBN 978-3-540-26039-4
- WIATER07 Wiater, W.: *Wissensmanagement. Eine Einführung für Pädagogen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2007. – ISBN 978-3-531-14884-7
- WICKELMAIER03 Wickelmaier, F.; Heller, J.: Beurteilung der Validität von Wissensstrukturen durch den Diskrepanzindex. In: Golz, J.; Faul, F.; Mausfeld, R. (Hrsg.): *Experimentelle Psychologie. Abstracts der 45. Tagung experimentell arbeitender Psychologen (TeaP)*, Lengerich, 2003, S. 230.
- WILSON02 Wilson, T. D.: The nonsense of 'knowledge management'. In: *Information Research* 8 (2002), Nr. 1, Beitrag 144. – ISSN 1368-1613
- WORLDICI09A World Intellectual Capital Initiative (WorldICI): About us. [Zugriff am 01.08.2009] Verfügbar unter: <http://www.worldici.com/about.php>.
- WORLDICI09B World Intellectual Capital Initiative (WorldICI): A global Framework for Measuring and Reporting on Intellectual Assets and Capital. [Zugriff am 01.08.2009] Verfügbar unter: <http://www.worldici.com/index.php>.
- WORLDICI09C World Intellectual Capital Initiative (WorldICI): Framework [Zugriff am 01.08.2009] Verfügbar unter: <http://www.worldici.com/framework.php>.
- ZAHN98 Zahn, E.: Wissen und Strategien. In: Bürgel, H. D.; Zeller, A. (Hrsg.): *Wissensmanagement. Schritte zum intelligenten Unternehmen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1998, S. 41-52. – ISBN 3-540-63624-2
- ZHAO08 Zhao, Y.; Tang, L. C. M.; Darlington, M. J.; Austin, S. A.; Culley, S. J.: High value information in engineering organisations. In: *International Journal of Information Management* 28 (2008), S. 246-258. – ISSN 0268-4012

Anhang

Nachfolgend aufgeführte Steckbriefe einzelner Methoden/Vorgehensweisen in den Anhängen

- Anhang A1 | Nationale Modelle
- Anhang A2 | Länderübergreifende Modelle
- Anhang A3 | IC Methoden

sind in intensiver Zusammenarbeit mit Herrn Christoph Bich im Rahmen seiner studentischen Ausarbeitung „Grundlagen zum Produktentwicklungswissen im Rahmen der Wissensbilanzierung in der Produktentwicklung“ [BICH09] unter regelmäßiger Abstimmung mit dem Autor dieser vorliegenden Arbeit entstanden.

Im Rahmen der Zusammenarbeit wurden das Layout und die Inhalte des Steckbriefs erarbeitet, alle zu untersuchenden Methoden und Vorgehensweise gemeinsam bestimmt sowie ein jeweils zugehöriger Steckbrief ausgefüllt. Inhalt und Abkürzungen der Methoden wurden in Abschnitt 2.5.2 eingeführt. Die Abbildungen wurden vorab in vereinfachter Form in der studentischen Arbeit von Herrn Bich verwendet, stellen aber gemeinsam erarbeitetes Wissen dar. Jeder Steckbrief verweist auf die herangezogenen Quellen, die zur inhaltlichen Befüllung des Steckbriefs ausgewertet wurden.

A.1 Nationale Modelle

Australia: Guiding Principles on Extended Performance Management

Australia: Guiding Principles on Extended Performance Management		Society for knowledge economics	2005	DIC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Die „Guiding Principles on Extended Performance Management“ sollen als vierter Teil die schon vorhandene Gewinn- und Verlustrechnung, die Bilanzaufstellung und die Finanzrechnung ergänzen. Anhand von sechs vorgegebenen Prozessschritten, die jeweils in drei Phasen eingeteilt sind, wird den Unternehmen ein Leitfaden gegeben, um erfolgreich ihren Wissensbilanzbericht zu erstellen.				
[vgl. AUSTRALIA05, S. 39 ff.]				

Austria: ARC IC Report

Austria: ARC IC Report		Günter R. Koch et al.	1999-2006	SC
Bilanzierung von ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Bildungseinrichtungen	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Prozesse	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Prozesskapital ■ Finanzielles Kapital ■ Strukturkapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Das „Austrian Research Centre Seibersdorf“ (jetzt „Austrian Institute of Technology“) war die erste Organisation im deutschsprachigen Raum, die eine Wissensbilanz veröffentlichte. Der Wissensbilanz des ARCS liegt eine Kombination aus Prozessmodell und Strukturmodell zugrunde, welche einen Wissenskreislauf innerhalb des Unternehmens über die Zeit abbildet. Einer der Gründe für das Vorlegen der Wissensbilanz des ARC war es, der „öffentlichen Hand“ mehr Transparenz über die Verwendung der öffentlichen Mittel zu ermöglichen. Die ARC Wissensbilanz dient als Grundlage für viele weitere IC Modelle und Methoden, z. B. auch der Deutschen Wissensbilanz 1.0 und 2.0.</p>				
[vgl. SEIBERSDORF99]				

Austria: ASSESS A2006™

Austria: ARC IC Report		Günter R. Koch et al.	1999-2006	SC
Bilanzierung von ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Bildungseinrichtungen	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Prozesse	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Prozesskapital ■ Finanzielles Kapital ■ Strukturkapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Das „Austrian Research Centre Seibersdorf“ (jetzt „Austrian Institute of Technology“) war die erste Organisation im deutschsprachigen Raum, die eine Wissensbilanz veröffentlichte. Der Wissensbilanz des ARCS liegt eine Kombination aus Prozessmodell und Strukturmodell zugrunde, welche einen Wissenskreislauf innerhalb des Unternehmens über die Zeit abbildet. Einer der Gründe für das Vorlegen der Wissensbilanz des ARC war es, der „öffentlichen Hand“ mehr Transparenz über die Verwendung der öffentlichen Mittel zu ermöglichen. Die ARC Wissensbilanz dient als Grundlage für viele weitere IC Modelle und Methoden, z. B. auch der Deutschen Wissensbilanz 1.0 und 2.0.</p>				
[vgl. SEIBERSDORF99]				

Austria: Wissensbilanz für österreichische Universitäten

Austria: Wissensbilanz für Österreichische Universitäten		österreichischer Gesetzgeber	2002	SC
Bilanzierung von ■ Forschungs-UN ■ Bildungseinrichtungen	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Prozesse	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Kundenkapital ■ Strukturkapital ■ Netzwerkkapital ■ Zuliefererkapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Mit dem österreichischen Universitätsgesetz bezweckt der Staat Österreich, dass sich die Universitäten weg von bürokratischen Strukturen, hin zu einem managementorientierten System entwickeln. Dabei soll es zu einer Steigerung von Effizienz, Effektivität und der Qualität von Leistungen kommen. Um dieses Ziel zu erreichen, schreibt der Gesetzgeber die regelmäßige Veröffentlichung einer Wissensbilanz vor.				
[vgl. AUSTRALIA05, S. 84 f.; vgl. MERTINS06, S. 188 ff.]				

Belgium: Integrity check value (ICV-) calculation

Belgium: Integrity check value (ICV-) calculation		Areopa	2001	ROA
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Prozesse ■ Produkte	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Humankapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Bei der „Integrity Check Value calculation“ wird immer nur ein Wert berechnet. Es kann der Wert einer Fachabteilung bis hin zum einzelnen Wert eines Mitarbeiters berechnet werden.				
[vgl. RICARDIS06, S. 144 f.]				

Denmark: IC Statements – The new guideline

Denmark: IC Statements - The new guideline		Moritzen, Bukh et al.	2003	SC
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Kundenkapital ■ Organisationskapital ■ Prozesskapital ■ Technologiekapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>„The new Guideline“ war ein vom dänischen „Ministry of Science, Technology and Innovation“ in Auftrag gegebenes Forschungsprojekt mit über 100 involvierten Industrieunternehmen und öffentlichen Einrichtungen. Sie baut auf der 1998 veröffentlichten Richtlinie auf und zeigt, wie dänische Unternehmen vorgehen sollen, um ihr intellektuelles Kapital bestmöglich zu erfassen und darüber zu berichten. Die Guideline ist entwickelt worden, um das intellektuelle Kapital, welches bereits im Unternehmen vorhanden ist, zu identifizieren, zu messen und zu managen. Darüber hinaus eignet es sich für die Kommunikation mit Dritten - außerhalb des Unternehmens.</p>				
[vgl. DANISH03; vgl. RICARDIS06, S. 133 ff.; vgl. SVEIBY10]				

France: IC-dVAL™ (Intellectual Capital dynamic Value)

France: IC-dVAL™ (Intellectual Capital dynamic Value)		Ahmed Bonfour	2000/2003	SC
Bilanzierung von ■ Güterindustrie	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Prozesskapital ■ Strukturkapital ■ Outputs ■ Resources & Competencies	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der IC-dVAL wurde an der Universität in Marne La Vallée von Professor Ahmed Bounfour entwickelt. Es ist der Versuch einer Annäherung an das intellektuelle Kapital aus einer dynamischen Sichtweise. Die Indikatoren werden dynamisch anhand der vier miteinander zusammenhängenden Dimensionen der Wettbewerbsfähigkeit definiert: Resources as Inputs, Processes, The building of intangible assets (IC) und Outputs.</p>				
[vgl. BOUNFOUR05; vgl. RICARDIS06, S.145 f.; vgl. SVEIBY10]				

Germany: Knowledge-Assets-Measurement-System – KAM.sys

Germany: Knowledge-Assets-Measurement-System – KAM.sys		Bildungsministerium für Bildung und Forschung	2005	SC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>„Knowledge-Asset-Measurement-System“, kurz KAM.sys wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung herausgegeben und lehnt sich sehr stark an die österreichische Wissensbilanz des ARC an. Zielgruppe von KAM.sys sind wissensintensive Unternehmen. Unter anderem wurde KAM.sys in einem Unternehmensbereich eines IT-Systemhauses durchgeführt. Der Fokus liegt hierbei auf der Erfassung unternehmensrelevanter Wissenseinheiten und deren Bewertung und Bilanzierung. KAM.sys versucht die Brücke zwischen nicht-monetären Kennzahlen und monetärer Bewertung zu schlagen.</p>				
[vgl. MERTINS06, S. 123 ff.]				

Germany: WB 2.0 – Made in Germany

Germany: WB 2.0 – Made in Germany		Kay Alwert, Manfred Bornemann, Markus Will	2008	SC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Die „Wissensbilanz 2.0 – Made in Germany“ ist die Fortsetzung der 2006 veröffentlichten Version 1.0 und dient zur strukturierten Darstellung und Entwicklung des intellektuellen Kapitals. Die Vorgehensweise bis zum endgültigen Wissensbilanzbericht steht als kostenloses Softwaretool jedem Unternehmen zur Verfügung und zeigt die Zusammenhänge zwischen den organisationalen Zielen, den Geschäftsprozessen, dem intellektuellen Kapital sowie dem Geschäftserfolg auf. Am Ende veranschaulicht u. a. ein Portfoliodiagramm zur Bewertung der Einflussfaktoren über die drei Dimensionen Quantität, Qualität und Systematik, die Stärken und Schwächen eines jeden Unternehmens.</p>				
[vgl. ALWERT08]				

Iceland: Nordic Harmonized Knowledge Indicators (PIP project)

Iceland: Nordic Harmonized Knowledge Indicators; Putting IC into Practice (PIP project)		Nordic Innovation Centre	2005	SC
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Dienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Kundenkapital ■ Prozesskapital ■ Technologiekapital ■ Finanzielles Kapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Da die nordischen Länder im Bereich der Wissensbilanzierung mit führend sind, wurde hier das Projekt „Nordic Harmonized Knowledge Indicators: Putting IC into Practice“ durch das „Nordic Innovation Centre“ gestartet. Ziel war es, die ganze Bandbreite der auf dem Markt verfügbaren Methoden zur Wissensbilanzierung zu vereinheitlichen und eine gemeinsame Basis zu formen, die auch mit den derzeitigen Managementmethoden der Balanced Scorecard, EFQM oder ISO9001 kompatibel ist.</p>				
[vgl. GOPRO03; vgl. THORLEIFSDOTTIR09]				

Israel: The intellectual Capital of the State of Israel

Israel: The intellectual Capital of The State of Israel		Dr. Eli Opper	2007	SC
Bilanzierung von ■ Die nationale Wirtschaft als Ganzes	Bewertungsebene ■ Die nationale Wirtschaft als Ganzes	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Prozesskapital ■ Technologiekapital ■ Marktkapital ■ Finanzielles Kapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
Anwendung	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Dieser Bericht ist im Gegensatz zu allen anderen der hier aufgelisteten Methoden weder ein Grundlagenmodell oder Leitfaden, noch eine IC Methode. Hier wurde von Dr. Opper, dem „Chief Scientist of the Ministry of Industry, Trade and Labor“ der „Skandia Navigator“ abgeändert und angewandt, um das verborgene Potenzial Israels für zukünftige Investoren und Partner zu präsentieren.</p>				
[vgl. OPPER07]				

Japan: Guidelines for Disclosure of Intellectual Assets-Based Management

Japan: Guidelines for Disclosure of Intellectual Assets-Based Management		Ministry of Economy, Trade and Industrie METI	2005	SC
Bilanzierung von ■ Die nationale Wirtschaft als Ganzes	Bewertungsebene ■ Die nationale Wirtschaft als Ganzes	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen	Beschreibung von ■ Management stance/ leadership ■ Selection and concentration ■ External negotiation power/relationships ■ Knowledge creation/ innovation/speed ■ Risk management/ governance ■ Coexistence of society ■ Teamwork/organized knowledge	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Der Bericht des „Ministry of Economy, Trade and Industry“ enthält eine detaillierte Beschreibung wie Wissensbilanzierungsberichte aussehen sollten. Ein erfolgreicher und nutzenbringender Wissensbilanzbericht sollte anhand der drei Sichtweisen 1) Beschreibungsmodell 2) Rückblick 3) Vorausschau strukturiert und aufgebaut werden. Die Entscheidungen sollten immer darauf ausgerichtet sein, die nationale Wirtschaft zu verbessern.				
[vgl. FREDERICK09, S. 54 f.; vgl. JAPANMINIST05]				

Scotland: Intellectual Asset Management (IAM)

Scotland: Intellectual Asset Management (IAM)		Intellectual Asset Centre (IAC) Scotland	2006	SC
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln	Beschreibung von ■ Intellectual Property based ■ Customer and Supplier based ■ Contracts based ■ External Facing Factors based ■ Business Organisation based ■ Product based ■ Workforce based	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Das schottische „Intellectual Asset Centre“ hat seine Wissensbilanz speziell auf Klein- und mittelständische Unternehmen zugeschnitten. Für das Erstellen der Bilanz stehen eine Reihe hoch entwickelter Online-Tools zur Verfügung, sodass interessierte Unternehmen anhand dieser Online-Tools ihr intellektuelles Kapital identifizieren und herausfinden können, welches Wissen speziell für ihr Unternehmen entscheidend ist.				
[vgl. IACENTRE09]				

Spain: The Intellectus Model – Modelo Intellectus

Spain: The Intellectus Model – Modelo Intellectus		Firma Ofenhandwerk	2003	DIC
Bilanzierung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	Bewertungsebene <ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Prozesse ■ Produkte 	Um Wissen <ul style="list-style-type: none"> ■ zu strukturieren ■ darzustellen 	Beschreibung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Kundenkapital ■ Strukturkapital ■ Netzwerkkapital ■ Zuliefererkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Das spanische „Modelo Intellectus“ erleichtert den Entscheidungsprozess im Bereich der Forschung und Entwicklung, indem es entscheidende Schlüsselfaktoren, welche die Innovationen einer Unternehmung beeinflussen, herausarbeitet. Das „Modelo Intellectus“ lässt sich für jede Art von Unternehmen anpassen und findet als zusätzliches Managementinstrument Verwendung.</p>				
[vgl. RICARDIS06, S. 141 ff.]				

Sweden: IC- Rating™

Sweden: IC-Rating™		Edvinson, Kivikas	1997	SC
Bilanzierung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	Bewertungsebene <ul style="list-style-type: none"> ■ Fachbereich 	Um Wissen <ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln 	Beschreibung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Das „IC-Rating“ ist eine Erweiterung des „Skandia Navigators“. Mit diesem gelingt es (im Gegensatz zu vielen anderen Modellen) mittels eines relativ standardisierten Verfahrens das intellektuelle Kapital eines Unternehmens mit einem Wert zu belegen. Als Teilparameter der Balanced Scorecard wird das Grundgerüst des Skandia Navigators mit den Parametern Effizienz, Erneuerungsfaktor und Risiken ergänzt.</p>				
[vgl. ICRATING09; vgl. MIDDELHOFF08, S. 90; vgl. RICARDIS06, S.143 f.; vgl. SVEIBY10]				

Sweden: Skandia Navigator

Sweden: Skandia Navigator		Leif Edvinsson, Michael Malone	1993	SC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Kundenkapital ■ Organisationskapital ■ Prozesskapital ■ Technologiekapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Die schwedische Versicherungsgruppe Skandia veröffentlichte 1993 als Anhang zu ihrem eigentlichen finanziellen Geschäftsbericht ein etwas verändertes und angepasstes Konzept der Balanced Scorecard, um ihr Wissensmanagement für Dritte zu bilanzieren. Dies wird heute als der „Skandia Navigator“ bezeichnet. Dieser betrachtet die fünf Komponenten: Finanzen, Kunden, Prozesse, Erneuerungen und Entwicklungen sowie die Mitarbeiter. Er eignet sich vor allem zum Erfassen der Tatbestände und ist somit ein optimales Controllinginstrument.</p>				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 345 ff.; vgl. SCHNABEL06, S. 40; vgl. SVEIBY10]				

Switzerland: Swiss Made Wissensbilanz

Switzerland: Swiss Made Wissensbilanz		Auer Consulting & Partner	2005	SC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Die „Swiss Made Wissensbilanz“ wurde im Jahre 2005 vom schweizer Beratungsunternehmen Auer Consulting & Partner entwickelt. Dieses bietet Unternehmen und Organisationen Workshops an, in denen systematisch Wissensbilanzen erstellt werden.</p>				
[vgl. AUER05]				

United Kingdom: The Institute for Employment Studies Report in UK

United Kingdom: The Institute for Employment Studies Report in UK		UK Department for Education and Skills	2005	SC
Bilanzierung von ■ keine Angaben	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Humankapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Anders als bei vielen der genannten Methoden beschäftigt sich die Methode des „UK Department for Education and Skills“ nur mit dem Humankapital. Es wird versucht, direkt mit dem Erfolg des Unternehmens zusammenhängende Humankapitaleigenschaften zu identifizieren und gleichzeitig die direkte Verknüpfung mit dem daraus entstehenden Gewinn für das Unternehmens aufzuzeigen.				
[vgl. FREDERICK09, S. 57 ff.]				

United States: EBR360° Framework

United States: EBR360° Framework		Enhanced Business Reporting Consortium	2005/2006	SC
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Dienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ■ zu strukturieren ■ darzustellen	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Organisationskapital ■ Prozesskapital ■ Technologiekapital ■ Finanzielles Kapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Das Ziel des „Enhanced Business Reporting Consortium[s]“ ist es, eine höhere Transparenz hinsichtlich der Strategie und Wertentwicklung der Unternehmen durch einen international einheitlichen, freiwilligen und anerkannten Rahmen zu schaffen. Der Wissensbilanzbericht soll qualitative Informationen über Werttreiber und nicht-monetäre Leistungsindikatoren enthalten.				
[vgl. EBR360_09a; vgl. EBR360_09b]				

A.2 Länderübergreifende Modelle

GRI (Global Reporting Initiative) Sustainability Reports (United Nations)

GRI Sustainability Reports (United Nations)		Global Reporting Initiative	2006	SC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen ...	Beschreibung von ...	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ökonomische Indikatoren ■ Ökologische Indikatoren ■ Gesellschaftliche Indikatoren ■ Indikatoren zu Menschenrechten ■ Indikatoren zu Produktverantwortung 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der „GRI Sustainability Report“ ist ein Grundlagenmodell, welches u. a. besagt, dass bedeutende ökonomische, ökologische und gesellschaftliche bzw. soziale Faktoren, die maßgeblichen Einfluss auf Stakeholder haben können, in einem Wissensbilanzbericht festgehalten werden müssen.</p>				
[vgl. AUSTRALIAGU05, S. 29; vgl. GRI06]				

InCaS: Intellectual Capital Statement - Made in Europe (European Commission)

InCaS: Intellectual Capital Statement - Made in Europe (European Commission)		Mertins, Bornemann, Edvinsson, Leitner, u. w.	2009	SC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Prozesse ■ Produkte 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Das „InCaS“ Projekt der Europäischen Kommission wurde initiiert, um kleinen und mittelständischen Unternehmen eine europaweite, einheitliche und zuverlässige Vorgabe anzubieten, wie diese ihr IC identifizieren, bewerten und darstellen können. Es wurde versucht, die Diskrepanz zwischen einem einheitlichen und vergleichbaren Messsystem für Stakeholder und einem individuell auf das Unternehmen angepassten Messsystem zu beseitigen. Dies wird durch eine strenge Standardisierung des IC Berichts gegenüber Dritten und durch eine nur grobe Vorgabe des Rahmens für die interne IC Berichterstattung erreicht.</p>				
[vgl. INCAS09]				

MAGIC: Measuring and Accounting Intellectual Capital (EU Research Project)

MAGIC: Measuring and Accounting intellectual Capital (EU Research Project)		Europäische Union	2004	SC
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich	Um Wissen ... ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ... ■ Humankapital ■ Organisationskapital ■ Technologiekapital ■ Marktkapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>„MAGIC“ ist ein von der EU unterstütztes Forschungsprojekt, das mit Hilfe von 40 teilnehmenden Firmen durchgeführt wurde. Aufbauend auf dem „Skandia Navigator“ war es eines der Hauptziele von „MAGIC“, den Entwicklungs- und Fertigungsabteilungen von Unternehmen eine preiswerte und pragmatische Softwarelösung für das Identifizieren und das Verwalten ihres intellektuellen Kapitals anzubieten.</p>				
[vgl. 12MANAGE09a; vgl. EUWORK09; vgl. SVEIBY10; vgl. VALUBASE09]				

MERITUM: MEasuRing Intangibles To Understand and improve innovation Management (European Commission)

MERITUM: MEasuRing Intangibles To Understand and improve innovation Management (EU)		Leandro Calvo et al.	2002	SC
Bilanzierung von ■ Forschungs-UN	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ... ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu entwickeln	Beschreibung von ... ■ Humankapital ■ Kundenkapital ■ Strukturkapital ■ Netzwerkkapital ■ Zuliefererkapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>„MERITUM“ stellt ein von der Europäischen Union unterstütztes Forschungsprojekt dar, welches als Ergebnis eine Grundstruktur für das interne Management und für die externe Offenlegung von immateriellen Ressourcen in drei Schritten (1. strategische Ziele festlegen, 2. immaterielle Ressourcen identifizieren, 3. Maßnahmen um immaterielle Ressourcen weiter zu entwickeln) darlegt. „MERITUM“ stellt eine Sammlung von Best Practice der Länder Frankreich, Finnland, Schweden, Norwegen, Dänemark und Spanien dar.</p>				
[vgl. CALVO02; vgl. RICARDIS06, S. 147 f.; vgl. SVEIBY10]				

RICARDIS: Reporting Intellectual Capital to Augment Research, Development and Innovation in SMEs (European Commission)

RICARDIS: Reporting Intellectual Capital to Augment Research, Development and Innovation		Europäische Kommission	2006	SC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen ...	Beschreibung von ...	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Forschungs-UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der 2006 veröffentlichte Bericht "Reporting Intellectual Capital to Augment Research, Development and Innovation in SMEs" einer auserwählten Expertengruppe der Europäischen Kommission mit Vertretern wie Leif Edvinsson, Daniel Andriessen, Ahmed Bounfour und Günter Koch beschreibt die Rolle von Wissensbilanzierungen im Bereich der Forschung.</p>				
[vgl. RICARDIS06]				

WICI Framework V1.0 (WICI Framework Task Force)

WICI Framework V1.0 (WICI Framework Task Force)		WICI Framework Task Force	2008	DIC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen ...	Beschreibung von ...	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Intellektuelles Kapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>„WICI“ ist ein Netzwerk, in dem die „European Federation of Financial Analyst Societies“, das japanische „Ministry of Economy, Trade and Industry“, die „Organization for Economic Development and Cooperation“ und noch weitere Universitäten und Institutionen vertreten sind. Ziel ist es, eine weltweit gültige und verwendbare Basis an Indikatoren zu erhalten.</p>				
[vgl. WORLDICI09a; vgl. WORLDICI09b; vgl. WORLDICI09c]				

A.3 IC Methoden

Accounting for the Future (AFTF)

Accounting for the Future (AFTF)		Humphrey Nash	1998	DIC
Bilanzierung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	Bewertungsebene <ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	Um Wissen <ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln 	Beschreibung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Abgezinster Netto-Cash-Flow 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der „AFTF“ von Humphrey Nash ist eine finanzielle Analyse­methode, mit der der aktuelle Kapitalwert des Unternehmens erfasst wird. Zudem dient er auch als Vorgabe für eine zukunfts­wertorientierte Unternehmenssteuerung.</p>				
[vgl. NASH09; vgl. SVEIBY10]				

Balanced Scorecard (BSC)

Balanced Scorecard (BSC)		David P. Norton, Robert S. Kaplan	1996/2001	SC
Bilanzierung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	Bewertungsebene <ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	Um Wissen <ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten 	Beschreibung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Skills, competences and motivation of employees ■ Databases and information technologies ■ Innovation in products and services ■ Customer loyalty and relationships ■ Political, regulatory and societal approval ■ Efficient and responsive operating processes 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Die „Balanced Scorecard“ von Norton und Kaplan ist ein strategisches Planungs- und Management-instrument, welches von der Dienstleistungsindustrie bis hin zu öffentlichen Einrichtungen eingesetzt wird. Typisch für die „Balanced Scorecard“ sind die vier Perspektiven (1. Finanzperspektive, 2. Prozessperspektive, 3. Potenzialperspektive, 4. Kundenperspektive), die jeweils im Hinblick auf die Strategie und die Vision des Unternehmens betrachtet werden.</p>				
[vgl. ANDRIESEN04, S. 283 ff.; vgl. BSC09; vgl. SCHNABEL06, S. 29, 38; vgl. SVEIBY10]				

Calculated Intangible Value (CIV)

Calculated Intangible Value (CIV)		Stewart, Luthy	1997/1998	ROA
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gesamtrendite abzüglich Teilrendite = Rendite aus immateriellen Werten 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Der „CIV“ ermittelt die Rendite aus immateriellen Werten als Differenz aus der erzielten Gesamtrendite und der erzielten Teilrendite.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 289 ff.; vgl. MIDDELHOFF08, S. 87; vgl. SVEIBY10]				

Citation-Weighted Patents

Citation-Weighted Patents		Nick Bontis; Hall et al.	2001	DIC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Previous patents and other published materials 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Die Methode „Citation-Weighted Patents“ analysiert die Gesamtsituation von Unternehmen anhand ihrer Patente. Die aus Patenten gewonnenen Einnahmen werden ins Verhältnis zu den Ausgaben der Forschung und Entwicklung gesetzt.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 291 f.; vgl. MIDDELHOFF08, S. 84; vgl. SVEIBY10]				

Economic Value Added (EVA™)

Economic Value Added (EVA™)		Stern Stewart	1994	ROA
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Produkte	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen	Beschreibung von ■ Der Ansatz misst allgemein den Firmenwert	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Der „EVA™“ ist eine von der Unternehmensberatung Stern Stewart & Co markenrechtlich gesicherte Kenngröße der Finanzwelt. „EVA™“ ist der Residualgewinn der Kapitalerlöse abzüglich der Kapitalkosten.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 293 ff.; vgl. SCHNABEL06, S. 30; vgl. SVEIBY10]				

Financial Method of Intangible Assets Measurement (FiMIAM)

Financial Method of Intangible Assets Measurement (FiMIAM)		I. Rodov und P. Leliaert	2000/2002	DIC/MCM
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Kundenkapital ■ Strukturkapital ■ Netzwerkkapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Bei der “FiMIAM” handelt es sich um eine monetäre Bewertungsmethode. Diese Methode von Rodov und Leliaert versucht mit Hilfe des Buchwerts den Wert des intellektuellen Kapitals mit dem Marktwert zu vereinen.				
[vgl. SCHNABEL06, S. 31; vgl. SVEIBY10]				

Holistic Value Approach (HVA)

Holistic Value Approach (HVA)		Pike und Roos	2000	DIC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Organisationskapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der „Holistic Value Approach“ von Pike und Roos erfüllt alle Anforderungen, die ein mehrdimensionales Messsystem besitzen sollte. Wenn die Anforderungen des Betrachters klar definiert sind, kann auch der Wert exakt gemessen werden. Daher entwickeln Pike und Roos für jeden Stakeholder eine individuelle Liste an Gewichtungen.</p>				
[vgl. ANDRIESEN04, S. 297 ff.]				

Human Resource Costing & Accounting (HRA)

Human Resource Costing & Accounting (HRA)		Sackman et al.	1989	DIC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Mitarbeiter 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen ■ zu bewerten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>„Human Resource Costing and Accounting“ stellt die Vorstufe der heutigen Wissensbilanzierungsansätze dar. HRA deckt die Kosten auf, die den Mitarbeitern direkt zugerechnet werden können und den Umsatz des Unternehmens verringern. Dieser Ansatz hat viele Kritiker hervorgerufen. Diese bemängeln, dass Mitarbeiter nur noch als Vermögensgegenstände eines Unternehmens eingestuft werden.</p>				
[vgl. ANDRIESEN04, S. 304 ff.; vgl. SVEIBY10]				

IC-Index™

IC-Index™		Roos et al.	1997	SC
Bilanzierung von ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Organisationskapital ■ Technologiekapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Der „IC-Index“ von Roos et al. ist ein Baustein des „Skandia Navigators“. Dieser ist ein Prozessmodell, mit dem die Vision des Unternehmens in messbare Rahmenbedingungen gefasst wird und innerhalb eines Zeitraums festgestellt werden kann, wie die Entwicklung und Umsetzung der Vision im Unternehmen aussieht.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 310 ff.; vgl. SCHNABEL06, S. 29, 41; vgl. SVEIBY10]				

Inclusive Value Methodology (IVM™)

Inclusive Value Methodology (IVM™)		McPherson (McPherson Consulting Group)	1998	DIC
Bilanzierung von ■ keine Angaben	Bewertungsebene ■ Fachbereich	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Organisationskapital ■ Finanzielles Kapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Die „IVM™“ Methode wurde von der McPherson Consulting Group entwickelt und baut auf einem Hierarchiemodell mit verschiedenen zu gewichtenden Indikatoren, die miteinander kombiniert und verbunden werden können, auf.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 315 ff.; vgl. MIDDELHOFF08, S. 83; vgl. SVEIBY10]				

Intangible Assets Monitor

Intangible Assets Monitor		Karl Eric Sveiby	1997/2001	SC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Organisationskapital ■ Technologiekapital ■ Finanzielles Kapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der „Intangible Assets Monitor“ von Sveiby ist die Weiterentwicklung seines „The invisible Balance Sheet“-Ansatzes. Dieser ist eine „Balanced Scorecard-Methode und geht weg von der monetären Messung hin zu einer Messung mit nicht-monetären Indikatoren, um auch das Steuern und Verwalten des intellektuellen Kapitals zu ermöglichen.</p>				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 318 ff.; vgl. LÖWEN04; vgl. SCHNABEL06, S. 29; vgl. SVEIBY97; vgl. SVEIBY10]				

Integrierte Wissensbewertung (IWB)

Integrierte Wissensbewertung (IWB)		Competence Center des Fraunhofer IPK Berlin	2003	SC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Prozesse 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Geschäftsprozesse ■ Wissensressourcen ■ Externe Beziehungen ■ Prozess- und Wissensergebnisse ■ Betrachtung der extern erzielten Wirkung aus der Geschäftstätigkeit 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Die integrierte Wissensbewertung des Fraunhofer IPK ist ein prozessorientierter Ansatz, um aufzuzeigen, wo die Stärken und Schwächen des eigenen Unternehmens liegen. Die kontinuierliche Entwicklung von Wissen erfolgt über zwei Lernschleifen, dem Ist- und dem Sollzustand eines implementierten Regelkreises.</p>				
[vgl. MERTINS06, S. 253 ff.]				

Intellectual Capital Benchmarking System

Intellectual Capital Benchmarking System		Viedma	2000/2001	SC
Bilanzierung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	Bewertungsebene <ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich 	Um Wissen <ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten 	Beschreibung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Soziales Kapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Das „Intellectual Capital Benchmarking System“ ist eine Wertmessmethode, bei der gezeigt wird, welche Stärken und Schwächen das eigene Unternehmen im Vergleich zu seinen Wettbewerbern aufweist.				
[vgl. ANDRIESEN04, S. 326 ff.]				

Intellectual Capital Dynamic Value (IC-dVAL)

Intellectual Capital Dynamic Value (IC-dVAL)		Ahmed Bounfour	2002	SC
Bilanzierung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Forschungs-UN 	Bewertungsebene <ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	Um Wissen <ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu verwalten ■ darzustellen ■ zu bewerten 	Beschreibung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Technologiekapital ■ Marktkapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Bounfour versucht mit seiner „IC-dVAL“ Methode eine Verbindung zwischen dem Aufwand, den Prozessen, der Anhäufung von immateriellen Vermögenswerten und der Wertentwicklung des Unternehmens herzustellen.				
[vgl. ANDRIESEN04, S. 328 ff.]				

Intellectual Capital Monitor

Intellectual Capital Monitor		Christiaan Stam	2002	SC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich ■ Prozesse 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu strukturieren ■ zu verwalten ■ darzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Organisationskapital ■ Prozesskapital ■ Technologiekapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der „Intellectual Capital Monitor“ ist ein Managementinstrument, bei dem die immateriellen Vermögenswerte in einer 3x3-Matrix strukturiert werden. Die drei Felder Mitarbeiter, Organisation und Kunden werden jeweils in den Perspektiven aktuelles Potenzial, zukünftige Erneuerungen und Auswertung der Vergangenheit betrachtet.</p>				
[vgl. ICCAPITAL09; vgl. SCHNABEL06, S. 29]				

Intellectual Capital ROI

Intellectual Capital ROI		Nick Bontis, Jac Fitz-enz	1998	ROA
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen ■ zu bewerten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Organisationskapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Für die „Intellectual Capital ROI“- Studie wurden von Bontis und Fitzenz 76 Mitarbeiter aus 25 Unternehmen aus der Finanzbranche befragt. Als Ergebnis wurden die Bedingungen und Konsequenzen eines umgesetzten Humankapitalmanagements dargelegt und messbar gemacht.</p>				
[vgl. BONTIS02, S. 223-247; vgl. SCHNABEL06, S. 30]				

JR-Explorer

JR-Explorer		Joanneum Research	2002	SC
Bilanzierung von ■ Forschungs-UN	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu verwalten ■ darzustellen	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Finanzielles Kapital ■ Strukturkapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der Wissensbilanzbericht der österreichischen Forschungseinrichtung Joanneum Research stellt ein unterstützendes Instrument dar, um Lernprozesse im Unternehmen anzuregen. Durch die in der Methode enthaltene Zukunftskomponente kann auf zukünftige Veränderungen flexibel reagiert werden.</p>				
[vgl. MERTINS06, S. 225 ff.]				

Knowledge Audit Cycle

Knowledge Audit Cycle		Schiuma & Marr	2001	SC
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu verwalten ■ darzustellen	Beschreibung von ■ Stakeholder relationship ■ Human resources ■ Infrastructure ■ Culture ■ Processes ■ Intellectual property	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der „Knowledge Audit Cycle“ beschreibt das intellektuelle Kapital einer Unternehmung in sechs Dimensionen. Es wird mit Hilfe von vier Schritten (1. Definition der entscheidenden Wissenskapitalwerte, 2. Auffinden der wichtigen Wissensprozesse, 3. Planen der Maßnahmen für die Wissensprozesse, 4. sowie Implementieren und Verwalten) vorgegangen.</p>				
[vgl. MIDDELHOFF08, S. 90; vgl. SVEIBY10; vgl. OUDA04, S. 26, 33 f.]				

Marktwert-Buchwert-Relation

Marktwert-Buchwert-Relation		Stewart, Luthy	1997/1998	MCM
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Marktwert abzüglich Buchwert = immaterieller Vermögenswert 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Stewart und Luthy gehen bei ihrem Berechnungsmodell davon aus, dass die Differenz vom Marktwert zum Buchwert das immaterielle Vermögen eines Unternehmens darstellt.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 340 ff.; vgl. MIDDELHOFF08, S. 85; vgl. SVEIBY10;]				

Mehrstufiges Indikatorenmodell

Mehrstufiges Indikatorenmodell		North et al.	2002	DIC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Dienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fachbereich 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten ■ zu entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Strukturkapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
In diesem Vorgehen erfolgt die Messung des intellektuellen Kapitals anhand eines mehrstufigen Indikatorensystems. Das Modell trennt und ordnet Indikatoren in vier vorgegebene Klassen ein. Diese sind: Bestandsgrößen der Wissensbasis, Interventionen, Übertragungseffekte und Ergebnisse der Geschäftstätigkeit. Mittels diesen gelingt es dem Modell, die Indikatoren zu strukturieren und in einen Gesamtzusammenhang einzuordnen.				
[vgl. MERTINS06, S. 109 ff.]				

National Intellectual Capital Index (NICI™)

National Intellectual Capital Index (NICI™)		Nick Bontis	2004	SC
Bilanzierung von ■ einer ganzen Nation	Bewertungsebene ■ ganze Nation	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu verwalten ■ darzustellen	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Prozesskapital ■ Technologiekapital ■ Marktkapital ■ Finanzielles Kapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Das Ziel von Nick Bontis war es, ein Messsystem zu entwickeln, welches das intellektuelle Kapital eines ganzen Landes aufdeckt und verwaltet. Es wurde konkret am Beispiel der Länder im arabischen Raum (u. a. Kuwait, Saudi Arabien, Lybien, Irak, Syrien, Ägypten und Jordanien) durchgeführt.				
[vgl. BONTIS04, S. 13-39; vgl. SVEIBY10]				

Organizational IQ

Organizational IQ		Veryard Projects Ltd	2004	DIC
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen ■ zu entwickeln	Beschreibung von ■ Communication Strategies ■ Group Dynamics ■ Knowledge Management ■ Process Improvement ■ Risk Management ■ Space Management ■ System Investment and Evaluation ■ Technology Management	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Grundgedanke des „Organizational IQ“ ist es, dass Unternehmen mit einem hohen IQ eine größere Fähigkeit haben, Innovationen auf den Markt zu bringen, als Unternehmen mit einem geringeren IQ. Somit muss das Ziel jedes Unternehmens sein, den IQ zu steigern.				
[vgl. VERYARD09]				

Sullivan's Work

Sullivan's Work		P. H. Sullivan jr., P. H. Sullivan sr.	1998	DIC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Intangible assets that can be commercialized ■ Structural intangible assets 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Sullivan führt mit „Sullivan's Work“ eine Methode zur Bestimmung der Anschaffungskosten eines zu erwerbenden Unternehmens ein. Ein Fokus der Betrachtung liegt daher auf den immateriellen Vermögenswerten, die vermarktet werden können.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 351 ff.; vgl. SCHNABEL06, S. 29]				

Technology Broker/Intellectual Capital Audit

Technology Broker / Intellectual Capital Audit		Mr. Brooking	1996	DIC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ keine Angaben 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ zu verwalten ■ darzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Human-centered Assets ■ Intellectual Property Assets ■ Market Assets ■ Infrastructure Assets 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Der „Technology Broker“ ist eine Analyseverfahren, bei der mit Hilfe eines Fragenkatalogs, der aus 20 Fragen besteht und in vier IC-Hauptkomponenten unterteilt ist, der Wert des im Unternehmen vorhandenen intellektuellen Kapitals ermittelt wird.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 307 ff.; vgl. MIDDELHOFF08, S. 84; vgl. SCHNABEL06, S. 29; vgl. SVEIBY10]				

The Invisible Balance Sheet

The Invisible Balance Sheet		Sveiby – The „Konrad“ group	1997/1998/ 2001	MCM
Bilanzierung von ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Beziehungskapital ■ Organisationskapital	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
„The Invisible Balance Sheet“ wurde konkret am Beispiel von Nokia durchgeführt, um den hohen Goodwill (derivativer Firmenwert) von wissensintensiven Unternehmen zu erklären. Da diese Methode hauptsächlich monetäre Indikatoren besitzt, eignet sie sich beim Kauf oder Verkauf eines Unternehmens weniger zur Bewertung des IC eines Unternehmens.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 338 ff.; vgl. SVEIBY97]				

The KPMG Value Explorer™

The KPMG Value Explorer™		Daniel Andriessen et al.	1999/2000	DIC
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten	Beschreibung von ■ Assets and endowments ■ Skills & tacit knowledge ■ Collective values and norms ■ Technology and explicit knowledge ■ Primary and management processes	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Der „KPMG Value Explorer“ ist eine Darstellungs- und Buchführungsmethode, die bis 2003 von KPMG zur Berechnung und Wertallokation von intellektuellem Kapital angewandt wurde.				
[vgl. ANDRIESSEN05; vgl. MIDDELHOFF08, S. 82; vgl. SCHNABEL06, S. 30; vgl. SVEIBY10]				

The Value Creation Index (VCI)

The Value Creation Index (VCI)		Ernst & Young, Baum, Ittner et al.	2000	SC
Bilanzierung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	Bewertungsebene <ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	Um Wissen <ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen 	Beschreibung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Innovation ■ Kundenbeziehungen ■ Managementfähigkeit ■ Bündnisse ■ Technologie ■ Markenwert ■ Angestelltenbeziehung ■ Ökologische und gemeinschaftliche Themen 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Das „Ernst & Young Center for Business Innovation“ hat den „Value Creation Index“ als ein Tool entwickelt, das eine umfangreiche Sicht auf das vermögenswirksame Potenzial eines Unternehmens gewährt, um die Verbindung zwischen der nicht finanziellen Wertschöpfung eines Unternehmens und seiner Bewertung an den Märkten quantitativ mit Hilfe von Werttreibern zu bestimmen.</p>				
[vgl. 12MANAGE09b; vgl. SCHNABEL06, S. 31; vgl. SVEIBY10; vgl. WEBKNOWLEDGE09]				

The Value Evolution

The Value Evolution		Verna Allee	2000	DIC
Bilanzierung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	Bewertungsebene <ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Nationale Ebene 	Um Wissen <ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen 	Beschreibung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Business Relationship ■ Internal Structures ■ Human Competence ■ Social Citizenship ■ Environmental Health ■ Identity, Vision, Values 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der Begriff Kapital wird meist in Verbindung zu finanziellen Größen gesetzt und ist daher nach ALLEE00 für das Erfassen und Darstellen von Wissen nicht geeignet. Aus diesem Grund verzichtet Allee bei den Unterkategorien von Wissen auf den Wortzusatz Kapital und möchte damit ein neues Denken darüber voranbringen.</p>				
[vgl. ALLEE00, S. 17-32; vgl. SCHNABEL06, S. 30]				

Tobin's Quotient

Tobin's Q		J. Tobin	1969	MCM
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Marktwert geteilt durch Wiederanschaffungskosten = Tobin's Q 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der „Tobin's Quotient“ wird ermittelt, indem der Marktwert eines Unternehmens durch die Wiederanschaffungskosten aller Vermögenswerte dividiert wird. Somit kann anhand nur einer Kennzahl abgeleitet werden, ob ein Unternehmen über oder unter seinem eigentlichen Wert gehandelt wird.</p>				
[vgl. MIDDELHOFF08, S. 86; vgl. SVEIBY10; vgl. SCHNABEL06, S. 31; vgl. ANDRIESSEN04, S. 358 f.]				

Total Value Creation TVC™

Total Value Creation TVC™		Anderson & McLean	2000	DIC
Bilanzierung von	Bewertungsebene	Um Wissen	Beschreibung von	
<ul style="list-style-type: none"> ■ keine Angaben 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Prozesse 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humankapital ■ Kundenkapital ■ Prozesskapital ■ Netzwerkkapital ■ Intellektuelles Kapital 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Die „Total Value Creation“-Methode liefert über die Wertschöpfung von Unternehmen Informationen, mit denen dann eine Bewertung der organisatorischen Abläufe vorgenommen werden kann. Dazu soll durch die Berechnung des Barwerts der zu erwartenden Einnahmen der Unternehmenswert ausgerechnet werden.</p>				
[vgl. MIDDELHOFF08, S. 83, vgl. SCHNABEL06, S. 31; vgl. SVEIBY10]				

Value Added Intellectual Coefficient (VAIC™)

Value Added Intellectual Coefficient (VAIC™)		Ante Pulic	1997/1998	ROA
Bilanzierung von ■ Die nationale Wirtschaft als Ganzes	Bewertungsebene ■ Die nationale Wirtschaft als Ganzes	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ zu strukturieren ■ zu verwalten ■ darzustellen	Beschreibung von ■ Humankapital ■ Strukturkapital ■ Netzwerkkapital ■ Capital employed ■ (physical capital, financial capital)	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Dieser nationale Ansatz von Pulic setzt den wirtschaftlichen Erfolg ins Verhältnis zu den eingesetzten Mitteln, im Speziellen die Aufwendungen für das Humankapital. Mit der hierfür explizit entwickelten „VAIC™“-Software kann ein permanenter Kontroll- und Steuerungsprozess erfolgen. Anhand der damit gewonnenen Erkenntnisse ist es u. a. möglich, die Wirtschaftspolitik des Landes daran auszurichten.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 364 ff.; vgl. MIDDELHOFF08, S. 88; vgl. SVEIBY10; vgl. SCHNABEL06, S. 30]				

Value Chain Scoreboard™ (VCS)

Value Chain Scoreboard™ (VCS)		Baruch Lev	2001/2002	SC
Bilanzierung von ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister	Bewertungsebene ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich	Um Wissen ■ zu identifizieren / zu messen ■ darzustellen	Beschreibung von ■ Discovery/Learning ■ Implementation ■ Commercialisation	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
Bei der Entwicklung des Value Chain Scoreboard wird zugrundegelegt, dass alle wichtigen Informationen eines Unternehmens die Wertschöpfungskette betreffen und daher den Entscheidungsträgern zur Verfügung stehen sollen. Die Bereitstellung erfolgt mittels Matrix, in der die Informationen in die drei Kategorien Entdecken/Lernen, Implementieren und Vermarkten eingeordnet worden.				
[vgl. ANDRIESSEN04, S. 371 ff.; vgl. MIDDELHOFF08, S. 89; SCHNABEL06, S. 30; vgl. SVEIBY10]				

Value Reporting Framework™

Value Reporting Framework™		PricewaterhouseCoopers	2002	SC
Bilanzierung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Güterindustrie ■ Forschungs-UN ■ Dienstleister ■ Finanzdienstleister ■ Bildungseinrichtungen 	Bewertungsebene <ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzheitliches UN ■ Fachbereich 	Um Wissen <ul style="list-style-type: none"> ■ zu strukturieren ■ darzustellen ■ zu bewerten 	Beschreibung von <ul style="list-style-type: none"> ■ Market Overview ■ Strategy ■ Value Creating Activities ■ Financial Performance 	
Grundlagenmodell	Soll-Ist-Vergleich	Für externe Zwecke		
Leitfaden	Nicht-monetäre Indikatoren	Für interne Zwecke		
Methode	Monetäre Indikatoren			
	Rechnerische Ermittlung			
Kurzbeschreibung				
<p>Der „Value Reporting Framework™“ ist ein Ansatz von „PricewaterhouseCoopers“, der das Rahmenwerk für die Bewertung und die Handhabung der Wertentwicklung von Unternehmen darstellt. „Value Reporting“ ergänzt traditionelle finanzielle Berichterstattung und wurde entworfen, um die Bedürfnisse der Investoren nach mehr und besseren Informationen zu erfüllen.</p>				
[vgl. BOUNFOUR05; vgl. 12MANAGE09c]				

A.4 Zusammenstellung bestehender Wissensbewertungssysteme

PDKbench	Jahr	Typ	Art	Bilanzierung von ...				Bewertungsebene				Bewertung von Wissen über ...			Um Wissen zu ...						Wozu		Einteilung von Wissen/ Intellektuelles Kapital in ...																
				Grundlagenmodell	Methoden für WB/Richtlinie	Methoden des IC	Güterindustrie	Dienstleister	Finanzdienstleister	Forschungsunternehmen	Bildungseinrichtung	ganzheitliches Unternehmen	Fachbereich	Prozesse	Produkte	Produktentwicklungswissen	SOLL-IST-Vergleich	nicht-monetäre Indikatoren	monetäre Indikatoren	rechnerische Ermittlung	identifizieren/messen	strukturieren	verwalten	darzustellen	bewerten	entwickeln	für interne Zwecke	für externe Zwecke	Humankapital	Strukturkapital	Kundenkapital	Zuliefererkapital	Netzwerkcapital	Organisationskapital	Intellektuelles Kapital	Prozesskapital	Innovations-/Technologiekapital	finanzielles Kapital	Marktkapital
Legende: keine Aussage möglich ausdrücklich nicht erfüllt teilweise erfüllt vollständig erfüllt																																							
Nationale Modelle																																							
Australia: Guiding Principles on Extended Performance Management (Society for Knowledge Economics)	2005	DIC	X																																				
Austria: ARC IC Report (Koch, Leitner)	1999 2006	SC	X																																				
Austria: ASSESS A2006™ (Brandner, Koch, Lasofsky-Blahut, et. al.)	2006	SC	X																																				
Austria: Wissensbilanz für österreichische Universitäten	2002	SC	X																																				
Belgium: Integrity Check Value (ICV-) calculation	2001	ROA		X																																			
Denmark: IC Statements (ICS) - The new Guideline	2003	SC	X																																				
France: IC-dVAL™ Intellectual Capital dynamic Value	2000 2003	SC		X																																			
Germany: Knowledge-Asset-Measurement-System - KAM.sys	2005	SC	X																																				
Germany: WB 2.0 - Made in Germany (IPK)	2008	SC	X																																				
Iceland: PIP project - nordic innovation center	2005	SC	X																																				

PDKbench	Jahr	Typ	Art	Bilanzierung von ...				Bewertungs-ebene				Bewertung von Wissen über ...				Um Wissen zu ...				Wozu				Einteilung von Wissen/ Intellektuelles Kapital in ...														
				Güterindustrie	Dienstleister	Finanzdienstleister	Forschungsunternehmen	Bildungseinrichtung	ganzheitliches Unternehmen	Fachbereich	Prozesse	Produkte	Produktentwicklungswissen	SOLL-IST-Vergleich	nicht-monetäre Indikatoren	monetäre Indikatoren	rechnerische Ermittlung	identifizieren/messen	strukturieren	verwalten	darstellen	bewerten	entwickeln	für interne Zwecke	für externe Zwecke	Humankapital	Strukturkapital	Kundenkapital	Zuliefererkapital	Netzwerk-kapital	Organisationskapital	Intellektuelles Kapital	Prozesskapital	Innovations-/Technologiekapital	finanzielles Kapital	Marktkapital		
Legende: <input type="checkbox"/> keine Aussage möglich <input type="checkbox"/> ausdrücklich nicht erfüllt <input type="checkbox"/> teilweise erfüllt <input type="checkbox"/> vollständig erfüllt																																						
Nationale Modelle																																						
Israel: The intellectual Capital of The State of Israel (Dr. Eli Opper, The Chief Scientist of the Ministry of Industry, Trade and Labor)	2007	SC	Anwendung	Die nationale Wirtschaft als Ganzes				Die nationale Wirtschaft als Ganzes																														
Japan: Guidelines for Disclosure of Intellectual Assets-Based Management (Ministry of Economy, Trade and Industry METI)	2005	SC	X																																			
Scotland: IAC (Intellectual Asset Centre)	2006	SC																																				
Spain: The Intellectus Model - Modelo Intellectus	2003	DIC	X																																			
Sweden: IC-Rating™ (Edvinsson / Kivikas)	1997	SC	X																																			
Sweden: Skandia Navigator (Leif Edvinsson, Michael Malone)	1993	SC	X																																			
Switzerland: Swiss Made Wissensbilanz - Intrate-15649 / (ICSM-15649)	2005	SC	X																																			
United Kingdom: The Institute for Employment Studies (IES) Report in UK (UK Department for Education and Skills)	2005	SC	X																																			
United States: EBR360° Enhanced Business Reporting Consortium	2005 2006	SC	X																																			

PDKbench	Jahr	Typ	Art	Bilanzierung von ...		Bewertungs-ebene			Bewertung von Wissen über ...			Um Wissen zu ...				Wozu		Einteilung von Wissen/Intellektuelles Kapital in ...																							
				Güterindustrie	Dienstleister	Finanzdienstleister	Forschungsunternehmen	Bildungseinrichtung	ganzheitliches Unternehmen	Fachbereich	Prozesse	Produkte	Produktentwicklungswissen	SOLL-IST-Vergleich	nicht-monetäre Indikatoren	monetäre Indikatoren	rechenerische Ermittlung	identifizieren/messen	strukturieren	verwalten	darzustellen	bewerten	entwickeln	für interne Zwecke	für externe Zwecke	Humankapital	Strukturkapital	Kundenkapital	Zuliefererkapital	Netzwerkkapital	Organisationskapital	Intellektuelles Kapital	Prozesskapital	Innovations-/Technologiekapital	finanzielles Kapital	Marktkapital					
				✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗				
Länderübergreifende Modelle																																									
INCAS: Intellectual Capital Statement - Made in Europe (European Commission)	2009	SC	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗		
GRI - Sustainability Reports (United Nations)	2006	SC	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗		
MAGIC (Measuring and Accounting Intellectual Capital) (EU research project)	2004	SC	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
MERITUM (Meritum Guidelines) - European Commission (Measuring intangibles to understand and improve innovation Management)	2002	SC	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
RICARDIS (Reporting Intellectual Capital to Augment Research, Development and Innovation in SMEs) - European Commission	2006	SC	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
WICI Framework V1.0 - (WICI Framework Task Force)	2008	DIC	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Legende:
 keine Aussage möglich
 ausdrücklicly nicht erfüllt
 teilweise erfüllt
 vollständig erfüllt

Kontext:
 - Strategie & Analyse
 - Berichtsparameter
 - Steuerung
 - Selbstverpflichtung und Engagement
 - Managementansatz

Ergebnisse:
 - Ökonomisch
 - Ökologisch
 - Arbeitspraktiken & menschenwürdige Beschäftigung
 - Menschenrechte
 - Gesellschaft
 - Produktverantwortung

PDKbench	Jahr	Typ	Art	Bilanzierung von ...			Bewertungs-ebene			Bewertung von Wissen über ...			Um Wissen zu ...			Wozu	Einteilung von Wissen/ Intellektuelles Kapital in ...																				
				Güterindustrie	Dienstleister	Finanzdienstleister	Forschungsunternehmen	Bildungseinrichtung	ganzheitliches Unternehmen	Fachbereich	Prozesse	Produkte	Produktentwicklungswissen	SOLL-IST-Vergleich	nicht-monetäre Indikatoren		monetäre Indikatoren	rechnerische Ermittlung	identifizieren/messen	strukturieren	verwalten	darstellen	bewerten	entwickeln	für interne Zwecke	für externe Zwecke	Humankapital	Strukturkapital	Kundenkapital	Zuliefererkapital	Netzwerkcapital	Organisationskapital	Intellektuelles Kapital	Prozesskapital	Innovations-/Technologiekapital	finanzielles Kapital	Marktkapital
IC Methoden																			Abgezinster Netto-Cash-Flow																		
Accounting for the Future - AFTF (Nash H.)																			<ul style="list-style-type: none"> - Skills, competencies, and motivation of employees - Databases and information technologies - efficient and responsive operating processes - innovation in products and services - Customer loyalty and relationships - Political, regulatory, and societal approval 																		
Balanced Scorecard (Kaplan & Norton)																			It only calculates the contribution of stock of unidentified intangible resources to premium earnings. Intangibles that contribute to normal earnings are not included.																		
Calculated Intangible Value - CIV (Stewart, Luthy)																			Previous patents and other published material																		
Citation-Weighted Patents (Nick Bontis; Hall et al)																			Der Ansatz misst allgemein den Firmenwert																		
Economic Value Added - EVA™ (S. Stewart)																																					
Financial Method of Intangible Assets Measurement - FIMIAM (I. Rodov & P. Lellaert)																																					
Holistic Value Approach - HVA (Pike und Roos)																																					
Human Resource Costing & Accounting (Johansson 1996, Sackman et al. 1989)																																					
IC-Index™ (Roos, Roos, Dragonetti & Edvinsson)																																					

Legende: keine Aussage möglich
 ausdrücklich nicht erfüllt
 teilweise erfüllt
 vollständig erfüllt

PDK bench		Jahr	Typ	Art	Bilanzierung von ...			Bewertungsebene			Bewertung von Wissen über ...			Um Wissen zu ...				Wozu		Einteilung von Wissen/ Intellektuelles Kapital in ...																														
				Grundlagenmodell	Leitfaden für WB/Richtlinie	Methoden des IC	Güterindustrie	Dienstleister	Finanzdienstleister	Forschungsunternehmen	Bildungseinrichtung	ganzheitliches Unternehmen	Fachbereich	Prozesse	Produkte	Produktentwicklungswissen	SOLL-IST-Vergleich	nicht-monetäre Indikatoren	monetäre Indikatoren	rechnerische Ermittlung	identifizieren/messen	strukturieren	verwalten	darzustellen	bewerten	entwickeln	für interne Zwecke	für externe Zwecke	Humankapital	Strukturkapital	Kundenkapital	Zuliefererkapital	Netzwerk-kapital	Organisationskapital	Intellektuelles Kapital	Prozesskapital	Innovations-/Technologiekapital	finanzielles Kapital	Marktkapital											
IC Methoden																																																		
Inclusive Value Methodology - IVM™ (MIPerson)		1989	DIC	X																																														
Intangible Assets Monitor (Karl Eric Sveiby)		1997 2001	SC	X																																														
Integrierte Wissensbewertung - IWB (Competence Center Wissensmanagement des Fraunhofer IPK)		2003	SC	X																																														
Intellectual Capital Benchmarking System (Viedma)		2000 2001	SC	X																																														
Intellectual Capital Dynamic Value - IC-dVAL (Bounfour)		2002	SC	X																																														
Intellectual Capital Monitor (Christiaan Stam)		2002	SC	X																																														
Intellectual Capital ROI (Nick Bontis)		1998	ROA	X																																														
JOANNEUM RESEARCH - JR-Explorer		2002	SC	X																																														
Knowledge Audit Cycle (Schiuma & Marr)		2001	SC		X																																													
Marktwert-Buchwert-Relation (Stewart 1997/2001, Luthy 1998)		1997 1998	MCM	X																																														

Legende:
 keine Aussage möglich
 ausdrücklich nicht erfüllt
 teilweise erfüllt
 vollständig erfüllt

- Geschäftsprozesse
 - Wissensressourcen
 - Externe Beziehungen
 - Prozess- und Wissensergebnisse
 - Betrachtung der extern erzielten Wirkungen aus der Geschäftstätigkeit

+ Soziales Kapital

- Stakeholder relationship
 - human resources
 - Infrastructure
 - Culture
 - Processes
 - Intellectual property

Marktwert - Buchwert
 = immaterieller Vermögensanteil

PDKbench	Jahr	Typ	Art	Bilanzierung von ...				Bewertungs-ebene				Bewertung von Wissen über ...				Um Wissen zu ...				Wozu	Einteilung von Wissen/ Intellektuelles Kapital in ...															
				Grundlagenmodell	Leitfaden für WB/Richtlinie	Methoden des IC	Güterindustrie	Dienstleister	Finanzdienstleister	Forschungsunternehmen	Bildungseinrichtung	ganzheitliches Unternehmen	Fachbereich	Prozesse	Produkte	Produktentwicklungswissen	SOLL-IST-Vergleich	nicht-monetäre Indikatoren	monetäre Indikatoren		rechnerische Ermittlung	identifizieren/messen	strukturieren	verwalten	darstellen	bewerten	entwickeln	für interne Zwecke	für externe Zwecke	Humankapital	Strukturkapital	Kundenkapital	Zuliefererkapital	Netzwerkcapital	Organisationskapital	Intellektuelles Kapital
Legende: keine Aussage möglich <input type="checkbox"/> ausdrücklich nicht erfüllt <input type="checkbox"/> teilweise erfüllt <input type="checkbox"/> vollständig erfüllt																																				
IC Methoden																																				
Mehrstufiges Indikatorenmodell nach North et al.	2002	DIC	X	X																																
National Intellectual Capital Index - NICI™ (Bontis)	2004	SC	X		Der Staat als Ganzes																															
Organizational IQ	2004	DIC	X	X																																
Sullivan's Work - (P.H. Sullivan Jr., P.H. Sullivan sr., ICM-Group study)	1998	DIC	X	X																																
The Technology Broker (Mr. Brooking)/ Intellectual Capital Audit	1996	DIC	X	X																																
The Invisible Balance Sheet (Sveiby - The "Konrad" group)	1997 1998 2001	MCM	X	X																																
The KPMG Value Explorer™ (Andriessen et al.)	1999 2000	DIC	X	X																																

A.5 Recherche zum *expliziten/impliziten* Wissensverständnis

Autor [Quelle]	Fokus auf Wissensbewertung?	Wissen ist ...			
		explizit	explizit/implizit	implizit	andere Ansicht oder keine Auffassung erkennbar
Abreu et al. [ABREU06, S. 14 f.] Abreu, N.; Blanckenburg, C.; Dienel, H.; Legewie, H.: <i>Qualitatives Wissensmanagement. Neue wissensbasierte Dienstleistungen im Wissenscoaching und in der Wissensstrukturierung</i> . Technische Universität Berlin, Zentrum Technik und Gesellschaft, Schriftenreihe 5 (2006). – ISBN 978-3-7983-2004-8	X			X	
Abuosba et al. [ABUOSBA08, Kap. 1] Abuosba, M.; Gaag, A.; Franz, J.: Semantic Knowledge Management – Erschließen von Lösungswissen in der Automatisierungsindustrie. In: Bentele, M.; Gronau, N.; Hochreiter, R.; Schütt, P., Weber, M. (Hrsg.): <i>Erhöhen Sie Ihren BQ</i> . 10. Kongress zum Einsatz von Wissensmanagement in Wirtschaft und Verwaltung, Wissen macht stark. Know-Tech zeigt wie. Frankfurt, 8. – 9. Oktober 2008. Poing, CMP-WEKA Verlag, 2008. – ISBN 978-3-7723-3990-5		X			
Gronau und Eversheim [ACATECH08, S. 19] Gronau, N.; Eversheim, W.: <i>Umgang mit Wissen im interkulturellen Vergleich. Beiträge aus Forschung und Unternehmenspraxis</i> . acatech Workshop, Potsdam, 20. Mai 2008. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2008. – ISBN 978-3-8167-7822-6			X		
Adelsberger et al. [ADELSBERGER02, S. 76] Adelsberger, H.; Bick, M.; Hanke, T.: Spaßfaktor Wissen – Sharing Cultures in Organisationen. In: <i>Essener Unikate</i> 18/2002, S. 74-81.			X		
Al-Hawamdeh [AL-HAWAMDEH02] Al-Hawamdeh, S.: Knowledge management: re-thinking information management and facing the challenge of managing tacit knowledge. In: <i>Information Research</i> 8 (2002), Nr. 1. – ISSN 1368-1613				X	
Allweyer [ALLWEYER98, Kap. 1 und Kap. 3] Allweyer, T.: Modellbasiertes Wissensmanagement. In: <i>IM Information Management & Consulting</i> 13 (1998), Nr. 1, S. 37-45. – ISSN 1616-1017			X		
Alwert [ALWERT05] Alwert, K.: Die integrierte Wissensbewertung – ein prozessorientierter Ansatz. In: Mertins, K.; Alwert, K., Heisig, P. (Hrsg.): <i>Wissensbilanzen. Intellektuelles Kapital erfolgreich nutzen und entwickeln</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005, S. 253-277. – ISBN 978-3-540-23719-4	X				X
Amelingmeyer [AMELINGMEYER02, S. 40 ff.] Amelingmeyer, J.: <i>Wissensmanagement: Analyse und Gestaltung der Wissensbasis von Unternehmen</i> . 2. Auflage. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2002. – ISBN 3-8244-7554-5					X
Anderson et al. [ANDERSON01] Anderson, C.; Glassman, M.; McAfee, R.; Pinelli, T.: An investigation of factors affecting how engineers and scientists seek information. In: <i>Journal of Engineering and Technology Management</i> 18 (2001), S. 131-155. – ISSN 0923-4748					X
Birkenbihl [BIRKENBIHL06, S. 73] Birkenbihl, K.: Standards für das Semantic Web. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): <i>Semantic Web – Wege zur vernetzen Wissensgesellschaft</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 73-88. – ISBN 978-3-540-29324-8					X
Blumauer und Pellegrini [BLUMAUER06B, S. 16 ff.] Blumauer A., Pellegrini T.: Semantic Web und semantische Technologien: Zentrale Begriffe und Unterscheidungen. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): <i>Semantic Web – Wege zur vernetzen Wissensgesellschaft</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 9-25. – ISBN 978-3-540-29324-8				X	
Blumauer und Fundneider [BLUMAUER06A, S. 227 ff.] Blumauer, A.; Fundneider, T.: Semantische Technologien in integrierten Wissensmanagement-Systemen. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): <i>Semantic Web – Wege</i>				X	

Autor [Quelle]	Fokus auf Wissensbewertung?	Wissen ist ...			
		explizit	explizit/implizit	implizit	andere Ansicht oder keine Auffassung erkennbar
zur vernetzen Wissensgesellschaft. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 227-239. – ISBN 978-3-540-29324-8					
Radermacher et al. [BMBF-STUDIE01, Kap. 1.2 und Kap. 1.4] Radermacher, F. J.; Kämpke, T.; Rose, T.; Tochtermann, K.; Richter, T.: <i>Management von nicht-explizitem Wissen: Noch mehr von der Natur lernen</i> . Ulm: Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW), 2001. – Abschlussbericht. Projektträger Bundesministerium für Bildung und Forschung.	X				X
Bodendorf [BODENDORF05, S. 1 f.] Bodendorf, F.: <i>Daten- und Wissensmanagement</i> . 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – ISBN 978-3-540-28743-8		X			
Bürgel und Zeller [BÜRCEL98, S. 53 ff.] Bürgel, H.; Zeller, A.: Forschung und Entwicklung als Wissenscenter. In: Bürgel, H.; Zeller, A.: <i>Wissensmanagement – Schritte zum intelligenten Unternehmen</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1998. – ISBN 3-540-63624-2					X
Burkhard [BURKHARD06, S. 212 ff.] Burkhard R.: Knowledge Visualization: Die nächste Herausforderung für Semantic Web Forschende? In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): <i>Semantic Web – Wege zur vernetzen Wissensgesellschaft</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 201-212. – ISBN 978-3-540-29324-8.			X		
Büssing et al. [BÜSSING02, S. 8 ff.] Büssing, A.; Herbig, B.; Latzel, A.: <i>Das Zusammenspiel zwischen Erfahrung, implizitem und explizitem Wissen beim Handeln in kritischen Situationen</i> . München: Technische Universität München, Lehrstuhl für Psychologie, Bericht 66 (2002). – ISSN 0949-0221		X			
Capurro [CAPURRO06, S. 530] Capurro R.: Hermeneutik revisited. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): <i>Semantic Web – Wege zur vernetzen Wissensgesellschaft</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 527-533. – ISBN 978-3-540-29324-8					X
Chakrabarti et al. [CHAKRABARTI00] Chakrabarti, A.; Morgenstern, S.; Knaab, H.: Identification and application of requirements and their impact on the design process: a protocol study. In: <i>Research in Engineering Design</i> 15 (2004), S. 22–39. – ISSN 0934-9839				X	
Cruz-Lemus [CRUZ-LEMUS10] Cruz-Lemus, J.; Maes, A.; Genero, M.; Poels, G.; Piattini, M.: The impact of structural complexity on the understandability of UML statechart diagrams. In: <i>Information Sciences</i> 180 (2010), S. 2209-2220. – ISSN 0020-0255					X
Degener [DEGENER99, S. 147 ff.] Degener, M.: Wissensmanagement im Entwicklungs- und Konstruktionsprozess. In: Zölch, M.; Weber, W.; Leder, L. (Hrsg.): <i>Praxis und Gestaltung kooperativer Arbeit</i> . Schriftenreihe Institut für Arbeitsforschung und Organisationsberatung, vdf, Hochschulverlag an der ETH Zürich, 1999 (23), S. 147-166 – ISBN 978-3-7281-2687-0			X		
Dragusanu [DRAGUSANU06, S. 11 f.] Dragusanu, G.: <i>Wissensmanagement: Sicherung und Weitergabe des Wissens beim Stellenwechsel</i> . München, Ludwig-Maximilian-Universität München, Fakultät für Psychologie und Pädagogik, Institut für Organisations- und Wirtschaftspsychologie, Dissertation, 2006. – ISBN 978-3-836-41789-1				X	
Dueck [DUECK08, S. 262] Dueck, G.: Bluepedia. In: <i>Informatik-Spektrum</i> 31 (2008), Nr. 3, S. 262-269. – ISSN 0170-6012		X			
Duffy und Sim [DUFFY03, S. 204 ff.] Duffy, A. H. B.; Sim, S.: Towards an ontology of generic engineering design activities. In: <i>Research in Engineering Design</i> 14 (2003), Nr. 4, 2003, S. 200-223. – ISSN 0934-9839			X		

Autor [Quelle]	Fokus auf Wissensbewertung?	Wissen ist ...			
		explizit	explizit/implizit	implizit	andere Ansicht oder keine Auffassung erkennbar
Edler [EDLER03] Edler, J.: <i>Knowledge Management in German Industry. Study in the Framework of an OECD Initiative of the Centre for Educational Research and Innovation (CERI)</i> . Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI), 2003. – Abschlussbericht. Projektträger Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft.					X
Engelmann und Großmann [ENGELMANN08, S. 5 ff.] Engelmann, F.; Großmann, C.: Was wissen wir über Informationen? In: Hildebrand, K.; Gebauer, M.; Hinrichs, H.; Mielke, M. (Hrsg.): <i>Daten- und Informationsqualität. Auf dem Weg zur Information Excellence</i> . Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2008, S. 3-23. – ISBN 978-3-658-09214-6				X	
Feldkamp [FELDKAMP10] Feldkamp, D.; Hinkelmann, K.; Thönssen, B.: The modelling of knowledge-intensive processes using semantics. In: Vitvar, T.; Peristeras, V.; Tarabanis, K. (Hrsg.): <i>Semantic Technologies for E-Government</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, S. 75-98. – ISBN 978-3-642-03506-7					X
Gaag [GAAG08, S. 1 ff.] Gaag, A.; Ponn, J.: „Suchen und Finden“ im Maschinen- und Anlagenbau - Eine Studie in Zusammenarbeit mit dem VDMA. In: <i>CiDaD Working Paper Series 04</i> (2008), Technische Universität München, Lehrstuhl für Produktentwicklung, 2008. – ISSN 1861-079X	X				
Gronau [GRONAU03, S. 10] Gronau, N.: Sprache zur Modellierung wissensintensiver Geschäftsprozesse – Die Knowledge Modeler Description Language (KMDL). In: <i>Industrie Management 19</i> (2003), S. 9-13. – ISSN 0179-2679			X		
Gronau et al. [GRONAU09, S. 6 ff.] Gronau, N.; Heinze, P.; Vladova, G.: <i>Betriebliches Wissensmanagement. VL02 – Ansätze des Wissensmanagements</i> . Potsdam, Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Vorlesungsfolien, 2009.			X		
Guretzky [GURETZKY01, Kap. 2 und Kap. 3] Guretzky, B.: Wissensmanagement und Software Engineering – Expert Assistance. In: <i>Community of knowledge, Wissensmanagement in Theorie und Praxis</i> , 2001. – ISSN 2190-829X			X		
Heitmann [HEITMANN06, S. 10 ff.] Heitmann, G.: <i>Der Entstehungsprozess impliziten Wissens. Eine Metapheranalyse zur Erkenntnis- und Wissenstheorie Michael Polányis</i> . Hamburg: Dr. Kovac Verlag, 2006. – ISBN 3-8300-2120-8				X	
Heinzlmaier [HEINZLMAIER02, S. 7 ff.] Heinzlmaier, K.: <i>Thomas H. Davenport. Wissensmanagement – Konzeptionen</i> . Wien, Wirtschaftsuniversität Wien, Institut für Unternehmensführung, Studienarbeit, 2002.				X	
Hendriks und Vriens [HENDRIKS99, S. 113 ff.] Hendriks, P. H. J.; Vriens, D. J.: Knowledge-based systems and knowledge management: Friends or foes? In: <i>Information & Management 35</i> (1999), S. 113-125. – ISSN 0378-7206			X		
Henze [HENZE06] Henze, N.: Personalisierbare Informationssysteme im Semantic Web. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): <i>Semantic Web – Wege zur vernetzen Wissensgesellschaft</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 135-146. – ISBN 978-3-540-29324-8					X
Herbig et al. [HERBIG06, S. 9] Herbig, B.; Müller, A.; Petrovic, K.; Pecquet, N.; Graebisch, M.; Kreimeyer, M.: <i>Implicit knowledge in the product innovation process – Method development and first results</i> . München: Technische Universität München, Lehrstuhl für Psychologie, Bericht 83 (2006). – ISSN 0949-0221			X		

Autor [Quelle]	Fokus auf Wissensbewertung?	Wissen ist ...			
		explizit	explizit/implizit	implizit	andere Ansicht oder keine Auffassung erkennbar
Heynen [HEYNEN01, S. 15 ff.] Heynen, C.: <i>Wissensmanagement im Berechnungsprozess der Produktentwicklung</i> . Fortschritt-Berichte VDI Reihe 1 Nr. 341. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2001. Gleichzeitig Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Konstruktionstechnik. – ISBN 978-3-18-334101-8			X		
Henning et al. [HENNING06, S. 189 ff.] Henning, K.; Hees, F.; Backhaus, W.: Wissen teilen oder Wissen verstecken. Strategische Erfolgsfaktoren im Wissenswettbewerb. In: VDI-Berichte (1996): <i>Ingenieurwissen effektiv managen</i> . Düsseldorf, VDI-Verlag, 2006, S. 189-214. – ISBN 3-18-091964-7			X		
Hicks et al. [HICKS02, S. 267 ff.] Hicks, B. J.; Culley, S. J.; Allen, R. D.; Mullineux, G.: A framework for the requirements of capturing, storing and reusing information and knowledge in engineering design. In: <i>International Journal of Information Management</i> 22 (2002), S. 263-280. – ISSN 0268-4012		X			
Hildreth und Kimble [HILDRETH02] Hildreth, P.; Kimble, C.: The duality of knowledge. In: <i>Information Research</i> 8 (2002), Nr. 1, Beitrag 142. – ISSN 1368-1613			X		
Hofbauer [HOFBAUER08, S. 6 ff.] Hofbauer, R.: „Wissen: Brillanz durch Bilanz?“. Wien, Universität Wien, Institut für Philosophie, Diplomarbeit, 2008.	X		X		
Jahnke et al. [JAHNKE06, S. 2 f.] Jahnke, B.; Yalcin, E.; Bauer, S.: <i>Anreizsysteme zur Verbesserung der Wissensteilung in Unternehmen</i> . Tübingen: Universität Tübingen, Abteilung für Betriebswirtschaftslehre, Arbeitsberichte zur Wirtschaftsinformatik 31 (2006).			X		
Jankowski [JANKOWSKI04, S. 3] Jankowski, U.: <i>Wissensmanagement im Umfeld der CAE Dienstleister</i> . Leonberg, 19th CAD-FEM User's Meeting, Präsentationsfolien, 2004.					X
John und Drescher [JOHN06, S. 243 f.] John, M.; Drescher, J.: Semantische Technologien im Informations- und Wissensmanagement: Geschichte, Anwendungen und Ausblick. In: Pellegrini T., Blumauer A. (Hrsg.): <i>Semantic Web – Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 241-255. – ISBN 978-3-540-29324-8		X			
Kornwachs [KORNWACHS10, S. 140 ff.] Kornwachs, K.: Logische Strukturen technischen Wissens – Zur Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften. In: Kornwachs, K. (Hrsg.): <i>Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen</i> . acatech DISKUTIERT. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, S. 137-157. – ISBN 978-3-642-14372-4			X		
Kratzke [KRATZKE06, S. 20 f.] Kratzke, N.: <i>Modellbasierte Analyse interorganisationaler Wissensflüsse</i> . Potsdam, Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Electronic Government, Dissertation, 2006. – ISBN 3-936771-92-8				X	
Kreimeyer et al. [KREIMEYER07] Kreimeyer, M.; Herfeld, U.; Deubzer, F.; Lindemann, U.: Effiziente Zusammenarbeit von Konstruktions- und Simulationsabteilungen in der Automobilindustrie. In: <i>CiDaD Working Paper Series</i> 02 (2006), Nr. 01, Technische Universität München, Lehrstuhl für Produktentwicklung. – ISSN 1861-079X					X
Lehner [LEHNER14, S. 54 ff.] Lehner, F.: <i>Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung</i> . 5. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 2014. – ISBN 978-3-446-44135-4			X		

Autor [Quelle]	Fokus auf Wissensbewertung?	Wissen ist ...			
		explizit	explizit/implizit	implizit	andere Ansicht oder keine Auffassung erkennbar
<p>Loskyll und Meixner [LOSKYLL10, S. 119 ff.] Loskyll, M.; Meixner, G.: Einsatz von Wissensmanagement-Systemen zur Unterstützung des USEWARE-Engineering-Prozesses. In: VDI-Berichte (2099): <i>Grundlagen - Methoden – Technologien</i>. 5. VDI Fachtagung, USEWARE 2010. Baden-Baden: VDI-Verlag, 2010, S. 119-128. – ISBN 978-3-180-92099-3</p>			X		
<p>Lowe et al. [LOWE04] Lowe, A.; McMahon, C.; Culley, S.: Characterising the requirements of engineering information systems. In: <i>International Journal of Information Management</i> 24 (2004), S. 401-422. – ISSN 0268-4012</p>					X
<p>Mandl und Fischer [MANDL00A] Mandl, H.; Fischer, F.: <i>Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken</i>. Göttingen: Hogrefe-Verlag, 2000. – ISBN 3-8017-1337-7</p>	X				
<p>Mandl und Reinmann-Rothmeier [MANDL00B, S. 5 f.] Mandl, H.; Reinmann-Rothmeier, G.: Die Rolle des Wissensmanagements für die Zukunft: Von der Informations- zur Wissensgesellschaft. In: Mandl, H.; Reinmann-Rothmeier, G.: <i>Wissensmanagement. Informationszuwachs – Wissensschwund? Die strategische Bedeutung des Wissensmanagements</i>. München, Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2000, S. 1-12. – ISBN 3-486-25386-7</p>				X	
<p>Martens [MARTENS01] Martens, B. V.: Do citation systems represent theories of truth? In: <i>Information Research</i> 6 (2001), Nr. 2, Beitrag 92. – ISSN 1368-1613</p>					X
<p>McMahon et al. [MCMAHON04, S. 309 f.] McMahon, C.; Lowe, A.; Culley, S.: Knowledge Management in engineering design: personalization and codification. In: <i>Journal of Engineering Design</i> 15 (2004), Nr. 4, S. 307-325. – ISSN 1466-1387</p>			X		
<p>Mitschang [MITSCHANG11] Mitschang, B.: <i>Cluster E „ICT for Manufacturing“</i>. Stuttgart, Universität Stuttgart, Bereich Bereich Applications of Parallel and Distributed Systems (IPVS) der GSaME, Power-Point Vortrag, 2011.</p>					X
<p>Moores [MOORES98] Moores, T.: Applying Complexity Measures to Rule-Based Prolog Programs. In: <i>Journal of Systems and Software</i> (1998), S. 45-52. – ISSN 0164-1212</p>					X
<p>Mulet und Vidal [MULET06, S. 34] Mulet, E.; Vidal, R.: Functional requirements for computer-based design support systems, derived from experimental studies. In: <i>Knowledge based Systems</i> 19 (2006), S. 32-42. – ISSN 0950-7051</p>		X			
<p>Müller und Herbig [MÜLLER04, S. 9 ff.] Müller, M.; Herbig, B.: <i>Methoden zur Erhebung und Abbildung impliziten Wissens. Ergebnisse einer Literaturrecherche</i>. München: Technische Universität München, Lehrstuhl für Psychologie, Bericht 74 (2004), März 2004. – ISSN 0949-0221</p>			X		
<p>Nissen et al. [NISSEN00, S. 25 ff.] Nissen, M.; Kamel, M.; Sengupta, K.: Integrated Analysis and Design of Knowledge Systems and Processes. In: <i>Information Resources Management Journal</i> (2000), Januar - März. – ISSN 1533-7979</p>			X		
<p>Nohr [NOHR06, S. 6] Nohr, H.: Einführung in das Wissensmanagement. In: Nohr, H.: <i>Arbeitspapiere Wissensmanagement</i> 5 (2002). Stuttgart, Fachhochschule Stuttgart, Studiengang Informationswirtschaft, Seminarunterlagen. – ISSN 1616-5349</p>				X	
<p>North [NORTH05, S. S. 32 ff.] North, K.: <i>Wissensorientierte Unternehmensführung. Wertschöpfung durch Wissen</i>. 4., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, 2005. – ISBN 3-0349-0082-6</p>				X	

Autor [Quelle]	Fokus auf Wissensbewertung?	Wissen ist ...			
		explizit	explizit/implizit	implizit	andere Ansicht oder keine Auffassung erkennbar
Ossowski und Omicini [OSSOWSKI02, S. 310 f.] Ossowski, S.; Omicini, A.: Coordination knowledge engineering. In: <i>The Knowledge Engineering Review</i> 17 (2002), Nr. 4, S. 309-316. – ISSN 0269-8889		X			
Pawlowsky und Reinhardt [PAWLOWSKY02, S. 11 f.] Pawlowsky, P.; Reinhardt, R.: Instrumente Organisationalen Lernens: Die Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis. In: Pawlowsky, P.; Reinhardt, R. (Hrsg.): <i>Wissensmanagement für die Praxis - Methoden und Instrumente zur erfolgreichen Umsetzung</i> . Neuwied/Kriftel: Hermann Luchterhand Verlag, 2002, S. 1-36. – ISBN 3-472-04816-6			X		
Porschen [PORSCHEN08, S. 36 ff.] Porschen, S.: <i>Austausch impliziten Erfahrungswissens. Neue Perspektiven für das Wissensmanagement</i> . Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH, 2008. – ISBN 978-3-531-15800-6	X			X	
Probst et al. [PROBST12, S. 16 ff.] Probst, G.; Raub, S.; Romhardt, K.: <i>Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen</i> . 7. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, 2012. – ISBN 978-3-8349-4562-4			X		
Puppe und Gappa [PUPPE92] Puppe, F.; Gappa, U.: Towards Knowledge Acquisition by Experts. In: Belli, F.; Radermacher, F. (Hrsg.): <i>Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1992, S. 546-555. – ISBN 978-3-540-55601-5					X
Reinmann-Rothmeier et al. [REINMANN-ROTHMAIER01, S. 16] Reinmann-Rothmeier, G.: <i>Wissen managen: Das Münchener Modell</i> . München: Ludwig-Maximilian-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, Forschungsbericht 131 (2001). – ISSN 1614-6336			X		
Remus [REMUS02, S. 77 f.] Remus, U.: <i>Prozessorientiertes Wissensmanagement. Konzepte und Modellierung</i> . Regensburg, Universität Regensburg, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Dissertation, 2002.	X		X		
Remus und Lehner [REMUS00] Remus, U.; Lehner, F.: The Role of Processoriented Enterprise Modeling in Designing Processoriented Knowledge Management Systems. In: <i>Designing Process-oriented Knowledge Management Systems</i> . AAAI Spring Symposium: bringing Knowledge to Business Processes, 2000.					X
Scheer [SCHEER96] Scheer, A.: <i>ARIS-House of Business Engineering: Von der Geschäftsprozessmodellierung zur Workflow-gesteuerten Anwendung; vom Business Process Reengineering zum Continuous Process Improvement</i> . Saarbrücken, Universität des Saarlandes, Institut für Wirtschaftsinformatik, Heft 133 (1996).					X
Schlögl [SCHLÖGL05, S. 3 ff.] Schlögl, C.: Information and knowledge management: dimensions and approaches. In: <i>Information Research</i> 10 (2005), Nr. 4. – ISSN 1368-1613				X	
Schmaltz [SCHMALTZ04, S. 2 ff.] Schmaltz, R.: <i>Semantic Web Technologien für das Wissensmanagement</i> . Göttingen, Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Wirtschaftsinformatik, Arbeitsbericht 1 (2004).			X		
Schmidt [SCHMIDT04, S. 6] Schmidt, J.: <i>Methoden des Wissensmanagements zur Unterstützung des Customer Relationship Management</i> . Frankfurt, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Diplomarbeit, 2004.			X		

Autor [Quelle]	Fokus auf Wissensbewertung?	Wissen ist ...			
		explizit	explizit/implizit	implizit	andere Ansicht oder keine Auffassung erkennbar
Schnauffer et al. [SCHNAUFFER04, S. 2 ff.] Schnauffer, H.; Voigt, S.; Staiger, M.: Vom Charakter des Wissensmanagements in der Produktentwicklung - Typische Probleme mit einer anderen Brille betrachtet. In: Schnauffer, H.; Stieler-Lorenz, B.; Peters, S. (Hrsg.): <i>Wissen vernetzen – Wissensmanagement in der Produktentwicklung</i> . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2004., S. 1-11. – ISBN 978-3-540-21349-9			X		
Senger und Riempp [SENGER01, S. 1] Senger, E.; Riempp, G.: Zum Einsatz intelligenter Softwareagenten im Wissensmanagement. In: Klingenberg, R.; Rüping, S.; Fick, A.; Herzog, C.; Molitor, R.; Schröder, O. (Hrsg.): <i>LLWA 01 – Tagungsband der GI-Workshopwoche „Lernen-Lehren-Wissen-Adaptivität“</i> , Dortmund, 2001, S. 198-205.			X		
Smithers [SMITHERS96] Smithers, T.: On Knowledge Level Theories of Design Process. In: Gero, J. and Sudweeks, F. (Hrsg.): <i>Artificial Intelligence in Design'96</i> . Alphen aan den Rijn: Kluwer Academic Publishers, 1996, S. 561-579. – ISBN 978-94-010-6610-5					X
Staiger und Strömer [STAIGER06] Staiger, M.; Stömer, N.: <i>Ergebnisse der Expertenumfrage. Wissensbedarf und Wissensintensität in der Produktentwicklung</i> . ProWis Studie, Power-Point-Präsentation im Internet, 2006.	X				X
Stam [STAM07, S. 23 ff.] Stam, C.: <i>Knowledge Productivity. Designing and Testing a Method to Diagnose Knowledge Productivity and Plan for Enhancement</i> . Twente, Universität Twente, Centre for Research in Intellectual Capital, Dissertation, 2007.				X	
Steiger [STEIGER00, S. 34 ff.] Steiger, C.: <i>Wissensmanagement in Beratungsprojekten auf Basis innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien: Das System K3. Konzeption, Entwicklung und Implementierung eines Wissensmanagementsystems für Beratungsunternehmen sowie empirische Einsatzerfahrungen im Inhouse Consulting der BMW AG</i> . Paderborn, Universität-Gesamthochschule-Paderborn, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Dissertation, 2000.			X		
Stoeber [STOEBER01, S. 5 ff.] Stoeber, M.: <i>Knowledge Management – Methoden, Strukturen und Technologien zur Etablierung eines zielgerichteten und ganzheitlichen Knowledge Management</i> . Bochum, Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Sozialwissenschaft, Dissertation, 2001.			X		
Studer et al. [STUDER02, S. 2 ff.] Studer, R.; Schnurr, H.-P.; Nierlich, A.: Semantik für die nächste Generation Wissensmanagement. In: <i>Community of knowledge, Wissensmanagement in Theorie und Praxis</i> , 2002. – ISSN 2190-829X		X			
Studer et al. [STUDER98, S: 161 f.] Studer, R.; Benjamins, R.; Fensel, D.: Knowledge Engineering: Principles and methods. In: <i>Data & Knowledge Engineering 25</i> (1998), S. 161-197. – ISSN 0169-023X			X		
Thel [THEL07, S. 6 ff.] Thel, M.: <i>Wissensstrukturierung und –repräsentation im Produktentwicklungsprozess</i> . Aachen: Shaker Verlag, 2007. Gleichzeitig Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion (DiK). – ISBN 978-3-8322-6825-1	X			X	
Tongchuay und Praneetpolgrang [TONGCHUAY08, S. 2] Tongchuay, C.; Praneetpolgrang, P.: Knowledge Quality in Knowledge Management Systems Using Trust-Recommendations. In: <i>Special Issue of the International Journal of the Computer, the Internet and Management 16</i> (2008), Nr. 3. – ISSN 0858-7027	X		X		

Autor [Quelle]	Fokus auf Wissensbewertung?	Wissen ist ...			
		explizit	explizit/implizit	implizit	andere Ansicht oder keine Auffassung erkennbar
Umstätter [UMSTÄTTER92] Umstätter, W.: Die evolutionsstrategische Entstehung von Wissen. In: Deutsche Sektion der Internationalen Gesellschaft für Wissensorganisation (Hrsg.): <i>Fortschritte der Wissensorganisation 2</i> (1992). – ISSN 0942-0347					X
VDI 5610-2 [VDI 5610, S. 4 ff.] VDI 5610 Blatt 2 Mai 2017. <i>Wissensmanagement im Engineering – Wissensbasierte Konstruktion (KBE)</i> . Berlin: Beuth Verlag.			X		
Vijaykumar und Chakrabarti [VIJAYKUMAR08, S. 5] Vijaykumar, G.; Chakrabarti, A.: Understanding the Knowledge Needs of Designers During Design Proecess in Industry. In: <i>Journal of Computing and Information Science in Engineering</i> 8 (2008), Beitrag 011004-1. – ISSN 1530-9827					X
Völker et al. [VÖLKER06, S. 59 ff.] Völker, R.; Sauer, S.; Simon, M: <i>Wissensmanagement im Innovationsprozess</i> . Heidelberg: Physica-Verlag, 2006. – ISBN 978-3-7908-1691-4			X		
Walczak [WALCZAK98, S. 1 f.] Walczak, S.: Knowledge acquisition and knowledge representation with class: the object-oriented paradigm. In: <i>Expert Systems with Applications</i> 15 (1998), S. 235-244. – ISSN 0957-4174		X			
Wiater [WIATER07, S. 15 ff.] Wiater, W.: <i>Wissensmanagement. Eine Einführung für Pädagogen</i> . Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2007. – ISBN 978-3-531-14884-7			X		
Wickelmaier und Heller [WICKELMAIER03] Wickelmaier, F.; Heller, J.: Beurteilung der Validität von Wissensstrukturen durch den Diskrepanzindex. In: Golz, J.; Faul, F.; Mausfeld, R. (Hrsg.): <i>Experimentelle Psychologie. Abstracts der 45. Tagung experimentell arbeitender Psychologen (TeaP)</i> , Lengerich, 2003, S. 230.					X
Wilson [WILSON02, S. 14 ff.] Wilson, T. D.: The nonsense of 'knowledge management'. In: <i>Information Research</i> 8 (2002), Nr. 1, Beitrag 144. – ISSN 1368-1613				X	
Zhao et al. [ZHAO08] Zhao, Y.; Tang, L. C. M.; Darlington, M. J.; Austin, S. A.; Culley, S. J.: High value information in engineering organisations. In: <i>International Journal of Information Management</i> 28 (2008), S. 246-258. – ISSN 0268-4012	X				X

A.6 Exkurs: Wissenstyp- und Indikatorenchecklisten sowie Abbildungsgüte

Werden alle Dimensionen und zugehörigen Indikatoren eines zu repräsentierenden Sachverhalts zusammengenommen und in einer sogenannten Wissenstyp-Checkliste (angepasste Checkliste für jeden Wissenstyp) ausgewertet, kann eine *Abbildungsgüte* errechnet werden. Beispielhaft wird hierzu der Wissenstyp *Führungswissen* des erarbeiteten theoretischen Strukturansatzes herangezogen. Die Berechnung und Analyse der Abbildungsgüte stellen das Resultat aus der formulierten Motivation dar und lassen eine Aussage zu, ob die erhobenen Daten auch den zu messenden Sachverhalt in angemessener Art und Weise repräsentieren können. [ROTH12B, S. 1326]

Nachfolgend wird exemplarisch auf die Wissenstyp-Checkliste des Führungswissens näher eingegangen, um die dort enthaltenen Berechnungen näher vorzustellen. Anhand objektiver Rechen-Operationen wird ein Wert ausgegeben, der aussagt, wie fundiert die Schlüsse aus den Antworten sind und letztlich auch, wie gut ein Wissenstyp erfasst wurde (Abbildungsgüte). [ROTH12B, S. 1326]

Wissenstyp-Checkliste: Führungswissen				
Messziel				
1.	Welcher Wissenstyp soll abgebildet werden?		Führungswissen	
2.	Welche Dimensionen sind bekannt?		D1: Kompetenz D2: Wissen	
3.	Wie relevant werden diese Dimensionen für den Wissenstyp eingeschätzt? 0 = irrelevant 1 = relevant		D1: 1 D2: 0,75	
4.	Welche Dimensionen werden betrachtet?		D1, D2	
Indikatoren				
5.	Welche Indikatoren werden gewählt?		I1: Motivationsvermögen I2: Organisationsvermögen I3: Führungsvermögen I4: Schulungen I5: Kenntnisse über Fähigkeiten der MA	
6.	Welche Abbildungswerte erreichen die Indikatoren?			
	Indikator	Indikatorwert	Dimension	Dimensionsrelevanz
	I1	0,81	D1	1
	I2	0,81	D1	1
	I3	0,81	D1	1
	I4	0,88	D2	0,75
	I5	0,75	D2	0,75
	Abbildungswert = Indikatorwert · Dimensionsrelevanz			
Abbildungsgüte				
7.	Welche Abbildungsgüte kann anhand der gewählten Indikatoren erreicht werden?		0,81	

Zur Abbildung eines Wissenstyps müssen dessen Dimension(en) identifiziert werden. Für das Führungswissen konnten die Dimensionen *Kompetenz* und *Wissen* identifiziert werden. Zuerst muss festgelegt werden, wie relevant die einzelne Dimension für den Wissenstyp ist. Es ist offensichtlich, dass eine gute Führungskraft die notwendigen Kompetenzen besitzen muss. Das Wissen über Methoden der Mitarbeiterführung ist zwar ebenfalls wichtig, jedoch der Kompetenz untergeordnet. Damit können beide Dimensionen nicht als gleich wichtig für den Wissenstyp Führungswissen angesehen werden. Um jedoch das prozentuale Gewicht der einzelnen Dimensionen an dem Wissenstyp ermitteln zu können, müsste beispielsweise ein binärer Vergleich durchgeführt werden. Genauso zweckmäßig ist eine Gewichtung über die Relevanz einer Dimension für den Wissenstyp, die durch entsprechende Division relativiert werden kann. Dies lässt auch die Möglichkeit offen, dass zu einem späteren Zeitpunkt eine weitere Dimension identifiziert und einbezogen werden kann. [ROTH12B, S. 1327]

Jede Dimension wird durch mindestens einen Indikator abgebildet. Bei mehreren Indikatoren pro Dimension werden alle als gleichwichtig für die Dimension betrachtet, da für eine sinnvolle Gewichtung kein Kriterium gefunden werden konnte. Zur Bestimmung der Indikatorwerte wurde in Anlehnung an Friedrichs, Kromrey und Meyer die hier dargestellte Indikator-Checkliste (exemplarisch am Beispiel Indikator I4) erarbeitet. Der dort ermittelte Indikatorwert geht direkt in die zuvor gezeigte Wissenstyp-Checkliste ein. [ROTH12B, S. 1328]

Wird nun die Abbildungsgüte als die Qualität, mit der der Wissenstyp durch die gewählten Indikatoren abgebildet wird, beschrieben, muss die Qualität der Aussage jedes Indikators betrachtet und die Dimensionsrelevanz berücksichtigt werden.

Die allgemeine Formel für die Abbildungsgüte lautet:

$$\text{Abbildungsgüte} = \frac{\sum_n \left(D_n \cdot \frac{1}{i} \sum_i I_{D_n,i} \right)}{\sum_n D_n} \quad (2)$$

D_n = Dimensionsrelevanz der n-ten Dimension

$I_{D_n,i}$ = Indikatorwert des i-ten Indikators der n-ten Dimension

Für den Wissenstyp *Führungswissen* ergibt sich damit wie folgt die Abbildungsgüte (AbbG.):

$$\text{AbbG.}_{\text{Führungsw.}} = \frac{1,0 \cdot \left[\frac{1}{3} (0,81 + 0,81 + 0,81) \right] + 0,75 \cdot \left[\frac{1}{2} (0,88 + 0,75) \right]}{1,0 + 0,75} = 0,81 \quad (1)$$

[ROTH12B, S. 1328].

Indikator-Checkliste: Führungswissen – Indikator 4: Schulungen		
Messziel		
1.	Welche Dimension des Wissenstyps soll abgebildet werden?	D2: Wissen
2.	Definition des Begriffs	Das Führungswissen ist als gut anzusehen, wenn die Person motivieren und organisieren kann, eine positive Autorität darstellt und die Fähigkeiten seiner MA kennt.
Definition des Indikators		
3.	Durch welchen Sachverhalt wird operationalisiert?	Anzahl der besuchten Schulungen für Führungsqualitäten
4.	Damit ist es ein...	<input type="checkbox"/> definatorischer Indikator <input type="checkbox"/> intern korrelativer Indikator <input type="checkbox"/> extern korrelativer Indikator <input checked="" type="checkbox"/> schlussfolgender Indikator
5.	Der Indikator hat die Qualität einer...	<input type="checkbox"/> Nominalskala <input type="checkbox"/> Ordinalskala <input type="checkbox"/> Intervallskala <input checked="" type="checkbox"/> Ratioskala
Begründung und Grenzen der Korrespondenz		
6.	Wie lautet die Korrespondenzregel?	Viele besuchte Führungstrainings erhöhen die Führungskompetenzen.
7.	Wie plausibel erscheint dieser Zusammenhang? 0 = unplausibel 1 = plausibel	0,75
8.	Wie gut kann ein Fehler erkannt werden? 0 = gar nicht 1 = sehr gut	0,75
Reliabilität und Validität		
9.	Wie valide wird der Indikator eingeschätzt? 0 = gar nicht valide 1 = sehr valide	1
10.	Wie reliabel wird der Indikator eingeschätzt? 0 = gar nicht reliabel 1 = sehr reliabel	1
Berechnung des Indikatorwerts		
11.	Welcher Indikatorwert ergibt sich? Indikatorwert = (Summe 7. bis 10.) / 4	0,88

Abschließend sei erwähnt, dass die zum Einsatz kommenden Indikatoren prinzipiell austausch- und entfernbar sind. Der Wert der Abbildungsgüte hängt stark von der Wahl der Dimensionen und den zugehörigen Indikatoren ab. Ein Indikatorwert kann einen Wert zwischen 0 und 1,0 annehmen. Als Grenze wird (ähnlich der technischen Wertigkeit eines Produkts) 0,6 angenommen werden. Ein Indikatorwert kleiner 0,6 entspricht einer Genauigkeit von weniger als 60 % und wird damit als zu ungenau definiert. Bei der Wahl des Werts wurde sich zudem an Hair et al. [Hair09, S. 3 ff.] orientiert. Hier soll der Indikatorwert möglichst über 0,7 (mind. jedoch 0,5) betragen, Indikatoren kleiner 0,4 sind zu eliminieren. [ROTH12B, S. 1328]

A.7 Workshopunterlagen generisches Strukturmodell

HANDOUT



Institut für Konstruktionstechnik
und Technisches Design
Universität Stuttgart

Handout zum
Forschungsprojekt PDK^{bench}

Analyse und Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

→ Externalisierung des im Produkt enthaltenen Produktentwicklungswissen mittels generischem Strukturmodell

Sehr geehrte Teilnehmende,

im Rahmen meiner Forschungstätigkeit beschäftige ich mich mit der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung (PE). Verkürzt dargestellt soll ein Abgleich zwischen vorliegendem Wissen und benötigten Wissen erfolgen. Das benötigte Wissen (=Soll-Wissen der PE) gilt es entsprechend zu bestimmen. Hierzu ist ein Workshop entstanden, der für die Erhebung des in einem Produkt vorhandenen Wissens ein bereits entwickeltes „generisches“ (möglichst allgemeingültiges) Strukturmodell für Produktentwicklungswissen nutzt.

Zur Vorbereitung auf den Workshop erhalten alle Teilnehmenden ein Handout, das zur inhaltlichen Einstimmung und Hinführung auf das Thema dient.

Dieses Ihnen aktuell vorliegende Handout ist in zwei wesentliche Abschnitte unterteilt.

Im ersten Abschnitt erhalten Sie allgemeine Hintergrundinformationen zum übergeordneten Gesamtprojekt.

Mittels acht zentraler Aspekte werden relevante Bereiche eingeführt und erläutert. Bitte lesen Sie diesen Abschnitt aufmerksam durch, da die Kenntnisse im Rahmen des anstehenden Workshops vorausgesetzt werden. Natürlich darf das Handout auch während der Bearbeitung des Workshops unterstützend herangezogen werden. Ziel dieses Abschnitts ist die Schaffung einer einheitlichen Begriffs- und Verständniswelt der Teilnehmenden.

Im zweiten Abschnitt dieses Handouts wird das Vorgehen zur Verwendung des generischen Strukturmodells im Allgemeinen und im Speziellen vorgestellt. Dies beinhaltet insbesondere die Vorstellung und Erklärung der notwendigen Werkzeuge (Wissenskarten), die bereits „operationalisiert“ aus dem generischen Strukturmodell zur Verfügung gestellt werden. Aufgabe des Probanden ist es im Wesentlichen, diese Wissenskarten bei der Analyse eines zur Verfügung gestellten Produkts zu verwenden und auszufüllen. Hierunter fällt unter anderem die Einschätzung, ob die jeweilige Wissenskarte für das gegebene Produkt von Relevanz ist.

Sobald die Wissenskarten ausgefüllt sind, ist es möglich, mit diesen ein Wissensstrukturmodell (semantisches Netz durch entsprechendes „Legen“ der Wissenskarten) bestehend aus den relevanten Wissenskarten zu erstellen. Dieser Schritt wird im Nachgang durch einen Wissensingenieur ausgeführt.

Da das generische Strukturmodell für viele Teilnehmende nicht zu den „Alltags-Methoden“ gehört, werden in diesem Handout alle essenziellen Schritte beschrieben und am Beispiel einer Kaffeemaschine vorgestellt. Die Kaffeemaschine wird nicht Bestandteil des Workshops sein.

Der **zeitliche Rahmen und Ablauf** des Workshops ist wie folgt geplant:

- Kurze Begrüßung und Einführung sowie Austeilen der Workshopunterlagen (Bitte Handout mitbringen.)
- Beginn der Bearbeitung [Dauer ca. 2 Stunden]
- Ende

Der gesamte Workshop ist so gestaltet, dass mit Hilfe des Handouts und der ausgeteilten Aufgabenstellung eine weitestgehend selbstständige Aufgabenbearbeitung ermöglicht wird. Während der Bearbeitungszeit wird eine Ansprechperson für etwaige Rückfragen und Unklarheiten zur Verfügung stehen.

Viel Erfolg beim Workshop und herzlichen Dank für die Teilnahme!

David Roth

Einleitung

In der heutigen Informationsgesellschaft wird das zunächst abstrakte Gut „Wissen“ als Produktionsfaktor angesehen. Wird das „richtige“ Wissen, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort eingesetzt, kann dieses maßgeblich zum Erfolg eines Unternehmens beitragen. Da ein wissensintensiver Bereich eines Unternehmens die Produktentwicklung ist, soll im Rahmen des Projekts PDK^{bench} eine Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung erarbeitet werden. Gelingt es, das vorhandene Produktentwicklungswissen (PEW) zu identifizieren, sodass beantwortet werden kann, ob das richtige Wissen (auch im Sinne einer Vollständigkeit) vorhanden ist, kann dieses gegebenenfalls nachfolgend zielgerichtet entwickelt und „vervollständigt“ werden. Das somit zugrundeliegende Vorgehen stellt einen SOLL-IST-Vergleich dar, bei dem das vorhandene Wissen (IST) mit dem zur Produktentwicklung notwendigen Wissen (SOLL) verglichen wird. Zur Bestimmung des IST-Wissens wurde bereits eine Methode erarbeitet.

Übergeordnetes Ziel:

Ziel dieses Workshops ist die Anwendung einer Methode zur Bestimmung bzw. Erhebung einer spezifischen SOLL-Wissensstruktur für ein gegebenes Produkt. Die entstehende SOLL-Struktur lässt unter anderem Rückschlüsse zu, inwiefern die angewandte Methode geeignet ist, das notwendige Wissen eines (Referenz-) Produkts für einen späteren SOLL-IST-Vergleich zu erheben. Unter Referenzprodukt bzw. -projekt wird in diesem Kontext das vorliegende Produkt bzw. Projekt verstanden.

Das methodische Vorgehen im Workshop beinhaltet die Anwendung eines gegebenen „generischen Strukturmodells“ (GSM) und daraus bereits operationalisierter Wissenskarten. Die wesentlichen Grundlagen dieser Methode werden später im Aufgabenbereich explizit beschrieben.

Die nachfolgende Abbildung fasst noch einmal die zugrundeliegende Idee zusammen: Produktentwicklungswissen lässt sich durch verschiedenste Wissenstypen (WT_{1...n}) beschreiben. Bestimmte Wissenstypen können mittels eines generischen Strukturmodells (möglichst allgemeingültiges semantisches Netz) repräsentiert werden. Exemplarisch wird dies für Wissenstyp WT_n aufgezeigt. Bei der Anwendung der Methode wird dann ein vorliegendes (Referenz-)Produkt bzw. Projekt in Bezug auf diesen generischen Wissenstyp untersucht (Analyse). Insbesondere wird analysiert, welche Bestandteile der Struktur relevant (grüner Haken) bzw. nicht relevant (rotes Kreuz) sind bzw. welche Bestandteile ergänzt werden müssen (blau umrandete Felder). Das Ergebnis (Synthese) stellt eine neue „angepasste“, für das (Referenz-)Produkt bzw. Projekt spezifische Wissensstruktur („angepasstes Strukturmodell“) dar.

Erstellen einer angepassten SOLL-Wissensstruktur mittels eines generischen Strukturmodells

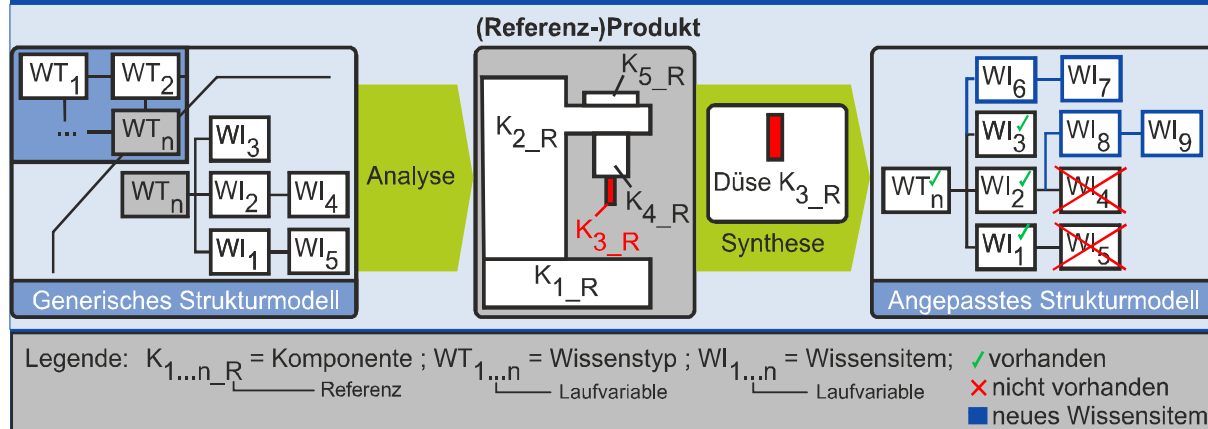


Abbildung 1: Vorgehen zur Ableitung der spezifischen Wissensbasis von Referenzprojekten

Aktueller Forschungsstand

Um das Projekt weiter zu konkretisieren und um die vorliegende Aufgabe zu lösen, sollen nachfolgend zentrale Aspekte (Forschungsfragen bzw. Herausforderungen) des Themengebiets geklärt werden.

Aspekt 1: Da insbesondere das Produktentwicklungswissen (PEW) erfasst werden soll, gilt zu klären, was unter einer Produktentwicklung verstanden wird.

Allgemein wird während der Produktentwicklung (PE) eine Aufgabe oder ein Problem gelöst, mit dem Ziel, ein serienreifes Produkt zu entwickeln. Der Produktentwicklungsprozess erfolgt dabei mit einem systematischen und methodischen Vorgehen, angefangen von der Idee bis zur Markteinführung des Produkts.

Die folgende Abbildung 2, mit Fokus auf den gestrichelten hervorgehobenen Kästen, zeigt den Ablauf der Produktentwicklungsmethodik nach Pahl/Beitz [PAHL07]. Dieser ist iterativ, sodass einzelne Arbeitsphasen nochmals aufgenommen und deren bisherige Ergebnisse korrigiert werden können.

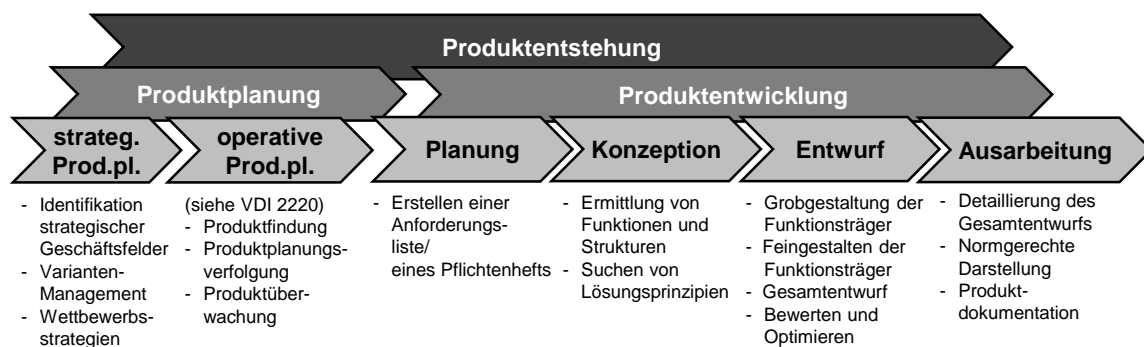


Abbildung 2: Produktentstehungsprozess nach Pahl/Beitz [PAHL07]

In jeder dieser Produktentwicklungsphasen - Planung, Konzeption, Entwurf und Ausarbeitung - wird Wissen unterschiedlicher Art benötigt. Hieraus leitet sich der zweite Aspekt ab.

Aspekt 2: Was wird unter Wissen in der Produktentwicklung verstanden?

Um den Wissensbegriff zu definieren, ist es sinnvoll ihn in den Zusammenhang mit den Begriffen Daten und Informationen einzuordnen.



Abbildung 3: Wissensgenerierung [vgl. BODENDORF06, S. 1]

Beispiel:

Beliebige Zeichen und Zeichenfolgen, die noch nicht interpretiert wurden („Rohmaterial“), werden als Daten bezeichnet [vgl. NORTH02, S. 38]. Werden diese Daten, die dann zur Vorbereitung von Handlungen oder Entscheidungen verwendet werden können, in einen Problemzusammenhang oder in einen Bedeutungskontext gebracht, so liegen Informationen vor [vgl. NORTH02, S. 38; vgl. LINDEMANN07, S. 329]. Das Vernetzen von Informationen in einem vorhandenen Kontext mit den individuellen Erfahrungen und Erwartungen einer Person wird als Wissen bezeichnet [vgl. LINDEMANN07, S. 335; vgl. NORTH02, S. 38 f.].

Aspekt 3: Wie lässt sich Wissen in angemessener Komplexität beschreiben? [nach ROTH10]

Um den Begriff „Wissen“ abzubilden, bedarf es eines Strukturmodells, welches die verschiedenen Dimensionen von Wissen mittels verschiedener Strukturparameter beschreibt. So wird Wissen im Strukturmodell nach [ROTH10, S. 1684] zunächst grundlegend in „Wissenstyp“, „Wissensart“, „Wissensform“, „Wissensort“ und „Wissensgüte“ untergliedert:

Wissensparameter	Erklärung
Wissensart:	Charakteristische Eigenschaften des Wissens (beschreiben die Wissenstypen)
Wissenstyp:	Untertypen des (Produktentwicklungs-)Wissens
Wissensform:	Vorliegensform des Wissens (z. B. als Skizze, Norm, Fachbuch, ...)
Wissensort:	Ort des Auftretens des Wissens (z. B. Person, Datenbank, Abteilung, ...)
Wissens„güte“	„Qualität des Wissens“

Aspekt 4: Welche charakteristischen Eigenschaften umfasst die Wissensart?

Wissen kann in unterschiedlicher Weise vorliegen. Alle Ausprägungen von Wissen werden im Begriff „Wissensart“ zusammengefasst. Mögliche Ausprägungen sind u. a.:

Wissensart	Erklärung	Beispiel
implizit	Wissen, das nicht verbalisierbar ist.	-
explizit	Wissen, das schriftlich dokumentiert werden kann.	mathematische Formeln
intern	Wissen, das nur innerhalb einer bestimmten Grenze (z. B. einem Unternehmen) vorliegt.	Interna eines Unternehmens
extern	Wissen, das nur außerhalb einer bestimmten Grenze vorliegt.	Interna eines anderen Unternehmens
statisch	Wissen, das über die Zeit konstant bleibt.	Geschichtsdaten
dynamisch	Wissen, das sich jederzeit verändern kann.	Projektdaten
strukturiert	Wissen, das geordnet, übersichtlich und systematisiert vorliegt.	Datenbank
unstrukturiert	Wissen, das in nicht geordneter, unübersichtlicher und nicht systematisierter Form vorliegt.	lose Blattsammlung
individuell	Wissen, das die persönlichen Fähigkeiten abbildet.	-
kollektiv	Wissen, das sich aus dem individuellen Wissen der einzelnen Personen einer Gruppe ergibt.	Wissen zur Erstellung eines Produkts
gegenwärtig	Wissen, das der Bewertung der erfahrbaren Realität dient.	Temperatur
zukünftig	Wissen, das für die Prognose der Zukunft herangezogen wird.	Wettervorhersage

Eine der wichtigsten Klassifikationen von Wissen ist die Einteilung in explizites und implizites Wissen. Auf diese Klassifikation wird in Aspekt 5 eingegangen.

Aspekt 5: Wie unterscheiden sich implizites und explizites Wissen im Speziellen?

Implizites Wissen:

Implizites Wissen ist nicht greifbar (dokumentierbar/kommunizierbar) oder durch formale Ausdrücke beschreibbar. Es ist in gewissen Maße verborgen. Implizites Wissen bezieht sich auf persönliche Erfahrungen und Überzeugungen und stellt damit häufig das individuelle – vielleicht sogar durch Erziehung erworbene – Wertesystem dar. Es ist also auch eine Frage der Perspektive. Damit ist diese Wissensart einer der wichtigsten Bestandteile menschlichen Verhaltens und menschlicher Entscheidungen [vgl. NONAKA97, S. 8 f.]. Dieses Wissen steckt „in den Köpfen“ und wird ohne darüber nachzudenken intuitiv richtig angewandt. Es ist sehr schwer, oder nahezu unmöglich, dieses Wissen in Worte zu fassen.

Explizites Wissen:

Im Gegensatz zum impliziten Wissen steht das explizite Wissen für Wissen, das sich formal als Text, mathematische Ausdrücke oder Formeln, technische Daten, Handbücher u. v. m. ausdrücken lässt [vgl. NONAKA97, S. 8]. Es kann ohne großen Aufwand dokumentiert und veröffentlicht werden. Die Besonderheit dieser Wissensart ist die problemlose Weitergabe an andere Personen.


Aspekt 6: Welche Wissenstypen werden in der Produktentwicklung unterschieden?
 [nach ROTH10, S. 1685 ff.]

In der Produktentwicklung lassen sich insgesamt 14 relevante Wissenstypen unterscheiden. Sie werden nachfolgend vorgestellt. Die Reihenfolge soll dabei als keine Gewichtung im Sinne von „wichtig“ und „weniger wichtig“ für die PE verstanden werden.

Wissenstyp	Erklärung
Episodisches Wissen	Kenntnisse, die sich durch Erinnerungen an eine oder mehrere bestimmte Situationen ergeben.
Erfahrungswissen	Wissen, das sich durch Wiederholung bestimmter Tätigkeiten bildet und festigt.
Expertenwissen	Tiefgehendes Verständnis von einem speziellen Teilbereich einer Wissensdomäne.
Fach- und Faktenwissen (*)	Zusammenfassung sämtlicher Wissensinhalte, die einem Fachbereich zugeordnet werden können.
Führungswissen	Kenntnisse über Normen und Regeln zur Koordination der Arbeitsteilung und der Mitarbeiterführung und allgemeines und relevantes Wissen für ein erfolgreiches Projektmanagement.
Geschäftsstrategiewissen	Kenntnisse, die über das normale Tagesgeschäft eines Unternehmens hinausgehen.
Handlungswissen	Wissen über die Fähigkeit wie etwas gemacht wird (Wissen über das „Wie“?).
Konditionales Wissen	Kenntnisse über die richtigen Handlungen in Abhängigkeit des Kontexts und des Zeitpunkts (Wann?).
Markt- und Kundenwissen (*)	Informationen, um strategische Entscheidungen bezüglich der Entwicklung, Gestaltung und Platzierung von Produkten zu treffen und zu rechtfertigen.
Methodenwissen (*)	Kenntnisse über anwendbare Vorgehensmuster / strukturierte Vorgehensweisen.
Normatives Wissen	Wissen über die Gründe für Handlungen (Wissen über das „Warum“?).
Operationales Wissen	Fähigkeit, Probleme zu erkennen und zielgerichtet Lösungen zu finden.
Produktwissen (*)	Umfassende Kenntnisse über ein vorliegendes Produkt (Vorgängerprodukt, Konkurrenzprodukt und mögliche Folgeprodukte), z. B. die konkrete Produktaufbauarchitektur.

(*) Wissen mit schwachem Kontextbezug (Erklärung siehe Aspekt 7.)

Aspekt 7: Was bedeutet Wissen mit schwachen Kontextbezug, bzw. Wissen mit starken Kontextbezug?

In Hinblick auf diesen Workshop, ist die Unterscheidung von Wissen in Wissen mit schwachen Kontextbezug und Wissen mit starken Kontextbezug sehr relevant.

Zu den kontextschwachen Wissenstypen (mit „(*)“ in Aspekt 6 gekennzeichnet) zählen das Fakten-, das Markt- und Kunden-, das Methoden- sowie das Produktwissen. Diese Wissenstypen lassen sich leicht explizieren. Beispielsweise hat eine physikalische Formel (Fachwissen) unabhängig vom Kontext universelle Gültigkeit und lässt sich in Form von mathematischen Symbolen darstellen. Im Gegensatz dazu ist zum Beispiel das Konditionale Wissen sehr stark vom Kontext abhängig.

Das Wissen der kontextschwachen Wissenstypen lässt sich u. a. in Form von Ontologien (baumartige Struktur mit Unterpunkten) darstellen. Das kontextstarke Wissen wiederum lässt sich nur indirekt operationalisieren.

Aspekt 8: In welcher Korrelation stehen die verschiedenen Wissenstypen zu den Produktentwicklungsphasen?

Wie bereits ausführlich geklärt wurde, lässt sich das Wissen in der Produktentwicklung in 14 Wissenstypen strukturieren. Jeder Wissenstyp geht in einer spezifischen Ausprägung, der Wissensart, in die Produktentwicklung ein. Dies wird in Abbildung 4 dargestellt, welche ein Strukturmodell des aktuellen Forschungsstands mit der Korrelation der Wissenstypen zu den einzelnen Produktentwicklungsphasen visualisiert.

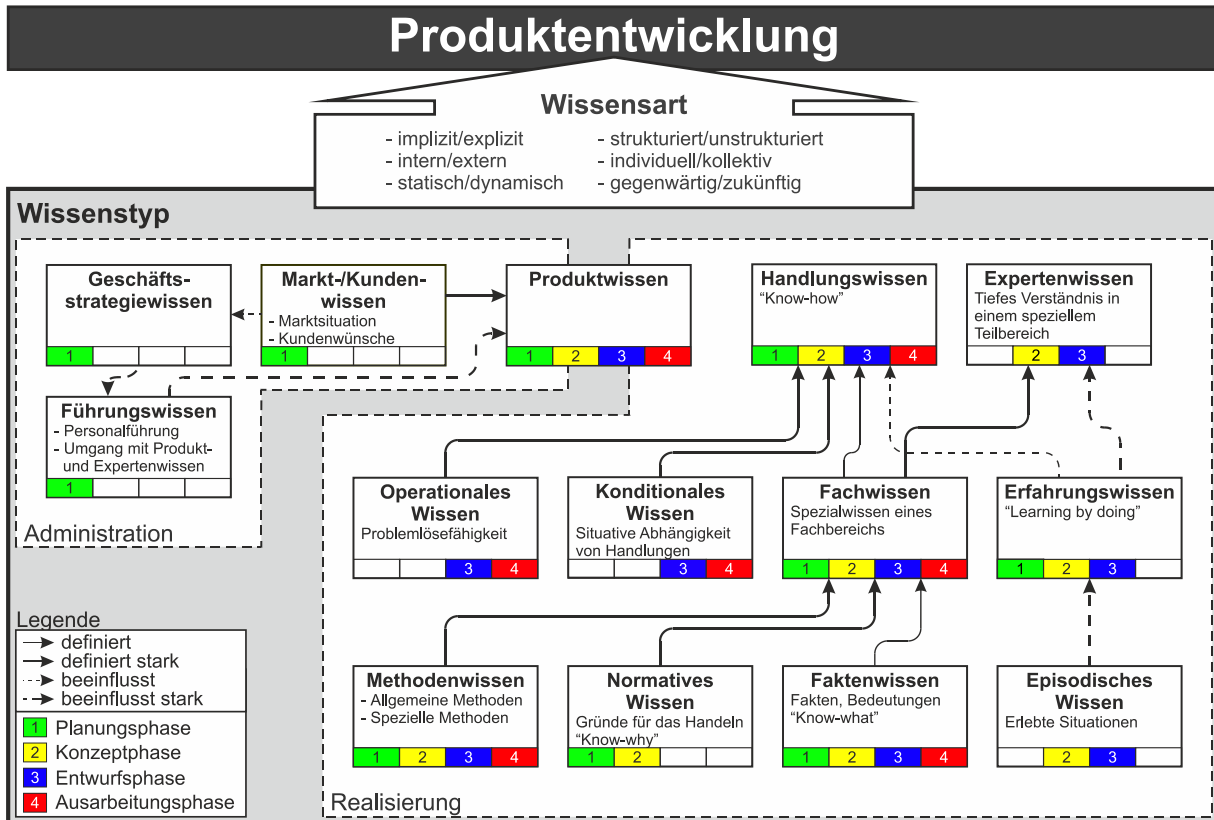


Abbildung 4: Allgemeines Strukturmodell nach Praxis-Evaluation [ROTH11]

Es wird Wissen auf der Administrativebene und auf der Realisierungsebene unterschieden. Die Wissenstypen auf der Administrativebene liefern ihren Wissensinhalt zur Befähigung einer administrativen Aufgabe innerhalb der Produktentwicklung. Markt- und Kundenwissen, Geschäftsstrategiewissen sowie Führungswissen dienen zur gezielten Steuerung der Entwicklungsabteilung, indem sie Ziele und Anforderungen vorgeben.

Die Wissenstypen auf Realisierungsebene liefern wiederum das Wissen, welches zur eigentlichen Produktentwicklung benötigt wird.

Eine Sonderrolle kommt dem Produktwissen zu. Es lässt sich beiden Kategorien zuordnen und verbindet somit beide Kategorien. Während die administrativen Wissenstypen zum Beispiel über die Anforderungsliste das Produktwissen maßgeblich definieren, greift die Realisierung stetig auf das Produktwissen als Hauptinformationsquelle zurück.

Des Weiteren wird veranschaulicht, dass sich die Wissenstypen gegenseitig beeinflussen, sowie unterschiedlich stark voneinander abhängen (veranschaulicht mittels Verbindungslinien). Beispielsweise fließen in das Handlungswissen andere Wissenstypen (z. B. Konditionales Wissen oder Fachwissen) ein. Andererseits können manche Wissenstypen auch als Teilmenge eines anderen Wissenstyps angesehen werden (z. B. Methodenwissen oder Normatives Wissen).

Grundlagen des „generischen Strukturmodells“

a) Relevanz: Welche Wissenstypen sind bedeutsam für den Workshop „generisches Strukturmodell“?

Wie im vorherigen Teil des aktuellen Forschungsstands erläutert wurde, lässt sich das zur Produktentwicklung notwendige Wissen mittels 14 verschiedener Wissenstypen beschreiben. Dabei können diese Wissenstypen jeweils unterschiedliche Wissensarten und somit unterschiedliche charakteristische Ausprägungen besitzen. Im Rahmen des Workshops liegt der Fokus auf den kontextschwachen Wissenstypen, da sich diese u. a. mittels Ontologien darstellen lassen.

Die blau hinterlegten Wissenstypen in Abbildung 5 stellen die zu betrachtenden kontextschwachen Wissenstypen dar. Zu ihnen zählen das Produktwissen, das Markt-/Kundenwissen, das Fachwissen, das Methodenwissen sowie das Faktenwissen.

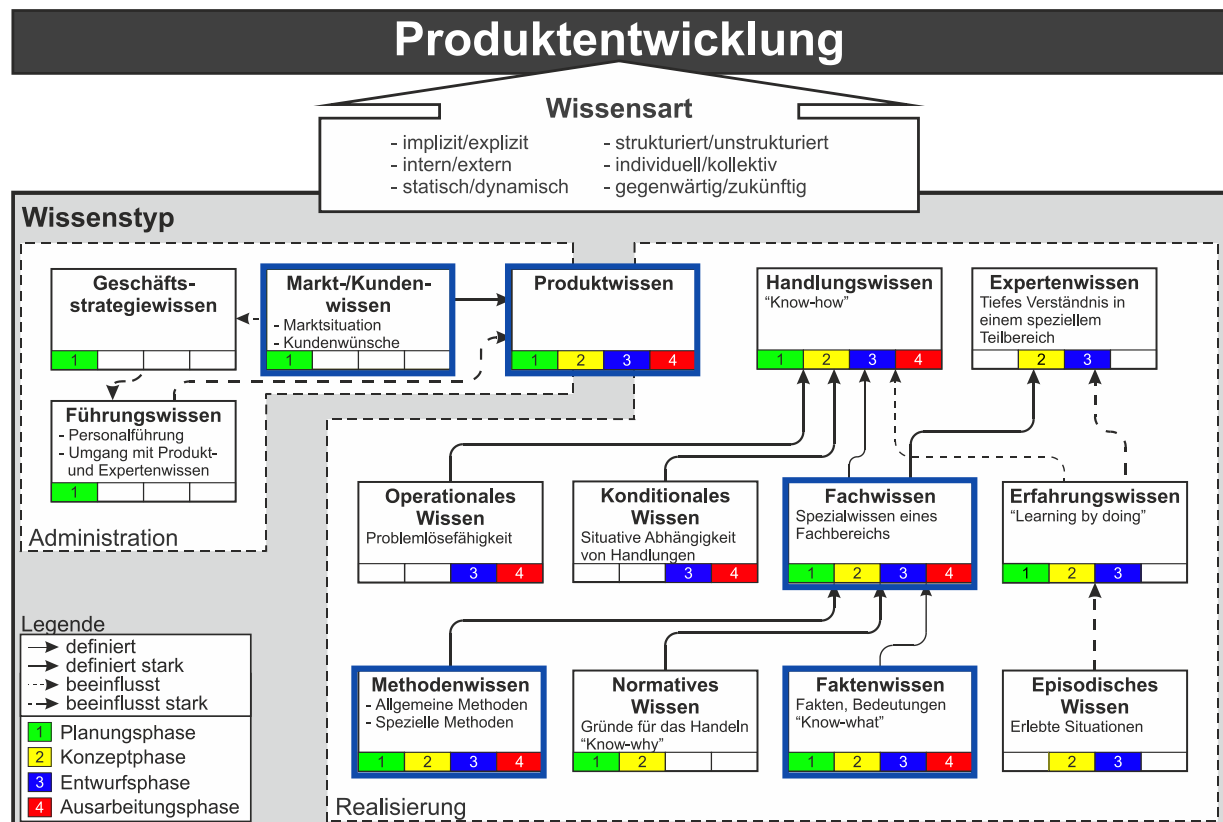


Abbildung 5: Allgemeines Strukturmodell nach Praxis-Evaluation [ROTH11] mit hervorgehobenen kontextschwachen Wissenstypen

a) Ebenen: Darstellung der Detailebenen

Die erste Ebene beinhaltet das bereits eingeführte allgemeine Strukturmodell. In der zweiten Ebene werden die kontextschwachen Wissenstypen detaillierter betrachtet. Diese Detaildarstellung kann mit den vormals erwähnten semantischen Netzen erfolgen und stellt das generische Strukturmodell dar.

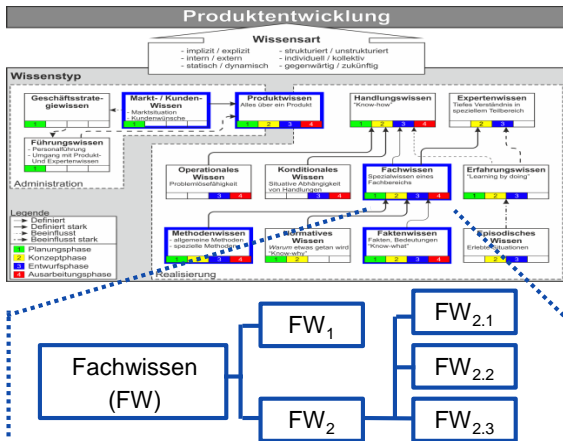


Abbildung 6: Detailebenen des Strukturmodell

Die Summe aller semantischen Inhalte jeder Ontologie ergibt den jeweils zugehörigen übergeordneten kontextschwachen Wissenstyp. In Abbildung 6 soll am Beispiel des Fachwissens aufgezeigt werden, wie sich kontextschwache Wissenstypen ausgehend von der ersten Ebene, detaillierter in einer zweiten Ebene in einem semantischen Netz / einer Ontologie repräsentieren lassen.

Im nachfolgenden Abschnitt wird erläutert, wie der strukturelle Aufbau solcher semantischen Netze / Ontologien aussieht und was deren konkrete Bestandteile sind.

1. Ebene: Allgemeines Strukturmodell

Darstellung:
Produktentwicklungswissen besteht aus der Summe aller einzelnen Wissenstypen. Abbildung 3 zeigt das zugrundeliegende allgemeine „Zusammenspiel“.

2. Ebene: Detaildarstellung der kontextschwachen Wissenstypen am Beispiel Fachwissen

Darstellung:
Semantisches Netz / Ontologie für jeden kontextschwachen Wissenstypen

b) Detaildarstellung auf Wissenstypenebene: Semantische Netzdarstellung / Ontologie

Ein semantisches Netz ist ein formales Modell von Begriffen/Wissens-Items und ihren Beziehungen untereinander. Die Zuordnung der Begriffe zu einem Objekt ermöglicht es, Schlüsse über das Objekt zu ziehen. Ein semantisches Netz ist stark an die natürliche Sprache angelehnt, wodurch sich Wissen leicht strukturieren und in visuell überschaubarer Weise darstellen lässt.

Zum besseren Verständnis dient hier nochmals das semantische Netz für Fachwissen (siehe Abbildung 7). Das Fachwissen selbst stellt dabei „das Objekt / den Wissenstyp“ dar, von welchem Begriffe/Wissens-Items abgeleitet werden, welche in einer bestimmten Beziehung zueinander stehen und somit den Wissenstyp genauer definieren.

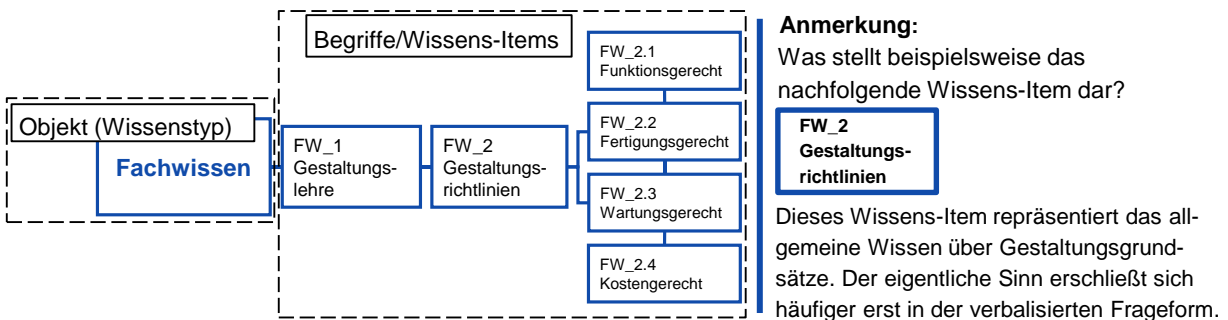


Abbildung 7: Darstellung eines Auszugs einer Ontologie (vereinfachtes semantisches Netz) für Fachwissens

Die entstandene baumartige Netzstruktur, veranschaulicht den Zusammenhang der Wechselbeziehungen der Wissens-Items untereinander und bezogen auf das Objekt (kontextschwacher Wissenstyp). Jedes Wissens-Item verkörpert dabei eine individuelle Ausprägung des übergeordneten Wissenstyps sowie eine weitere Detaillierung des vorangehenden Wissens-Items. In FW_2 ist beispielsweise Fachwissen zu Gestaltungsrichtlinien im Allgemeinen hinterlegt bzw. repräsentiert. Die verschiedenen „Richtlinien“ werden als untergeordnete Elemente (z. B. FW_2.1/2.2/2.3/2.4) erfasst.

Für jeden Wissenstyp wurde eine möglichst allgemeingültige, universelle Struktur anhand in der Wissenschaft üblichen Literatur wie z. B. [PAHL07], [LINDEMANN08], [VDI2221], [EHRENSPIEL07] etc., erarbeitet. Ein Anspruch auf Vollständigkeit wird nicht erhoben.



Erarbeiten der Bestandteile produktspezifisch generischer Wissensstrukturen kontextschwacher Wissenstypen

Mit dem Workshop „generisches Strukturmodell“ soll festgestellt werden, in welchem Umfang jeder kontextschwache Wissenstyp für ein gegebenes Produkt relevant ist und inwiefern sich dessen Wissensbestandteile mit der zur Verfügung gestellten Methode externalisieren lassen.

Im Anschluss an den Workshop kann ein Wissensingenieur beurteilen, ob das Aufstellen angepasster Wissensstrukturen möglich ist.

Im Rahmen des Workshops werden im Wesentlichen die relevanten Wissens-Items der kontextschwachen Wissenstypen erhoben. Dies wird im Folgenden nun näher vorgestellt und erläutert.

a) Allgemeines Vorgehen

Als Einstieg soll zunächst eine Grafik den Überblick über den Inhalt und das allgemeine Vorgehen im Rahmen des Workshops „Externalisierung des im Produkt enthaltenen Produktentwicklungswissen mittels generischem Strukturmodell“ vermitteln (siehe Abbildung 8):

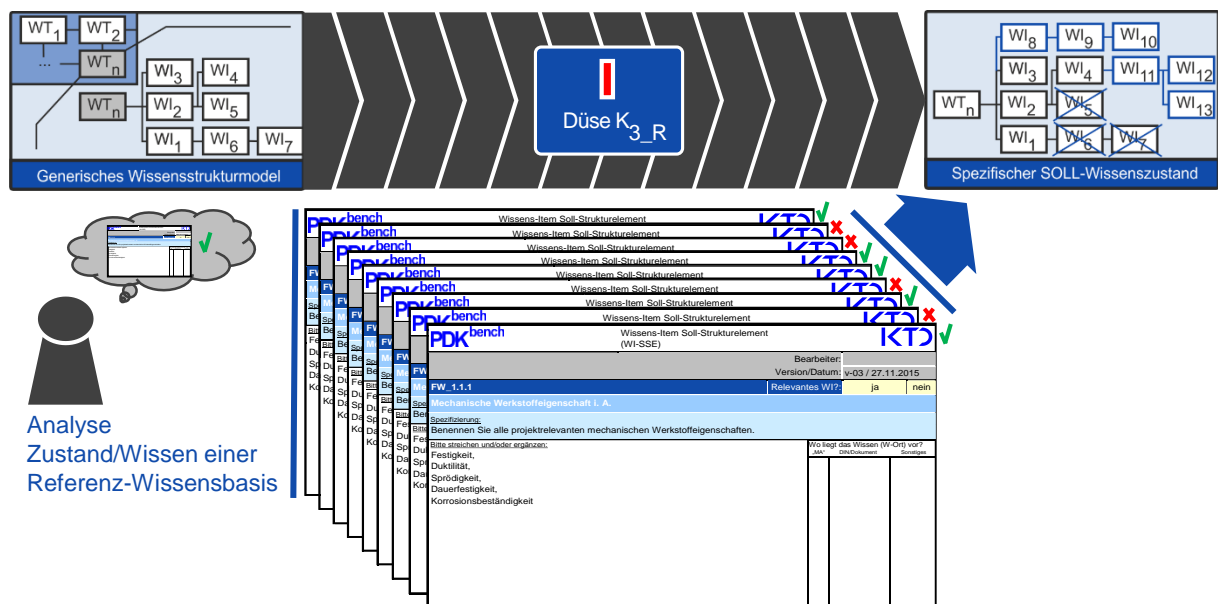


Abbildung 8: Überblick über das allgemeine Vorgehen des Workshops "generisches Strukturmodell"

Kontextschwache Wissenstypen des Produktentwicklungswissens (Produktwissen, Markt-/Kundenwissen, Fachwissen, Methodenwissen), ausgenommen allerdings das „Faktenwissen“, lassen sich aus der Literatur abgeleitet in (möglichst allgemeingültige) „generische Wissensstrukturmodelle“ überführen (linke Darstellung in der Abbildung). Das Faktenwissen wird hier explizit ausgenommen, da eine Verschriftlichung dieses Wissenstyps aufgrund seiner Vielzahl an Wissen-Items aus Sicht des Workshoperstellers nicht möglich ist.

Jedes Wissens-Item der jeweiligen generischen Wissensstrukturmodelle lässt sich mittels einer zugehörigen Wissenskarte abfragen und beinhaltet entsprechend zugehörige Fragen/Aufgabenstellungen. Diese Wissenskarten sind in der Mitte der Abbildung 8 dargestellt und repräsentieren in der Summe (unter Einhaltung zuvor definierter Reihenfolgen) das jeweilige Wissensstrukturmodell.

Im Rahmen dieses Workshops werden den Probanden daher verschiedene Stapel an Wissenskarten zur Verfügung gestellt, die es für ein gegebenes Referenzprodukt zu bearbeiten und zu beantworten gilt. Die Beantwortung erfolgt in zwei Detailebenen. Zum einen wird abgefragt, ob das jeweilige Wissens-Item für das Produkt relevant/gültig ist, zum anderen wird bei Relevanz die Karteikarte im Detail bearbeitet. Aus einem vollständig beantworteten Stapel an Wissenskarten wird im Nachgang durch einen Wissensingenieur ein neues semantisches Netz, passend für das untersuchte Referenzprodukt, abgeleitet und erstellt. Die Reihenfolge mit der Nummerierung der Wissenskarten definiert den Aufbau des semantischen Netzes.

Zusammengefasst wird mit jeder Wissenskarte ein Wissens-Item generiert, welches somit das Objekt, also den kontextschwachen Wissenstyp, auf welchen sich die jeweilige Wissenskarte bezieht, genau definiert. Mit dem vollständig beantworteten Stapel an Wissenskarten lässt sich daher eine semantischen Struktur generieren, die den Rückschluss zulässt, welche Bestandteile/Wissens-Items jedes Wissenstyps zur Beschreibung des im vorliegenden Produkt vorhandenen Wissens notwendig sind und damit das SOLL-Wissen für dieses Produkt darstellen.

**b) Detailbetrachtung und Definition:
Beschreibung des Inhalts der Wissenskarte**

Um zunächst eine Vorstellung über das Aussehen und den Aufbau einer Wissenskarte zu erhalten, ist in Abbildung 9 die erste Wissenskarte des kontextschwachen Wissenstyps „**Fachwissen**“ im Detail dargestellt.

1	PDK^{bench}	2	Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)	3	KTD	4	Bearbeiter: Version/Datum: v-03 / 09.09.2015
6	FW_1			5	Relevantes WI?: ja nein		
7	Werkstoffkunde						
8	Spezifizierung: ** Eisbrecherfrage **						
9	keine Arbeitsanweisung					10	Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? „MA“ | „DIN/Dokument“ | „Sonstiges“

Abbildung 9: Detaillierte Darstellung der ersten Wissenskarte des kontextschwachen Wissenstyps „Fachwissen“

Im Weiteren werden nun die einzelnen, mit Nummern (Nr.) gekennzeichneten, Bereiche der Wissenskarte erläutert:

Nr.	Inhalt	Bedeutung
1	➤ PDK^{bench}	➤ Name des Forschungsprojekts
2	➤ Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)	➤ Definition der Wissenskarte zur Beschreibung des Wissens-Items eines jeweiligen kontextschwachen Wissenstyps (zur Erstellung der generischen Struktur)
3	➤ IKTD	➤ Name des Instituts. <u>Hier:</u> Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD)
4	➤ Bearbeiter/ Version/Datum	➤ Information zum Bearbeiter der Wissenskarte ➤ Information zur Version/Datum der Wissenskarte
5	➤ Relevantes WI? ja/nein	➤ Ist diese Wissenskarte ein relevantes Wissens-Item (WI) des betreffenden Produkts? Bitte ankreuzen! → Handlungsanweisung für Nutzer
6	➤ FW_1	➤ Abkürzung und Nummerierung <u>Hier:</u> Fachwissen + 1 (es folgen 1_1, 1_2...etc.) <u>INFORMATION:</u> PW = Produktwissen || MW = Methodenwissen FW = Fachwissen || MKW = Markt- und Kundenwissen
7	➤ Werkstoffkunde	➤ Schlagwort: Von was handelt die Wissenskarte?
8	➤ Spezifizierung: **Eisbrecherfrage**	➤ Spezifizierung des Schlagworts <u>Hier:</u> **Eisbrecherfrage** Welche ersten Gedanken fallen einem zum obigen Schlagwort spontan ein? <u>INFORMATION:</u> An dieser Stelle könnte die Spezifizierung auch anders lauten.
9	➤ keine Arbeitsanweisung	➤ Arbeitsanweisung, die es zu bearbeiten gilt <u>Hier:</u> keine Anweisung gefordert <u>INFORMATION:</u> Mögliche Anweisungen an dieser Stelle können lauten: Ordnen ..., Nennen ..., Listen Sie ...
10	➤ Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? MA/DIN-Dokument/ Sonstiges	➤ Wissensort (W-Ort) Wo wird das Wissen gespeichert/abgelegt? <u>INFORMATION:</u> MA = Mitarbeiter || DIN-Dokument = Normen/Schriften etc. Sonstiges = bei keiner Zeichnung benennen



**c) Ausfüllhinweis:
Exemplarisches Beispiel anhand einer Kaffeemaschine**

Um eine bessere Vorstellung zu bekommen, wie eine Wissenskarte auszufüllen ist, folgt nun ein Beispiel anhand einer Komponente einer Kaffeemaschine, dem Schwenkfilter. Hierzu wird zur Veranschaulichung nicht die vorherige Wissenskarte herangezogen, sondern es folgt eine weitere Wissenskarte (siehe Abbildung 10), aus dem Stapel „**Fachwissen**“. Dieses Beispiel dient als Leitfaden, nach welchem jede Karte auszufüllen ist:

1	PDK^{bench}	2	Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)	3	KTD		
					Bearbeiter:	4	
					Version/Datum:	v-03 / 09.09.2015	
6	FW_1.1					Relevantes WI?:	5
7	Werkstoffeigenschaften i. A.						
8	Spezifizierung: Welche Werkstoffeigenschaften sind projektrelevant?						
9	Bitte streichen und/oder ergänzen: Mechanische Werkstoffeigenschaften, Optische Werkstoffeigenschaften, Elektrische Werkstoffeigenschaften,				Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? „MA“ | „DIN/Dokument“ | „Sonstiges“	10	

Abbildung 10: Detaillierte Darstellung der zweiten Wissenskarte des kontextschwachen Wissenstyps *Fachwissen*

Nr.	Inhalt	Bedeutung
1	➤ PDK ^{bench}	➤ Name des Forschungsprojekts
2	➤ Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)	➤ Definition der Wissenskarte zur Beschreibung des Wissens-Items (WI) eines jeweiligen kontextschwachen Wissenstyps (zur Erstellung der generischen Struktur)
3	➤ IKTD	➤ Name des Instituts
4	➤ Bearbeiter/Version/Datum	➤ Information zum Bearbeiter der Wissenskarte ➤ Information zu Version/Datum der Wissenskarte
5	➤ Relevantes WI? ja/nein	➤ ja
6	➤ FW_1.1	---
7	➤ Werkstoffeigenschaften i. A.	---
8	➤ Welche Werkstoffeigenschaften sind projektrelevant?	---
9	➤ Bitte streichen und/oder ergänzen: - Mechanische Werkstoffeigenschaften - Optische Werkstoffeigenschaften - Elektrische Werkstoffeigenschaften	- Mechanische Werkstoffeigenschaften - Optische Werkstoffeigenschaften - Elektrische Werkstoffeigenschaften
10	➤ Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? MA/DIN-Dokument/Sonstiges	➤ MA (Mitarbeiter)

Zum besseren Verständnis folgen nun im Weiteren beispielhafte Darstellungen ausgefüllter Wissenskarten von dieser und fünf nachfolgenden (d. h. detaillierteren) Ebenen.



d) Beispielhafte Darstellung:

PDK ^{bench}		Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)		KTD	
		Bearbeiter:			
		Version/Datum:		v-03 / 09.09.2015	
FW_1.1		Relevantes WI?:	<input checked="" type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	
Werkstoffeigenschaften i. A.					
Spezifizierung: Welche Werkstoffeigenschaften sind projektrelevant?					
Bitte streichen und/oder ergänzen:			Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? „MA“ | „DIN/Dokument“ | „Sonstiges“		
<u>Mechanische Werkstoffeigenschaften,</u> Optische Werkstoffeigenschaften, Elektrische Werkstoffeigenschaften,					

Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung der ausgefüllten Wissenskarte des Wissenstyps *Fachwissen* FW_1.1

PDK ^{bench}		Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)		KTD	
		Bearbeiter:			
		Version/Datum:		v-03 / 09.09.2015	
FW_1.1.1		Relevantes WI?:	<input checked="" type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	
Mechanische Werkstoffeigenschaft i. A.					
Spezifizierung: Benennen Sie alle projektrelevanten mechanischen Werkstoffeigenschaften.					
Bitte streichen und/oder ergänzen:			Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? „MA“ | „DIN/Dokument“ | „Sonstiges“		
<u>Festigkeit,</u> Duktilität, <u>Sprödigkeit,</u> Dauerfestigkeit, Korrosionsbeständigkeit			X	X	
			X	X	
			X	X	
			X	X	

Abbildung 12: Beispielhafte Darstellung der ausgefüllten Wissenskarte des Wissenstyps *Fachwissen* FW_1.1.1

PDK ^{bench}		Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)		KTD	
		Bearbeiter:			
		Version/Datum:		v-03 / 09.09.2015	
FW_1.1.1.1		Relevantes WI?:	<input checked="" type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	
Festigkeit					
Spezifizierung: Benennen Sie die Festigkeit aller projektspezifischen Werkstoffe.					
Festigkeit in Bezug zu jeweiligen Werkstoff auflisten:			Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? „MA“ | „DIN/Dokument“ | „Sonstiges“		
Kunststoff : Zugfestigkeit ca $40/50 \frac{N}{mm^2}$ ↳ ausreichende Kraftaufnahme gegenüber externen Kräften ↳ Verschleißbeständigkeit ↳ Erhalt der Funktion (Schwerkfunktion)				Bsp: Roloff/Mack -Maschinen- element- Tabellen	

Abbildung 13: Beispielhafte Darstellung der ausgefüllten Wissenskarte des Wissenstyps *Fachwissen* FW_1.1.1.1



d) **Beispielhafte Darstellung:**

PDK ^{bench}		Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)		KTD	
		Bearbeiter:			
		Version/Datum:		v-03 / 09.09.2015	
FW_1.1.1.2		Relevantes WI?:		ja	nein
Duktilität					
Spezifizierung:					
Benennen Sie die Duktilität aller projektspezifischen Werkstoffe.					
Duktilität in Bezug zu jeweiligem Werkstoff auflisten:				Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? „MA“ | „DIN/Dokument“ | „Sonstiges“	

Abbildung 14: Beispielhafte Darstellung der ausgefüllten Wissenskarte des Wissenstyps *Fachwissen* FW_1.1.1.2

PDK ^{bench}		Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)		KTD	
		Bearbeiter:			
		Version/Datum:		v-03 / 09.09.2015	
FW_1.1.1.3		Relevantes WI?:		ja	nein
Sprödigkeit					
Spezifizierung:					
Benennen Sie die Sprödigkeit aller projektspezifischen Werkstoffe.					
Sprödigkeit in Bezug zu jeweiligem Werkstoff auflisten:				Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? „MA“ | „DIN/Dokument“ | „Sonstiges“	
<p>„die Sprödigkeit sagt aus, in welchem Maß sich ein Werkstoff plastisch verformen lässt, bevor er bricht.“</p> <p>→ Diese Werkstoffeigenschaft kann im Zugversuch festgestellt werden</p> <p>Faktoren: - Umweltfaktoren (Temperatur, Druck, UV) - Defekte im Eiterbau - Einlagerung von Wasserstoff</p> <p>→ Streckgrenze als Maß für die Sprödigkeit (siehe Spannungs-Dehnungs-Diagramm)</p> <p>→ abhängig von Länge, Durchmesser und Belastung des Werkstoffs</p>				<p>X</p>	

Abbildung 15: Beispielhafte Darstellung der ausgefüllten Wissenskarte des Wissenstyps *Fachwissen* FW_1.1.1.3

AUFGABE



Institut für Konstruktionstechnik
und Technisches Design
Universität Stuttgart

Aufgabe zum
Forschungsprojekt PDK^{bench}

Analyse und Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

→ Externalisierung des im Produkt enthaltenen Produktentwicklungswissens mittels generischem Strukturmodell

Sehr geehrte Teilnehmende,

ich möchte Sie recht herzlich zu diesem Workshop begrüßen.

Im Rahmen meiner Forschungstätigkeit beschäftige ich mich mit der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung (PE). Verkürzt dargestellt soll ein Abgleich zwischen vorliegendem Wissen und benötigtem Wissen erfolgen. Das benötigte Wissen (=Soll-Wissen der PE) gilt es entsprechend zu bestimmen. Hierzu ist ein Workshop entstanden, der für die Erhebung des in einem Produkt vorhandenen Wissens ein bereits entwickeltes „generisches“ (möglichst allgemeingültiges) Strukturmodell für Produktentwicklungswissen nutzt.

Allgemeine Informationen über das Projekt sowie notwendiges Hintergrundwissen zu der diesem Workshop zugrundeliegenden Methode des „generischen Strukturmodell“ konnten Sie sich bereits im zur Verfügung gestellten Handout aneignen. Das Handout können Sie selbstverständlich während der Durchführung des Workshops verwenden.

Der **zeitliche Rahmen** des Workshops ist wie folgt geplant:

- Kurze Begrüßung und Austeilen der Workshopunterlagen
- Beginn der Bearbeitung [Dauer ca. 2 Stunden]
- Ende

Alle Angaben sind Richtwerte, die sich je nach Bearbeitungsfortschritt verändern können. Kleinere Pausen werden entsprechend variabel durchgeführt und sind nicht in der zeitlichen Agenda vermerkt.

Der **inhaltliche Aufbau** gliedert sich wie folgt:

- Aufgabenstellung
- Produkt verstehen
- Wissenskarten ausfüllen
- Wissensstruktur visualisieren (optional)

Der gesamte Workshop ist so gestaltet, dass mit Hilfe des Handouts und der ausgeteilten Aufgabenstellung eine weitestgehend selbstständige Aufgabenbearbeitung ermöglicht wird. Während der Bearbeitungszeit wird eine Ansprechperson für etwaige Rückfragen und Unklarheiten zur Verfügung stehen

Viel Erfolg beim Workshop und herzlichen Dank für die Teilnahme!

Daniel Roth

Aufgabenstellung

Ziel dieses Workshops ist es, das **SOLL-Produktentwicklungswissen (PEW) eines Milchaufschäumers**, unter Zuhilfenahme eines bereits entwickelten **generischen Strukturmodells** und hieraus zur Verfügung gestellter operationalisierter „**Wissenskarten**“, zu externalisieren. Die im Handout enthaltenen Informationen dienen ergänzend als Leitlinie zur Bearbeitung der vorliegenden Aufgabe.

Zum besseren Verständnis sind das Produkt der Milchaufschäumer und seine Komponenten im Folgenden in seinen verschiedenen Konstruktionsstufen dargestellt.

HINWEIS:

- Bei der Bearbeitung des Workshops wird stets das gesamte Produkt betrachtet (nicht die einzelnen Komponenten).
- Des Weiteren sollen der Milchaufschäumer und seine Komponenten nicht zerlegt werden.

Das Produkt: Der Milchaufschäumer

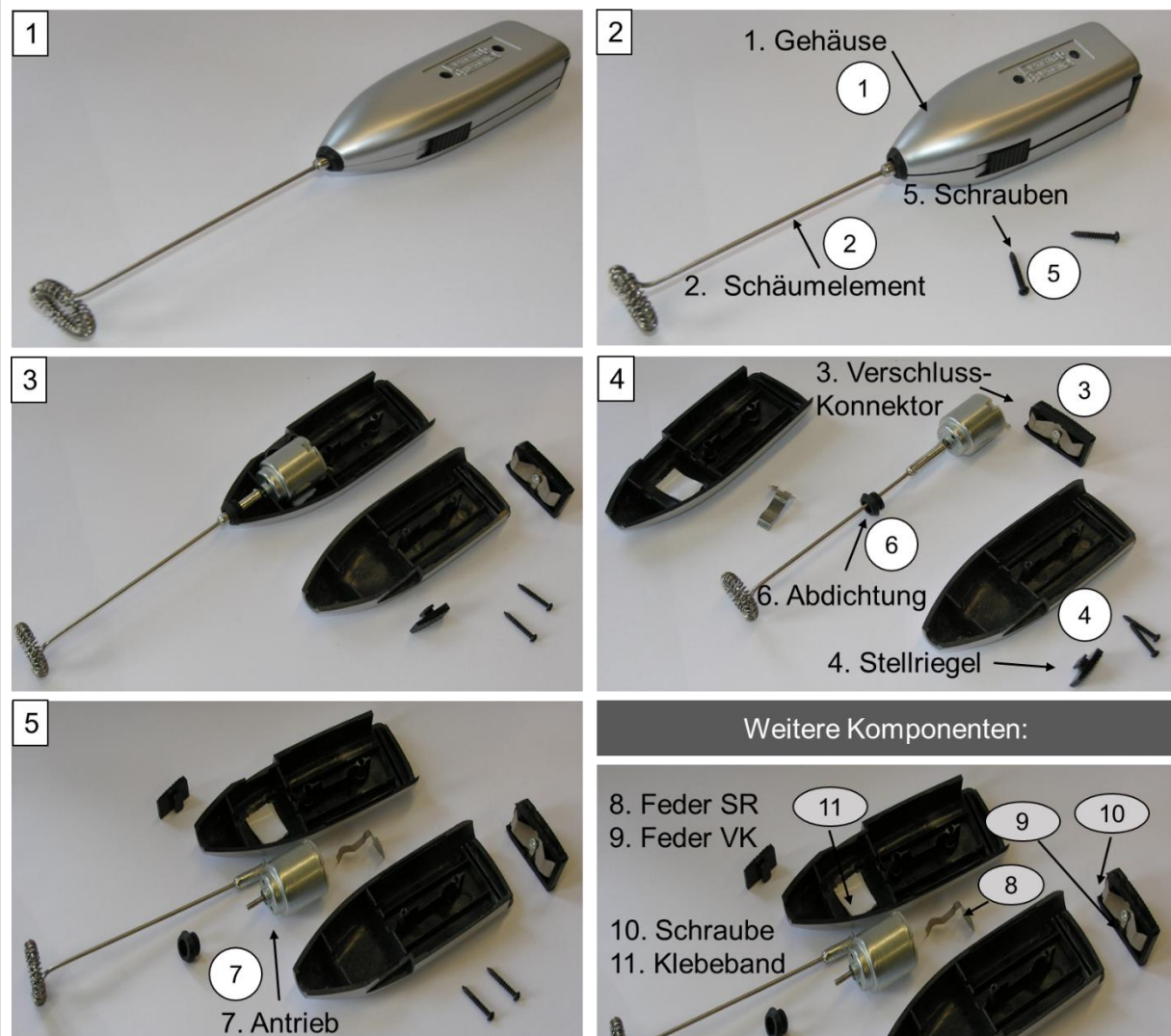


Abbildung 1: Das Produkt „Milchaufschäumer“



Allgemeine Aufgabenstellung, Ausfüllhinweise sowie Gesamtvorgehen:

Wie im Handout bereits ausführlich erläutert wurde, wird in diesem Workshop das Wissen eines Produkts mittels „Wissenskarten“ externalisiert. In der detaillierten Darstellung wurden die einzelnen Bereiche der Wissenskarte beschrieben und die Anweisungen darauf erklärt (zuzüglich exemplarischer Beispiele ausgefüllter Wissenskarten). Dies nochmals zur Wiederholung:

1	PDK^{bench}	2	Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)	3	IKTD	4	Bearbeiter: Version/Datum: v-03 / 09.09.2015
6	FW_1			5	Relevantes WI? ja nein		
7	Werkstoffkunde						
8	Spezifizierung: ** Eisbrecherfrage **						
9	keine Arbeitsanweisung					10	Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? „MA“ | „DIN/Dokument“ | „Sonstiges“

Abbildung 2: Detaillierte Darstellung der ersten Wissenskarte des kontextschwachen Wissenstyps *Fachwissen*

Nr.	Inhalt	Bedeutung
1	➤ PDK^{bench}	➤ Name des Forschungsprojekt
2	➤ Wissens-Item Soll-Strukturelement (WI-SSE)	➤ Definition der Wissenskarte zur Beschreibung des Wissens-Items eines jeweiligen kontextschwachen Wissenstyps (zur Erstellung der generischen Struktur)
3	➤ IKTD	➤ Name des Instituts, hier: Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD)
4	➤ Bearbeiter/ Version/Datum	➤ Information zum Bearbeiter der Wissenskarte ➤ Information zur Version/Datum der Wissenskarte
5	➤ Relevantes WI? ja/nein	➤ Ist diese Wissenskarte ein relevantes Wissens-Item (WI) des betreffenden Produkts? Bitte ankreuzen! → Handlungsanweisung für Nutzer
6	➤ FW_1	➤ Abkürzung und Nummerierung Hier: Fachwissen + 1 (es folgen 1_1, 1_2...etc.) <u>INFORMATION:</u> PW = Produktwissen || MW = Methodenwissen FW = Fachwissen || MKW = Markt- und Kundenwissen
7	➤ Werkstoffkunde	➤ Schlagwort: Von was handelt die Wissenskarte?
8	➤ Spezifizierung: **Eisbrecherfrage**	➤ Spezifizierung des Schlagworts Hier: **Eisbrecherfrage** Was sind die ersten spontanen Gedanken zum obigen Schlagwort? <u>INFORMATION:</u> An dieser Stelle könnte die Spezifizierung auch anders lauten.
9	➤ keine Arbeitsanweisung	➤ Arbeitsanweisung, die es zu bearbeiten gilt Hier: keine Anweisung gefordert <u>INFORMATION:</u> Mögliche Anweisungen an dieser Stelle können lauten: Ordnen ..., Nennen ..., Listen Sie ...
10	➤ Wo liegt das Wissen (W-Ort) vor? MA/DIN-Dokument/ Sonstiges	➤ Wissensort (W-Ort) Wo wird das Wissen gespeichert/abgelegt? <u>INFORMATION:</u> MA = Mitarbeiter || DIN/Dokument = Normen/Schriften etc. Sonstiges = bei keiner Zeichnung benennen



Allgemeine Aufgabenstellung, Ausfüllhinweise sowie Gesamtverfahren:

Der nachfolgend beschriebene Ausfüllvorgang soll nun bei jeder Wissenskarte jedes vorliegenden Stapels, bezogen auf die einzelnen kontextschwachen Wissenstypen („Produktentwicklungswissen“, „Markt-/Kundenwissen“, „Methodenwissen“ und „Fachwissen“) angewendet werden.
Aus zeitlichen Gründen kann es vorkommen, dass je Proband nur ein Stapel zur Verfügung steht.

ALLGEMEINE VORGEHENSWEISE UND GESAMTVORGABEN

1. Die Probanden erhalten pro kontextschwachen Wissenstyp einen Stapel Wissenskarten.
2. Jede Karte enthält Fragen bzw. Anweisungen, die das im Produkt enthaltene Produktentwicklungswissen in geordneter Reihenfolge abfragen.
3. Die Probanden werden gebeten, den geforderten Inhalt jeder einzelnen Wissenskarte nacheinander zu analysieren und zu dokumentieren.
4. Welche Karte relevant ist, um das im Produkt enthaltene Wissen zu externalisieren, entscheidet der Proband.

Anmerkung:

- Die generische Struktur, welche hieraus tatsächlich gelegt werden kann, ist von den Probanden nicht zwingend zu veranschaulichen.
- Die Wissenskarten können auch einfach nur nacheinander beantwortet werden, ohne daraus die generische Struktur zu legen.
- Die resultierende Wissensstruktur dient letztlich zur Auswertung des Workshops (Ist diese Methode geeignet, um daraus das Produktentwicklungswissen zu extrahieren?) – und wird in der Regel im Nachgang durch einen Wissensingenieur erstellt.
- Zur besseren Übersicht oder zum besseren Verständnis darf allerdings durchaus die Veranschaulichung der generischen Struktur mittels geordneter Darlegung unternommen werden.

A.8 Workshopunterlagen Brainstorming-Analyse

HANDOUT



Institut für Konstruktionstechnik
und Technisches Design
Universität Stuttgart

Handout zum
Forschungsprojekt PDK^{bench}

Analyse und Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

→ Externalisierung des im Produkt enthaltenen Produktentwicklungswissen mittels
Brainstorming-Analyse (BA) einer Produktdarstellung

Sehr geehrte Teilnehmende,

im Rahmen meiner Forschungstätigkeit beschäftige ich mich mit der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung. Verkürzt dargestellt, soll ein Abgleich zwischen vorliegendem Wissen und benötigtem Wissen erfolgen. Das benötigte Wissen (=Soll-Wissen der PE) gilt es entsprechend zu bestimmen. Hierzu ist ein Workshop entstanden, der sich unter Zuhilfenahme einer (idealerweise physischen) Produktdarstellung zur Erhebung des in diesem Produkt vorhandenen Wissens eignen soll.

Zur Vorbereitung auf den Workshop erhalten alle Teilnehmenden ein Handout, das zur inhaltlichen Einstimmung und Hinführung auf das Thema dient.

Dieses Ihnen aktuell vorliegende Handout ist in zwei wesentliche Abschnitte unterteilt.

Im ersten Abschnitt erhalten Sie übergeordnete Informationen zum übergeordneten Projekt sowie konkret zum übergeordneten Ziel des Workshops. Darüber hinaus werden Ihnen die Grundlagen zum Brainstorming und die zugehörigen Phasen der Bearbeitung erläutert. Bitte lesen Sie diesen Abschnitt aufmerksam durch, da die Kenntnisse im Rahmen des anstehenden Workshops vorausgesetzt werden. Natürlich darf das Handout auch während der Bearbeitung des Workshops unterstützend herangezogen werden. Ziel dieses Abschnitts ist damit die Schaffung einer einheitlichen Begriffs- und Verständniswelt der Teilnehmenden.

Im zweiten Abschnitt dieses Handouts wird das Vorgehen zur Verwendung der Brainstorming-Analyse im Allgemeinen und im Speziellen vorgestellt. Hierzu werden nach einer allgemeinen Klärung der Zusammenhänge, Inhalte und Funktionen der Brainstorming-Analyse, die allgemeine Vorgehensweise zur Erhebung des SOLL-Wissens bzw. zur Erstellung einer SOLL-Wissensstruktur mit der Brainstorming-Analyse für Wissen in der Produktentwicklung konkret an einer Produktdarstellung (Nockenwelle) vorgestellt. Das Produkt *Nockenwelle* wird nicht Bestandteil des Workshops sein.

Der **zeitliche Rahmen** des Workshops ist wie folgt geplant:

- Kurze Begrüßung und Austeilen der Workshopunterlagen (Bitte Handout mitbringen.)
- Beginn der Bearbeitung [Dauer ca. 1 Stunde]
- Ende

Der gesamte Workshop ist so gestaltet, dass mit Hilfe des Handouts und der ausgeteilten Aufgabenstellung eine möglichst selbstständige Aufgabebearbeitung ermöglicht wird. Während der gesamten Bearbeitungszeit wird jedoch immer eine Ansprechperson für etwaige Rückfragen und Unklarheiten zur Verfügung stehen.

Viel Erfolg beim Workshop und herzlichen Dank für die Teilnahme!

Einleitung

In der heutigen Informationsgesellschaft wird das zunächst abstrakte Gut „Wissen“ zunehmend als Produktionsfaktor angesehen. Wird das „richtige“ Wissen, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort eingesetzt, kann dieses maßgeblich zum Erfolg eines Unternehmens beitragen. Da ein wissensintensiver Bereich eines Unternehmens die Produktentwicklung ist, soll im Rahmen des Projekts PDK^{bench} eine Methode zur Bewertung von Wissen im Produktentwicklungsprozess erarbeitet werden. Gelingt es, das Produktentwicklungswissen (PEW) zu identifizieren, so dass beantwortet werden kann, ob das richtige Wissen vorhanden ist, kann dieses gegebenenfalls nachfolgend zielgerichtet entwickelt werden. Das zugrundeliegende Vorgehen stellt einen SOLL-IST-Vergleich dar, bei dem das vorhandene Wissen (IST) mit dem zur Produktentwicklung notwendigen Wissen (SOLL) verglichen wird.

Übergeordnetes Ziel:

Ziel dieses Workshops ist die Anwendung einer Methode zur Bestimmung bzw. Erhebung einer spezifischen SOLL-Wissens-Struktur für ein gegebenes Produkt. Die entstehende SOLL-Struktur lässt unter anderem Rückschlüsse zu, inwiefern die angewandte Methode geeignet ist, das notwendige Referenzproduktentwicklungswissen eines Produkts zu erheben, ein SOLL-IST-Vergleich möglich ist, bzw. welche Anwendungsgrenzen existieren. Unter Referenzprodukt bzw. -projekt wird in diesem Kontext das vorliegende Produkt bzw. Projekt verstanden.

Die anzuwendende Methode im Workshop ist die sogenannte „Brainstorming-Analyse“ (BA). Die zentrale Forschungsfrage zur Bestimmung der SOLL-Wissensstruktur eines Produkts mittels der Brainstorming-Analyse lautet dabei:

Können Produkte als „externalisierte“ Träger von Produktentwicklungswissen angesehen werden?

In Abbildung 1 ist das Vorgehen dieser Methode grafisch dargestellt. Ziel ist es, mittels Brainstorming-Analyse einer Expertenrunde das Soll-Wissen eines Produkts zu externalisieren. Die wesentlichen Grundlagen dieses Vorgehens werden nun im Weiteren erläutert.

Erschließen einer SOLL-Wissensbasis mittels Produktanalyse

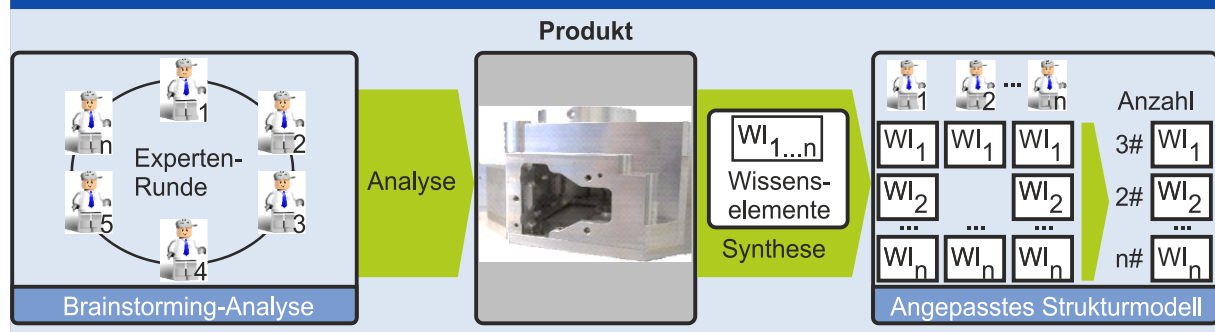


Abbildung 1: Vorgehen zum Erschließen einer SOLL-Wissensbasis anhand einer durchgeführten Analyse eines Produkts im Expertenteam

Grundlagen zum Brainstorming

Quellen dieses Handouts:
<http://www.zmija.de/brainstorming/>
<http://methodenpool.uni-koeln.de/download/brainstorming.pdf>

Brainstorming: Was wird darunter verstanden?

Brainstorming - „Using the brain to storm a problem“ (wörtlich: Das Gehirn zum Sturm auf ein Problem verwenden) ist eine Methode zur Ideenfindung durch eine Gruppe von Menschen, oftmals eingesetzt in der Produktentwicklung zur Konstruktion neuer technischer Geräte.

Bei dem Verfahren werden im Allgemeinen spontane Einfälle zu einem Problem / zu einer Fragestellung gesammelt, sodass letztlich die „beste“ Lösung dafür gefunden wird. In der Gruppe (ca. 5-9 Teilnehmer) können sich die Teilnehmer durch ihre Beiträge gegenseitig zu neuen Ideenkombinationen anregen, wodurch insgesamt mehr Ergebnisse produziert werden, im Vergleich zur Einzelarbeit. Abschließend müssen die gefundenen Ideen noch weiter sortiert, priorisiert und bewertet werden.

Für ein strukturiertes Vorgehen und eine erfolgreiche Brainstorming-Analyse ist es noch zwingend erforderlich, dass gewisse Regeln für alle Teilnehmer aufgestellt und eingehalten werden. Hierzu b), c) und d), in welchem die Phasen der Brainstorming-Analyse einzeln erläutert werden.

Phase 1: VORBEREITUNG

Zu Beginn hat der Initiator des Brainstormings dafür zu sorgen, dass alle benötigten Materialien vorhanden sind (Stift für den Protokollanten, Flipchart o. ä.). Dann wird eine Gruppe von ca. 5-7 Teilnehmern zusammengestellt, welche je nach Problemstellung oder Aufgabe aus Experten/Mitarbeitern, Laien oder Experten anderer Fachgebiete besteht.

Aus dieser Gruppe wird ein Leiter der Brainstorming-Sitzung bestimmt. Dies kann auch der Initiator selbst sein. Der Leiter hat zum einen dafür zu sorgen, dass die Gruppe sich nicht schon von Beginn in Detailfragen verliert, sondern zunächst aus einer breit angelegten Sichtweise auf das Problem eingeht. Des Weiteren hat er die Gruppe zur Erarbeitung und Darstellung ihrer Vorschläge zu motivieren, zu stimulieren und zu ermutigen. Er sollte unsichere oder zögernde Teilnehmer unterstützen und darauf achten, dass jeder in der Gruppe zu Wort kommt. Ein von der Gruppe zuvor ernannter Protokollant dokumentiert alle gefundenen Ergebnisse.

Phase 2: KREATIVE PHASE / IDEENFINDUNG

Nun nennen die Teilnehmer (in der Regel alle, außer der Protokollant und der Leiter) spontan und möglichst viele Ideen zur Lösungsfindung (**Zeitraumen ca. 5-30 Minuten**). Dabei sollen sich die Teilnehmer gegenseitig inspirieren und ohne jede Einschränkung Ideen produzieren und mit anderen Ideen kombinieren. Häufig ist es so, dass die Teilnehmer zu Beginn sehr viele Ideen äußern und ihre Assoziationen erst einmal „los werden“ wollen. Hierzu gelten folgende Grundregeln:

REGELN FÜR DAS BRAINSTORMING

- Jede Idee, gleichgültig wie verrückt oder realistisch, ist willkommen!
- Es kommt auf die Menge der Vorschläge an, nicht auf die Qualität!
- Killerphrasen, Kritik und Selbstkritik an den vorgebrachten Ideen sind **streng verboten!**
- Jeder darf Ideen der anderen aufgreifen und für eigene Ansätze verwenden. Es gibt keinen Urnehmerschutz!

Zur Aufzeichnung der Ideen eignen sich beispielsweise Stellwände und Dokumentationskarten. Ideen werden während der Kreativitätsphase stichwortartig dokumentiert und zum Abschluss der Phase vom Leiter eingesammelt. Damit ist auch zugleich eine Protokollierung gegeben.

Phase 3: ZUSAMMENFASSUNG/PROTOKOLLIERUNG

Ist das eigentliche Brainstorming beendet, werden anhand der Aufzeichnung und Dokumentation des Protokollanten die Ergebnisse noch einmal vom Moderator vorgetragen. Dadurch werden diese nochmals allen Teilnehmern präsent.

Phase 4: AUSWERTUNG | IDEENORDNEN | CLUSTERUNG | WERTUNG

In der letzten Phase erfolgt die Ideenauswertung. Hierzu werden alle Ideen von den Teilnehmern thematisch geordnet, bewertet, sortiert und final in einem **Protokoll** dargestellt. Außerdem darf nun Kritik geäußert werden und nicht brauchbare Ideen können verworfen werden. Es sei außerdem angemerkt, dass zu den gefundenen Ideen stets weitere Ideen generiert und ergänzt werden können. Den Abschluss dieser Phase stellt eine Liste mit den für gut erachteten Vorschlägen dar. Kriterien für die Bewertung können zum Beispiel **Originalität**, **Realisierbarkeit** und **Wirksamkeit** der jeweiligen Vorschläge sein. Ein Brainstorming kann nur Rohmaterial liefern. Fertige Lösungen müssen danach erarbeitet werden.

Erarbeiten der SOLL-Wissensbasis mittels Brainstorming-Analyse anhand dem Beispielprodukt
 „Nockenwelle“

Im Rahmen dieses Workshops wird die Methode „Brainstorming“ zur Analyse eines Produkts genutzt. Es soll herausgefunden werden, ob sich die Methode dazu eignet, das einem Produkt immanente Wissen (Wissen für die Entwicklung des Produkts, zur Fertigung des Produkts, etc.), zu externalisieren. Ziel und finale Dokumentation der Brainstorming-Analyse ist eine auf allen Vorschlägen des externalisierten Wissens basierende SOLL-Wissensbasis, die sich beispielsweise in Form einer Tabelle repräsentieren lässt. Die dort beinhalteten Wissensselemente stellen dabei den aus einer Produktdarstellung externalisierbaren SOLL-Wissensbestand dar.

Allgemeines Vorgehen

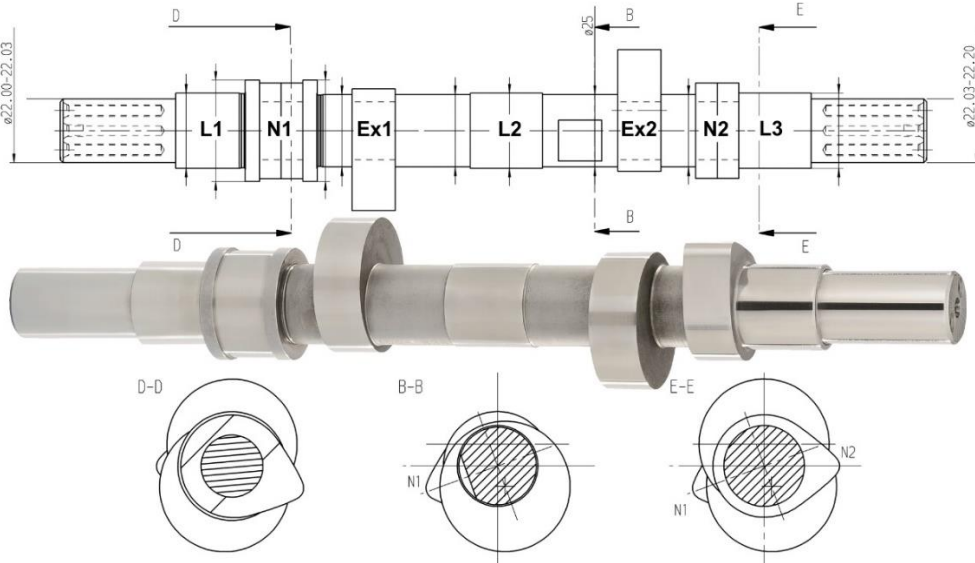
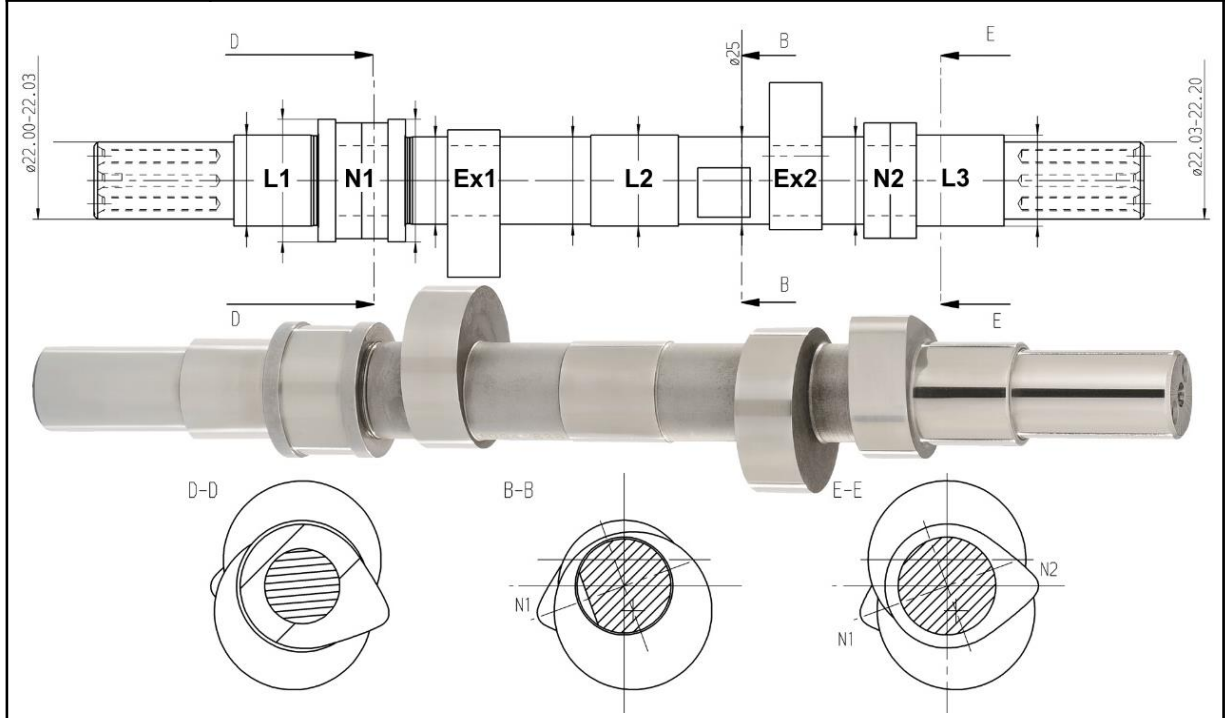
Zentrale Forschungsfrage des Workshops	Welches Wissen / Welche Informationen aus dem Konstruktionsprozess bzw. über das Produkt ist/sind in der vorliegenden Produktdarstellung enthalten?
Hypothese	Die zu analysierende Produktdarstellung der Nockenwelle enthält Informationen, die diese zum einen charakterisieren und zum anderen zur Herstellung der selbigen von Nöten sind. Es ist möglich, diese Informationen mittels einer Brainstorming-Analyse zu externalisieren und nachfolgend so zu strukturieren, dass eine Aussage möglich ist, welches Wissen unter anderem als SOLL-Wissen für dieses Produkt angesehen wird.
Produktdarstellung „Nockenwelle“:	
Abgeleitete Arbeitsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse: Erschließen der in der Produktdarstellung beinhalteten Informationen mittels Brainstorming (Phasen 1-3) 2. Synthese: Aufbereiten der erhobenen Daten für einen SOLL-Wissensstand der Produktdarstellung (Phase 4)

Abbildung 2: Überblick über das allgemeine Vorgehen des Workshops



Exemplarischer Ablauf am Beispiel Nockenwelle:

Zentrale Forschungsfrage des Workshops	Welches Wissen / Welche Informationen aus dem Konstruktionsprozess bzw. über das Produkt ist/sind in der vorliegenden Produktdarstellung enthalten?
--	---



Abgeleitete Arbeitsschritte

ANALYSE	Phase 1: VORBEREITUNG		Name	Alter	Qualifikation	Lehrstuhl	
		Initiator					
		Leiter					
		Teilnehmer 1					
		Teilnehmer 2	Max Mustermann	35	Dipl.-Ing.	IKTD, Universität Stuttgart	
		Teilnehmer 3					
		Teilnehmer 4	Bitte Tabelle ausfüllen!				
		Teilnehmer 5					
		Teilnehmer 6					
		Teilnehmer 7					
Protokollant							

Exemplarischer Ablauf am Beispiel Nockenwelle:

ANALYSE	<p>Phase 2: KREATIVE PHASE IDEENFINDUNG</p>		
	<p>Phase 3: ZUSAMMENFASSUNG PROTOKOLLIERUNG</p>	<p>Der Leiter sammelt die Produktdarstellungen mit dem externalisierten Wissen aller Teilnehmer ein und präsentiert diese in der Gruppe!</p>	
SYNTHESE	<p>Phase 4: AUSWERTUNG IDEENORDNUNG SORTIERUNG WERTUNG</p>	<p>Produktanalyse</p>	
		<p>SOLL-Wissensbasis aus priorisierter Nennung</p>	
		<p>Wissen über Querschnitte</p>	<p>Anzahl</p> <p>5</p>
		<p>Wissen über Einsatzzweck</p>	<p>4</p>
		<p>Wissen über Radien</p>	<p>4</p>
		<p>Wissen über Form- und Lagetoleranzen</p>	<p>3</p>
		<p>Wissen über Fertigerungsverfahren</p>	<p>3</p>
		<p>Wissen über Schrauben/Bohrungen</p>	<p>3</p>
		<p>Wissen über Farbe</p>	<p>2</p>
		<p>Sonstiges Wissen mit nur einer Nennung</p>	
<p>Wissen über Anschlusskomponenten</p>	<p>1</p>		
<p>Wissen über Oberfläche</p>	<p>1</p>		

AUFGABE



Institut für Konstruktionstechnik
und Technisches Design
Universität Stuttgart

Aufgabe zum
Forschungsprojekt PDK^{bench}

Analyse und Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

→ Externalisierung des im Produkt enthaltenen Produktentwicklungswissen mittels
Brainstorming-Analyse (BA) einer Produktdarstellung

Sehr geehrte Teilnehmende,

ich möchte Sie recht herzlich zu diesem Workshop begrüßen.

Im Rahmen meiner Forschungstätigkeit beschäftige ich mich mit der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung (PE). Verkürzt dargestellt soll ein Abgleich zwischen vorliegendem Wissen und benötigtem Wissen erfolgen. Das benötigte Wissen (=Soll-Wissen der PE) gilt es entsprechend zu bestimmen. Hierzu ist ein Workshop entstanden, der sich unter Zuhilfenahme einer (idealerweise physischen) Produktdarstellung zur Erhebung des in diesem Produkt vorhandenen Wissens eignen soll.

Allgemeine Informationen über das Projekt sowie notwendiges Hintergrundwissen zu der diesem Workshop zugrundeliegenden Methode der „Brainstorming-Analyse“ konnten Sie sich bereits im zur Verfügung gestellten Handout aneignen. Das Handout können Sie selbstverständlich während der Durchführung des Workshops verwenden.

Der **zeitliche Rahmen** des Workshops ist wie folgt geplant:

Kurze Begrüßung und Einführung in das Thema mittels einer kurzen Präsentation durch den Workshopleiter

- Austeilen der Workshopunterlagen
- Beginn der Bearbeitung [Dauer ca. 1 Stunde]
- Ende

Alle Angaben sind Richtwerte, die sich je nach Bearbeitungsfortschritt verändern können.

Kleinere Pausen werden entsprechend variabel durchgeführt und sind nicht in der zeitlichen Agenda vermerkt.

Der **inhaltliche Aufbau** gliedert sich wie folgt:

- Aufgabenstellung
- Produkt verstehen
- Phasen des Brainstormings gemäß Handout abarbeiten
- Ergebnisse zusammenführen, analysieren und diskutieren

Der gesamte Workshop ist so gestaltet, dass mit Hilfe des Handouts und der ausgeteilten Aufgabenstellung eine weitestgehend selbstständige Aufgabenbearbeitung ermöglicht wird. Während der Bearbeitungszeit wird eine Ansprechperson für etwaige Rückfragen und Unklarheiten zur Verfügung stehen

Viel Erfolg beim Workshop und herzlichen Dank für die Teilnahme!

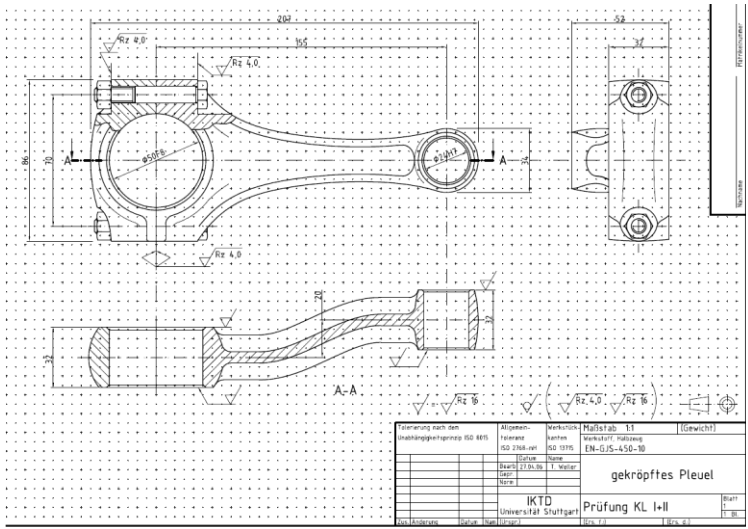

Daniel Roth



Aufgabenstellung

Ziel dieses Workshops ist es, das SOLL-Produktentwicklungswissen (PEW) eines Pleuels eines Verbrennungsmotors aus EN-GJS-450-10 mittels der Methode Brainstorming-Analyse zu externalisieren. Die im Handout enthaltenen Informationen dienen hierbei als Leitlinie zur Bearbeitung der vorliegenden Aufgabe.

Als Einstieg in die Bearbeitung, zeigen Abbildung 1 und 2 verschiedene Darstellungen des Produkts. Danach folgt eine Erläuterung der einzelnen Arbeitspakete in den jeweiligen Phasen der Brainstorming-Analyse. Zur Ergebnisdokumentation folgen weitere Arbeitsblätter.

Zentrale Forschungsfrage des Workshops	Welches Wissen / Welche Informationen aus dem Konstruktionsprozess bzw. über das Produkt ist/sind in den vorliegenden Produktdarstellungen enthalten?
Hypothese	Die zu analysierenden Produktdarstellungen des Pleuels enthalten Informationen, die dieses zum einen charakterisieren und zum anderen zur Herstellung des selbigen notwendig sind. Es ist möglich, diese Informationen mittels einer Brainstorming-Analyse zu externalisieren und nachfolgend so zu strukturieren, dass eine Aussage möglich ist, welches Wissen unter anderem als SOLL-Wissen für dieses Produkt angesehen wird.
Produktdarstellung „Pleuel“:	<div style="text-align: center;">  <p>Abbildung 1: 2D-Fertigungszeichnung eines gekröpften Pleuels</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Abbildung 2: 3D-Darstellung eines ungekröpften Pleuels</p> </div>
Abgeleitete Arbeitsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse: Erschließen der in der Produktdarstellung beinhalteten Informationen mittels Brainstorming (Phasen 1-3) 2. Synthese: Aufbereiten der erhobenen Daten für einen SOLL-Wissensstand der Produktdarstellung (Phase 4)



Abgeleitete Arbeitsschritte

ANALYSE	Phase 1: VORBEREITUNG	<p>Machen Sie sich mit Ihrem Arbeitsumfeld bekannt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Wie erfolgt die Aufzeichnung der Brainstorming-Analyse? ➤ Wer ist der Initiator der Brainstorming-Analyse? ➤ Wer sind die weiteren Teilnehmer der Brainstorming-Analyse? ➤ Bestimmen Sie den Leiter und den Protokollanten der Brainstorming-Analyse! <p>Machen Sie sich mit den Workshop-/Brainstorming-Analyse-Regeln bekannt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Welche Verhaltensregeln gilt es einzuhalten? ➤ Legen Sie einen zeitlichen Rahmen fest!
	Phase 2: KREATIVE PHASE IDEENFINDUNG	<p>Jeder Teilnehmer erhält einen Aufgabebogen mit einer Abbildung der Produktdarstellung</p> <p>BRAINSTORMING:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nennen Sie möglichst viele Ideen, welche Ihnen zu diesem Produkt einfallen. ➤ Welche charakteristischen Eigenschaften weist das Produkt auf? ➤ Welches Wissen lässt sich bezüglich Konstruktion, Herstellung und Material externalisieren? ➤ Notieren Sie die gefundenen Ergebnisse auf der Abbildung des Produkts! ➤ Machen Sie durch Pfeile kenntlich, auf welche Teile sich das externalisierte Produktwissen bezieht!
	Phase 3: ZUSAMMENFASSUNG PROTOKOLLIERUNG	<p>Machen Sie sich mit dem externalisierten Wissen der anderen Teilnehmer bekannt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Der Leiter sammelt die Produktdarstellungen mit dem externalisierten Wissen aller Teilnehmer ein und präsentiert diese in der Gruppe! ➤ Diskutieren Sie die gefundenen Ergebnisse!
SYNTHESE	Phase 4: AUSWERTUNG IDEENORDNUNG SORTIERUNG WERTUNG	<p>Erstellen Sie eine SOLL-Wissensbasis aus allen Vorschlägen für externalisiertes Wissen, welches sich anhand der Produktdarstellungen erheben lässt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Bewerten Sie das externalisierte Produktwissen der andern Teilnehmer in der Gruppe. Priorisieren Sie das gefundene Wissen anhand der Anzahl der Nennungen ➤ Der Protokollant ist verantwortlich, dass eine Liste aus der Summe des erhobenen Wissens erstellt wird – die Teilnehmer unterstützen entsprechend. Dies stellt die finale Dokumentation der Brainstorming-Analyse dar.



Ablauf der Brainstorming-Analyse in Phasen:

Phase 1: VORBEREITUNG

	Name	Alter	Qualifikation	Lehrstuhl
Initiator				
Leiter				
Teilnehmer 1				
Teilnehmer 2				
Teilnehmer 3				
Teilnehmer 4				
Teilnehmer 5				
Teilnehmer 6				
Teilnehmer 7				
Protokollant				

Phase 2: KREATIVE PHASE / IDEENFINDUNG

Nachname _____ Matrikelnummer _____	
Tolerierung nach dem Unabhängigkeitsprinzip ISO 8015	Werkstück-Maßstab 1:1 (Gewicht)
Allgemeintoleranz ISO 2768-mH	Werkstoff, Halbzeug EN-GJS-450-10
Bearbeitungsdatum 27.09.06	Name _____
Gepr. _____	T. Weller _____
Norm _____	gekröpftes Pleuel
Zus. Änderung _____	IKTD
Datum (Ursp.) _____	Prüfung KL I+II
Datum _____	Universität Stuttgart
_____	(Ers. f.) _____
_____	(Ers. d.) _____
_____	Blatt 1
_____	1 Bl.

Abbildung 3: Produktdarstellung: 2D-Fertigungszeichnung eines gekröpften Pleuels

Phase 2: KREATIVE PHASE / IDEENFINDUNG



Abbildung 4: Produktdarstellung: 3D-Modell eines ungekröpften Pleuels

A.9 Workshopunterlagen Reverse Engineering

HANDOUT



Institut für Konstruktionstechnik
und Technisches Design
Universität Stuttgart

Handout zum
Forschungsprojekt PDK^{bench}

Analyse und Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

→ Externalisierung des im Produkt enthaltenen Produktentwicklungswissen mittels Reverse Engineering (RE)

Sehr geehrte Teilnehmende,

im Rahmen meiner Forschungstätigkeit beschäftige ich mich mit der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung. Verkürzt dargestellt, soll ein Abgleich zwischen vorliegendem Wissen und benötigtem Wissen erfolgen. Das benötigte Wissen (=Soll-Wissen der PE) gilt es entsprechend zu bestimmen. Hierzu ist ein „kleiner“ Workshop entstanden, der sich unter Zuhilfenahme allgemeiner Vorgehensweisen des Reverse Engineering zur Erhebung des in einem Produkt vorhandenen Wissens eignen soll.

Zur Vorbereitung auf den Workshop erhält jeder Teilnehmende ein Handout, das zur inhaltlichen Einstimmung und Hinführung auf das Thema dient.

Dieses Ihnen aktuell vorliegende Handout ist in zwei wesentliche Abschnitte unterteilt.

Im ersten Abschnitt erhalten Sie aktuelle Informationen zum Forschungsstand. Mittels acht zentraler Aspekte werden relevante Bereiche eingeführt und erläutert. Bitte lesen Sie diesen Abschnitt aufmerksam durch, da die Kenntnisse im Rahmen des anstehenden Workshops vorausgesetzt werden. Natürlich darf das Handout auch während der Bearbeitung des Workshops unterstützend herangezogen werden. Ziel dieses Abschnitts ist damit die Schaffung einer einheitlichen Begriffs- und Verständniswelt der Teilnehmenden.

Im zweiten Abschnitt dieses Handouts wird das Vorgehen des Reverse Engineering im Allgemeinen und im Speziellen vorgestellt. Hierzu wird nach einer allgemeinen Klärung des Begriffs „Reverse Engineering“ die allgemeine Vorgehensweise zur Erhebung des SOLL-Wissens bzw. zur Erstellung einer SOLL-Wissensstruktur mit Reverse Engineering vorgestellt.

Da Reverse Engineering für viele Teilnehmende zumindest nicht zu den „Alltags-Methoden“ gehört, werden in diesem Handout alle essenziellen Schritte beschrieben und wo möglich, am Beispiel einer Kaffeemaschine vorgestellt. Die Kaffeemaschine wird nicht Bestandteil des Workshops sein.

Der **zeitliche Rahmen** des Workshops ist wie folgt geplant:

09:00 Kurze Begrüßung und Austeilen der Workshopunterlagen (Bitte Handout mitbringen)

09:05 Beginn der Bearbeitung

13:00 Mittagspause

16:00 voraussichtliches Ende

Alle Angaben sind Richtwerte, die sich je nach Bearbeitungsfortschritt verändern können.

Kleinere Pausen werden entsprechend variabel durchgeführt und sind nicht in der zeitlichen Agenda vermerkt.

Der gesamte Workshop ist so gestaltet, dass mit Hilfe des Handouts und der ausgeteilten Aufgabenstellung eine möglichst selbstständige Aufgabebearbeitung ermöglicht wird. Während der gesamten Bearbeitungszeit wird jedoch immer eine Ansprechperson für etwaige Rückfragen und Unklarheiten zur Verfügung stehen.

Viel Erfolg beim Workshop und herzlichen Dank für die Teilnahme!

Daniel Roth

Einleitung

In der heutigen Informationsgesellschaft wird das zunächst abstrakte Gut „Wissen“ zunehmend als Produktionsfaktor angesehen. Wird das „richtige“ Wissen, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort eingesetzt, kann dieses maßgeblich zum Erfolg eines Unternehmens beitragen. Da ein wissensintensiver Bereich eines Unternehmens die Produktentwicklung ist, soll im Rahmen des Projekts PDK^{bench} eine Methode zur Bewertung von Wissen im Produktentwicklungsprozess erarbeitet werden. Gelingt es, das Produktentwicklungswissen (PEW) zu identifizieren, so dass beantwortet werden kann, ob das richtige Wissen vorhanden ist, kann dieses gegebenenfalls nachfolgend zielgerichtet entwickelt werden. Das zugrundeliegende Vorgehen stellt einen SOLL-IST-Vergleich dar, bei dem das vorhandene Wissen (IST) mit dem zur Produktentwicklung notwendigen Wissen (SOLL) verglichen wird. Zur Bestimmung des IST-Wissens wurde bereits eine Methode erarbeitet.

Übergeordnetes Ziel:

Ziel dieses Workshops ist die Anwendung einer Methode zur Bestimmung bzw. Erhebung einer spezifischen SOLL-Wissens-Struktur für ein gegebenes Produkt. Die entstehende SOLL-Struktur lässt unter anderem Rückschlüsse zu, inwiefern die angewandte Methode geeignet ist, das notwendige Referenzproduktentwicklungswissen eines Produkts zu erheben, ein SOLL-IST-Vergleich zu ermöglichen ist, bzw. welche Anwendungsgrenzen existieren. Unter Referenzprodukt wird in diesem Kontext das vorliegende Produkt verstanden.

Die anzuwendende Methode im Workshop ist das sogenannte „Reverse Engineering (RE)“. Die wesentlichen Grundlagen dieser Methode werden im Weiteren, im Aufgabenbereich, explizit beschrieben.

Erschließen einer SOLL-Wissensbasis mittels Reverse Engineering

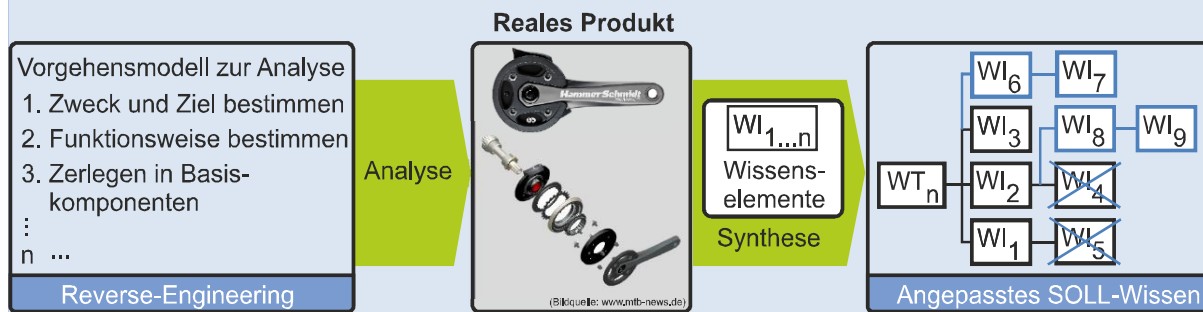


Abbildung 1: Vorgehen zur Ableitung der spezifischen Wissensbasis mittels Reverse Engineering

Aktueller Forschungsstand

Um das Projekt weiter zu konkretisieren und um die vorliegende Aufgabe zu lösen, sollen nachfolgend zentrale Aspekte (Forschungsfragen bzw. Herausforderungen) des Themengebiets geklärt werden.

Aspekt 1: Da insbesondere das Produktentwicklungswissen (PEW) erfasst werden soll, gilt zu klären, was unter einer Produktentwicklung verstanden wird.

Allgemein wird während der Produktentwicklung (PE) eine Aufgabe oder ein Problem gelöst, mit dem Ziel, ein serienreifes Produkt zu entwickeln. Der Produktentwicklungsprozess erfolgt dabei mit einem systematischen und methodischen Vorgehen, angefangen von der Idee bis zur Markteinführung des Produkts. Die folgende Abbildung 2, mit Fokus auf den gestrichelten hervorgehobenen Kasten, zeigt den Ablauf der Produktentwicklungsmethodik nach Pahl/Beitz [PAHL07]. Dieser ist iterativ, sodass einzelne Arbeitsphasen nochmals aufgenommen und deren bisherige Ergebnisse korrigiert werden können.

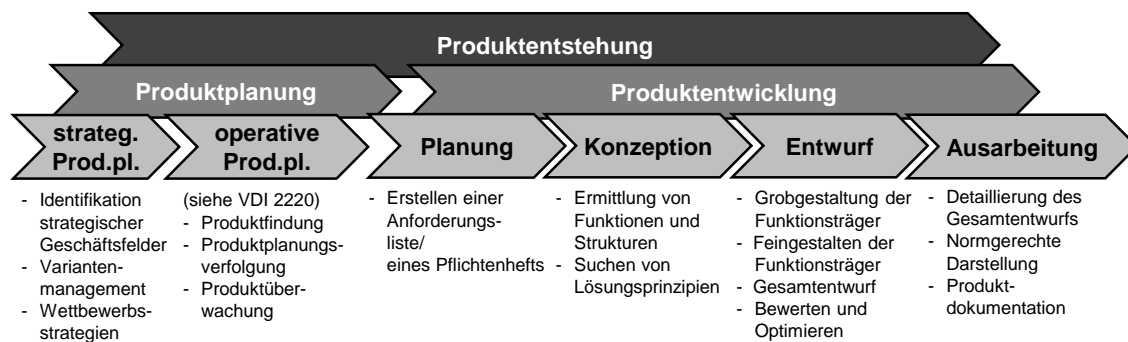


Abbildung 2: Produktentstehungsprozess nach Pahl/Beitz [PAHL07]

In jeder dieser Produktentwicklungsphasen - Planung, Konzeption, Entwurf und Ausarbeitung - wird Wissen unterschiedlicher Art benötigt. Hieraus leitet sich der zweite Aspekt ab.

Aspekt 2: Was wird unter Wissen in der Produktentwicklung verstanden?

Um den Wissensbegriff zu definieren, ist es sinnvoll diesen in den Zusammenhang mit den Begriffen Daten und Informationen einzuordnen.



Abbildung 3: Wissensgenerierung [vgl. BODENDORF06, S. 1]

Beispiel:

Beliebige Zeichen und Zeichenfolgen, die noch nicht interpretiert wurden („Rohmaterial“), werden als Daten bezeichnet [vgl. NORTH02, S. 38]. Werden diese Daten, die dann zur Vorbereitung von Handlungen oder Entscheidungen verwendet werden können, in einen Problemzusammenhang oder in einen Bedeutungskontext gebracht, so liegen Informationen vor [vgl. NORTH02, S. 38; vgl. LINDEMANN07, S. 329]. Das Vernetzen von Informationen in einem vorhandenen Kontext mit den individuellen Erfahrungen und Erwartungen einer Person wird als Wissen bezeichnet [vgl. LINDEMANN07, S. 335; vgl. NORTH02, S. 38 f.].

Aspekt 3: Wie lässt sich Wissen in angemessener Komplexität beschreiben? [nach ROTH10]

Um den Begriff „Wissen“ abzubilden, bedarf es eines Strukturmodells, welches die verschiedenen Dimensionen von Wissen mittels verschiedener Strukturparameter beschreibt. So wird Wissen im Strukturmodell nach [ROTH10, S. 1684] zunächst grundlegend in *Wissenstyp*, *Wissensart*, *Wissensform*, *Wissensort* und *Wissensgüte* untergliedert:

Wissensparameter	Erklärung
Wissensart:	Charakteristische Eigenschaften des Wissens (beschreiben die Wissenstypen)
Wissenstyp:	Untertypen des (Produktentwicklungs-)Wissens
Wissensform:	Vorliegensform des Wissens (z. B. als Skizze, Norm, Fachbuch, ...)
Wissensort:	Ort des Auftretens des Wissens (z. B. Person, Datenbank, Abteilung, ...)
Wissensgüte	Qualität des Wissens

Aspekt 4: Welche charakteristischen Eigenschaften umfasst die Wissensart?

Wissen kann in unterschiedlicher Weise vorliegen. Alle Ausprägungen von Wissen werden im Begriff „Wissensart“ zusammengefasst. Mögliche Ausprägungen sind u. a.:

Wissensart	Erklärung	Beispiel
implizit	Wissen, das nicht verbalisierbar ist.	-
explizit	Wissen, das schriftlich dokumentiert werden kann.	mathematische Formeln
intern	Wissen, das nur innerhalb einer bestimmten Grenze (z. B. einem Unternehmen) vorliegt.	Interna eines Unternehmens
extern	Wissen, das nur außerhalb einer bestimmten Grenze vorliegt.	Interna eines anderen Unternehmens
statisch	Wissen, das über die Zeit konstant bleibt.	Geschichtsdaten
dynamisch	Wissen, das sich jederzeit verändern kann.	Projektdaten
strukturiert	Wissen, das geordnet, übersichtlich und systematisiert vorliegt.	Datenbank
unstrukturiert	Wissen, das in nicht geordneter, unübersichtlicher und nicht systematisierter Form vorliegt.	lose Blattsammlung
individuell	Wissen, das die persönlichen Fähigkeiten abbildet.	-
kollektiv	Wissen, das sich aus dem individuellen Wissen der einzelnen Personen einer Gruppe ergibt .	Wissen zur Erstellung eines Produkts
gegenwärtig	Wissen, das der Bewertung der erfahrbaren Realität dient.	Temperatur
zukünftig	Wissen, das für die Prognose der Zukunft herangezogen wird.	Wettervorhersage

Eine der wichtigsten Klassifikationen von Wissen ist die Einteilung in explizites und implizites Wissen. Auf diese Klassifikation wird in Aspekt 5 eingegangen.

Aspekt 5: Wie unterscheiden sich implizites und explizites Wissen im Speziellen?

Implizites Wissen:

Implizites Wissen ist nicht greifbar (dokumentierbar/kommunizierbar) oder durch formale Ausdrücke beschreibbar. Es ist in gewissen Maße verborgen. Implizites Wissen bezieht sich auf persönliche Erfahrungen und Überzeugungen und stellt damit häufig das individuelle – vielleicht sogar durch Erziehung erworbene – Wertesystem dar. Es ist also auch eine Frage der Perspektive. Damit ist diese Wissensart einer der wichtigsten Bestandteile menschlichen Verhaltens und menschlicher Entscheidungen [vgl. NONAKA97, S. 8 f.]. Dieses Wissen steckt "in den Köpfen" und wird ohne darüber nachzudenken intuitiv richtig angewandt. Es ist sehr schwer, oder nahezu unmöglich, dieses Wissen in Worte zu fassen.

Explizites Wissen:

Im Gegensatz zum impliziten Wissen steht das explizite Wissen für Wissen, das sich formal als Text, mathematische Ausdrücke oder Formeln, technische Daten, Handbücher u. v. m. ausdrücken lässt [vgl. NONAKA97, S. 8]. Es kann ohne großen Aufwand dokumentiert und veröffentlicht werden. Die Besonderheit dieser Wissensart ist die problemlose Weitergabe an andere Personen.


Aspekt 6: Welche Wissenstypen werden in der Produktentwicklung unterschieden?
 [nach ROTH10, S. 1698 ff.]

In der Produktentwicklung lassen sich insgesamt 14 relevante Wissenstypen unterscheiden. Sie werden nachfolgend vorgestellt. Die Reihenfolge soll dabei als keine Gewichtung im Sinne von *wichtig* und *weniger wichtig für* die PE verstanden werden.

Wissenstyp	Erklärung
Episodisches Wissen	Kenntnisse, die sich durch Erinnerungen an eine oder mehrere bestimmte Situationen ergeben.
Erfahrungswissen	Wissen, das sich durch Wiederholung bestimmter Tätigkeiten bildet und festigt.
Expertenwissen	Tiefgehendes Verständnis von einem speziellen Teilbereich einer Wissensdomäne.
Fach- und Faktenwissen (*)	Zusammenfassung sämtlicher Wissensinhalte, die einem Fachbereich zugeordnet werden können.
Führungswissen	Kenntnisse über Normen und Regeln zur Koordination der Arbeitsteilung und der Mitarbeiterführung und allgemeines und relevantes Wissen für ein erfolgreiches Projektmanagement.
Geschäftsstrategiewissen	Kenntnisse, die über das normale Tagesgeschäft eines Unternehmens hinausgehen.
Handlungswissen	Wissen über die Fähigkeit wie etwas gemacht wird (Wissen über das „Wie“?).
Konditionales Wissen	Kenntnisse über die richtigen Handlungen in Abhängigkeit des Kontexts und des Zeitpunkts (Wann?).
Markt- und Kundenwissen (*)	Informationen, um strategische Entscheidungen bezüglich der Entwicklung, Gestaltung und Platzierung von Produkten zu treffen und zu rechtfertigen.
Methodenwissen (*)	Kenntnisse über anwendbare Vorgehensmuster / strukturierte Vorgehensweisen.
Normatives Wissen	Wissen über die Gründe für Handlungen (Wissen über das „Warum“?).
Operationales Wissen	Fähigkeit, Probleme zu erkennen und zielgerichtet Lösungen zu finden.
Produktwissen (*)	Umfassende Kenntnisse über ein vorliegendes Produkt (Vorgängerprodukt, Konkurrenzprodukt und mögliche Folgeprodukte), z. B. die konkrete Produktaufbauarchitektur.

(*) Wissen mit schwachem Kontextbezug (Erklärung siehe Aspekt 7.)

Aspekt 7: Was bedeutet Wissen mit schwachen Kontextbezug, bzw. Wissen mit starken Kontextbezug?

In Hinblick auf diesen Workshop, ist die Unterscheidung von Wissen in Wissen mit schwachen Kontextbezug und Wissen mit starken Kontextbezug sehr relevant.

Zu den kontextschwachen Wissenstypen (mit „(*)“ in Aspekt 6 gekennzeichnet) zählen das Fakten-, das Markt- und Kunden-, das Methoden- sowie das Produktwissen. Diese Wissenstypen lassen sich leicht explizieren. Beispielsweise hat eine physikalische Formel (Fachwissen) unabhängig vom Kontext universelle Gültigkeit und lässt sich in Form von mathematischen Symbolen darstellen. Im Gegensatz dazu ist zum Beispiel das Konditionale Wissen sehr stark vom Kontext abhängig.

Das Wissen der kontextschwachen Wissenstypen lässt sich u. a. in Form von Ontologien (baumartige Struktur mit Unterpunkten) darstellen. Das kontextstarke Wissen wiederum lässt sich nur indirekt operationalisieren.

Aspekt 8: In welcher Korrelation stehen die verschiedenen Wissenstypen zu den Produktentwicklungsphasen?

Wie bereits ausführlich geklärt wurde, lässt sich das Wissen in der Produktentwicklung in 14 Wissenstypen strukturieren. Jeder Wissenstyp geht in einer spezifischen Ausprägung, der Wissensart, in die Produktentwicklung ein. Dies wird in Abbildung 4 dargestellt, welche ein Strukturmodell des aktuellen Forschungsstands mit der Korrelation der Wissenstypen zu den einzelnen Produktentwicklungsphasen visualisiert.

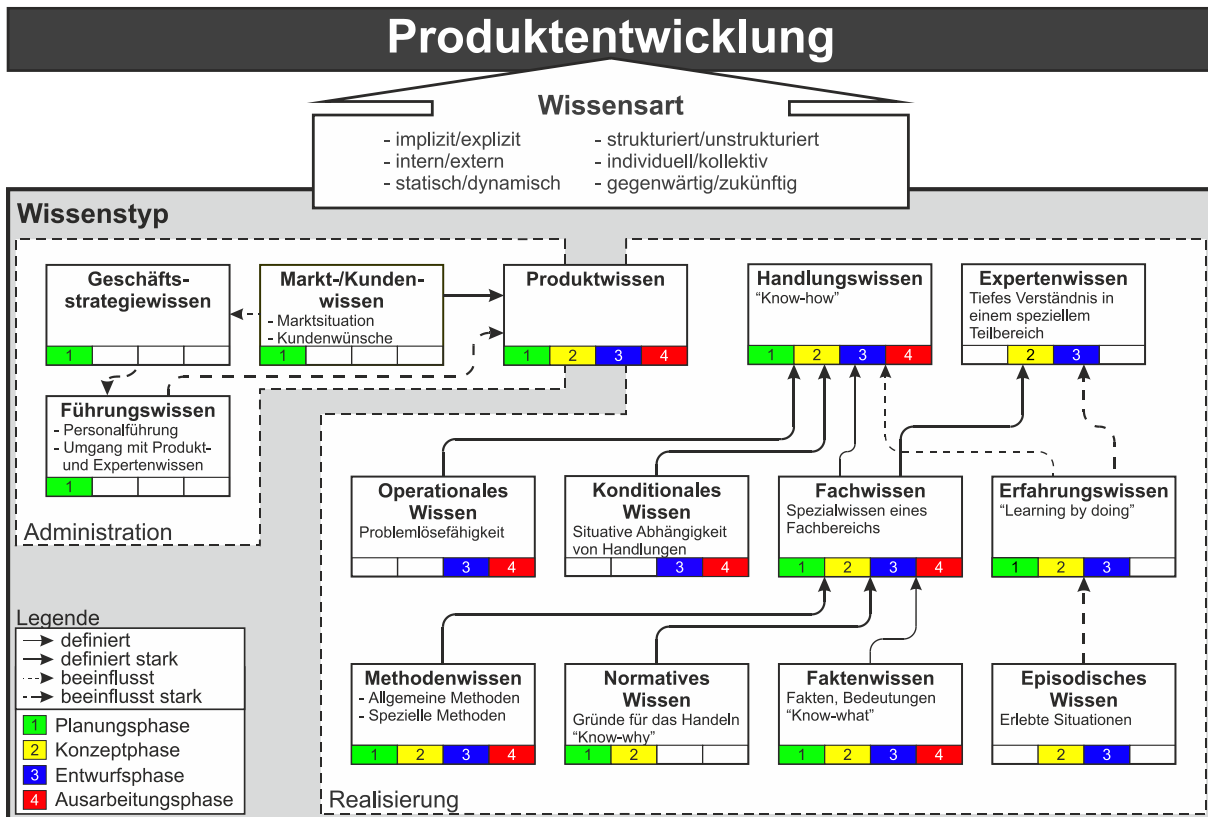


Abbildung 4: Allgemeines Strukturmodell nach Praxis-Evaluation [ROTH11]

Es wird Wissen auf der Administrativebene und auf der Realisierungsebene unterschieden. Die Wissenstypen auf der Administrativebene liefern ihren Wissensinhalt zur Befähigung einer administrativen Aufgabe innerhalb der Produktentwicklung. Markt- und Kundenwissen, Geschäftsstrategiewissen sowie Führungswissen dienen zur gezielten Steuerung der Entwicklungsabteilung, indem sie Ziele und Anforderungen vorgeben.

Die Wissenstypen auf Realisierungsebene liefern wiederum das Wissen, welches zur eigentlichen Produktentwicklung benötigt wird.

Eine Sonderrolle kommt dem Produktwissen zu. Es lässt sich beiden Kategorien zuordnen und verbindet somit beide Kategorien. Während die administrativen Wissenstypen zum Beispiel über die Anforderungsliste das Produktwissen maßgeblich definieren, greift die Realisierung stetig auf das Produktwissen als Hauptinformationsquelle zurück.

Des Weiteren wird veranschaulicht, dass sich die Wissenstypen gegenseitig beeinflussen, sowie unterschiedlich stark voneinander abhängen (veranschaulicht mittels Verbindungslinien). Beispielsweise fließen in das Handlungswissen andere Wissenstypen (z. B. Konditionales Wissen oder Fachwissen) ein. Andererseits können manche Wissenstypen auch als Teilmenge eines anderen Wissenstyps angesehen werden (z. B. Methodenwissen oder Normatives Wissen).

Grundlagen zum „Reverse Engineering“

Begriffserklärung: Reverse Engineering (RE)

Unmittelbar übersetzen lässt sich „Reverse Engineering (RE)“ mit „umgekehrt entwickeln“, bzw. „rekonstruieren“. Tatsächlich ist dies aber eine Methode der Produktentwicklung. Ausgehend von der direkten Übersetzung, ist das dabei angewendete Prinzip leicht zu erschließen.

Durch Zerlegung eines bereits existierenden Produkts sollen Rückschlüsse auf dessen Funktion, Design, Wirkstruktur und Fertigungsprinzipien gezogen werden, mit dem Ziel, das gegenwärtige Produkt vollständig zu verstehen. Theoretisch ist die Vorgehensweise dem klassischen Produktentwicklungsprozess nach Pahl/Beitz entgegen gerichtet (siehe Abbildung 5).

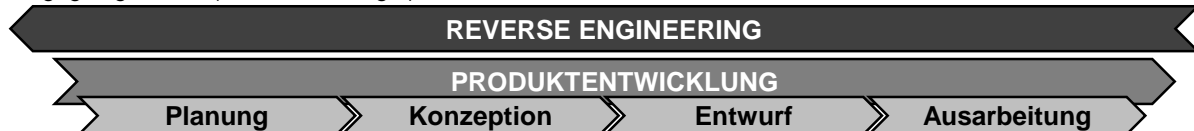


Abbildung 5: Prinzip Reverse Engineering

Eingesetzt wird „Reverse Engineering“, um Produkte zu optimieren, komplett neu zu gestalten oder zur Analyse von Wettbewerbsprodukten und damit der Erkennung von Differenzierungsmöglichkeiten.

Durch intensive Literaturrecherche wurde für die geplante SOLL-Wissenserhebung ein Vorgehen, angelehnt an die Reverse Engineering Methode nach [Otto und Wood, 2000] erarbeitet, welche als Ergebnis eine SOLL-Wissensstruktur liefert und im Weiteren vorgestellt wird.

Allgemeine Vorgehensweise zur Erhebung des SOLL-Wissens, bzw. Erstellung einer SOLL-Wissensstruktur

Das allgemeine Vorgehen gliedert sich in verschiedene Phasen, bestehend aus einzelnen Schritten. Zur Übersicht hierzu folgende Tabelle:

	Phase	Methode/Vorgehensweise
1	Überblick	0. Produktinformationen recherchieren 1. Aufgabenstellung formulieren 2. Black Box Modell des Produkts erstellen 3. Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln <ul style="list-style-type: none"> ▪ Like-/Dislike-Interview ▪ Affinity diagram method / customer sort method 4. Activity diagram (Schritte des Produktlebenszyklus) erstellen
2	Demontage und Experimentieren	1. Demontage vorbereiten (Produktarchitektur) 2. Demontage durchführen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stückliste (erweitert mit Material- und Fertigungsanalyse) ▪ Explosionszeichnung ▪ Montageuntersuchung ▪ Subtract and Operate Procedure-Methode (SOP) ▪ Vermessung ▪ Flächenrückführung 3. Experimente durchführen und Messungen vornehmen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Experimentieren mit Komponenten, Baugruppen und Produkt messen ((physikalische) Parameter, quantifizierte Kundenanforderungen)
3	Konzeption	1. Funktionsbaum erstellen 2. Funktionsstruktur erstellen 3. Morphologischen Kasten erstellen
4	Kostenanalyse und Benchmarking	1. Kostenanalyse aufstellen 2. Wettbewerbsvergleich durchführen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Intended cost estimate ▪ Function-Form diagram ▪ Trendanalyse (S-Kurve)

Im Folgenden werden das Vorgehen zur SOLL-Wissenserhebung und die dazu nötigen einzelnen Schritte detaillierter beschrieben. Dabei soll stets die dem Workshop zugrundeliegende Forschungsfrage motivierend präsent sein: **„Ist es möglich, mit den Grundprinzipien des Reverse Engineering, ein Produkt aus Sicht des Wissensmanagements zu analysieren, um mit den im Produkt enthaltenen Informationen unter Zuhilfenahme des Wissensstrukturmodells des Projekts PDK^{bench} eine Soll-Wissensstruktur für das Produkt zu erarbeiten?“**

Phase 1: ÜBERBLICK

0. Schritt: Produktinformationen recherchieren

In Schritt 0 fängt der Bearbeiter an, sich mit der Aufgabe vertraut zu machen. Dies beinhaltet im Wesentlichen eine allgemein gehaltene Recherche nach Produktinformationen und das Notieren erster Auffälligkeiten, Besonderheiten sowie Gedanken zum Produkt.

1. Schritt: Aufgabenstellung formulieren

Hier wird das Ziel des Vorgehens in einem Satz und in eigenen Worten zusammengefasst. Dies dient dazu, zu prüfen, ob die Anforderungen an die Aufgabe wirklich verstanden wurden und, um sich das Ziel nochmals explizit vor Augen zu führen.

2. Schritt: Black Box Modell (Anmerkung: vgl. klassische Gesamtfunktion nach Pahl/Beitz) erstellen

Allgemein beschreibt die Black Box einen Sachverhalt, von dem der innere Aufbau und die innere Funktionsweise unbekannt sind oder als nicht von Bedeutung erachtet werden. In dieser steht nur die Gesamtfunktion. Von Interesse ist vielmehr das Verhalten der Black Box. Das Produkt wird dabei zunächst von außen betrachtet und die Beziehung zwischen Input und Output untersucht. Es gibt Energie-, Stoff- und Informationsflüsse in das System hinein und aus dem System heraus, welche durch unterschiedliche Pfeile angedeutet sind (siehe Abbildung 6, am Beispiel einer Kaffeemaschine).



Abbildung 6: Black Box Modell einer Kaffeemaschine

Bei diesem Schritt werden die wichtigsten „Elemente“ (Flüsse und Bauelemente) zur Gewährleistung der Gesamtfunktion extrahiert und in einen ersten Zusammenhang gebracht.

3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand dem Produkt ermitteln

Ein wichtiger Schritt zur Beurteilung eines Produkts ist die Frage nach den Kundenanforderungen. Diese werden am besten durch direkte Befragung des Kunden ermittelt. Mit diesem Vorgehen kann sich der Produktentwickler direkt ein Urteil bilden, in dem dieser die eigentlichen Bedürfnisse erfährt, welche Kunden an das Produkt stellen. Für diese Ermittlung eignet sich am besten ein **Like-/Dislike-Interview**, bei welchem der Kunde direkt Stellung zum Produkt nimmt. Dieses ist effektiv, nachdem der Testkunde sich bereits mit den Funktionen des Produkts auseinandergesetzt hat und dieses bereits in Betrieb genommen hat. Aus den verschiedenen Urteilen mehrerer befragter Testkunden lässt sich dann eine **Kundenanforderungsliste** erstellen. In dieser sind die verschiedenen Anforderungen thematisch gegliedert und aus der Anzahl der Nennungen priorisiert. Dies ist ein wichtiger Schritt für die Stellung des Produkts am Markt.

4. Schritt: „Activity diagram“ (Schritte des Produktlebenszyklus) erstellen

Dieser Schritt dient dazu, weitreichenderes Wissen über das Produkt zu extrahieren. Hierzu wird ein Ablaufdiagramm erstellt, in welchem alle Hauptschritte der Produktnutzung erfasst werden. Die Gebrauchsanweisung des Produkts kann hierbei sehr hilfreich sein. Am Beispiel der Kaffeemaschine wird dies in folgender Abbildung 7 veranschaulicht.

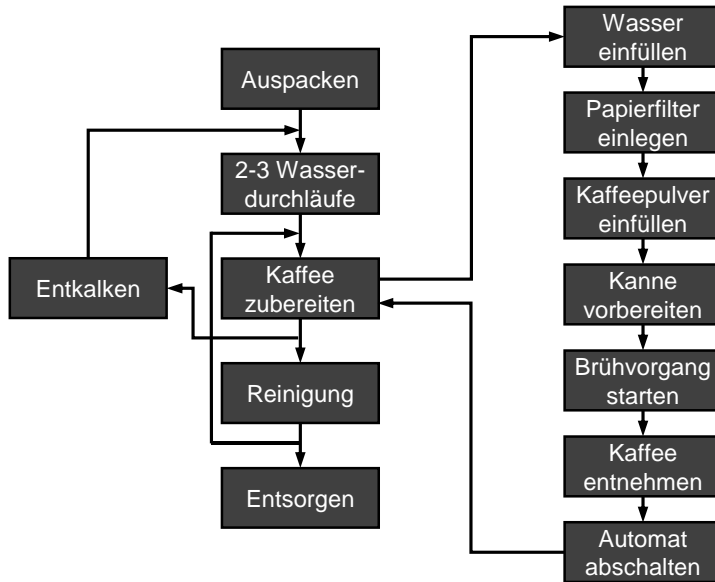


Abbildung 7: Ablaufdiagramm der Kaffeemaschinennutzung

Entsprechend den allgemeinen Kategorien des Lebenszyklus nach [ISO94] wie „Verpackung“, „Inbetriebnahme“, „Produktnutzung“, „Wartung“ und „Beseitigung und Wiederverwertung“, können dann zu jedem dieser Hauptschritte genauere Informationen bzw. das dazugehörige Wissen, extrahiert werden (siehe folgende Tabelle am Beispiel der Kaffeemaschinennutzung).

Hauptschritt (Kategorie)	Extrahiertes Wissen zum Hauptschritt
Auspacken (Verpacken)	Kaffeemaschine ist in Plastikfolie und Pappkarton eingepackt.
2-3 Wasserdurchläufe (Inbetriebnahme)	Zwei bis drei Wasserdurchläufe ausführen.
Kaffee zubereiten (Produktnutzung)	Wasser einfüllen, Papierfilter einlegen, Kaffeepulver einfüllen, Kanne vorbereiten, Brühvorgang starten, Kaffee entnehmen, Kaffeemotor ausschalten.
Reinigung (Produktnutzung)	Netzstecker ziehen und nicht in Wasser eintauchen. Mit angefeuchtetem Tuch und etwas Spülmittel abwischen. Kein Scheuermittel oder aggressive Reiniger verwenden.
Entkalken (Wartung)	Alle 30-40 Brühvorgänge entkalken: 80 ml Essigessenz mit max. Tassenanzahl durchlaufen lassen, erneut zwei bis drei Wasserdurchläufe starten.
Entsorgen (Beseitigung oder Wiederverwertung)	Getrennt von Hausmüll entsorgen, da die Rohstoffe wiederverwertbar sind.

Mit diesem Schritt können somit in strukturierter Weise typische Phasen im Produktlebenszyklus wiedergespiegelt werden.

Phase 2: DEMONTAGE UND EXPERIMENTIEREN

Die Demontage bildet den Kern des Reverse Engineerings. Das Produkt wird dabei aus der Sicht eines Ingenieurs **praktisch betrachtet, demontiert** und detailliert **analysiert**.

1. Schritt: Demontage vorbereiten

Nun wird das Produkt in seine Einzelteile zerlegt und die Produktarchitektur in Haupt- und Unterbaugruppen gegliedert.

Um beim Auseinanderbauen nicht die Übersicht zu verlieren, muss dieser Schritt mit viel Achtsamkeit durchgeführt werden. Auf diese Weise kann das Produkt auf jeder Ebene betrachtet werden, wodurch tiefgreifendes Wissen extrahiert werden kann.

2. Schritt: Demontage durchführen

a) Stückliste:

Allgemein beschreibt die Black Box etwas, von dem der innere Aufbau und die innere Funktionsweise unbekannt sind oder als nicht von Bedeutung erachtet werden. In ihr steht nur die Gesamtfunktion. Von Interesse ist vielmehr das Verhalten der Black Box. Das Produkt wird dabei zunächst von außen betrachtet und die Beziehung zwischen Input und Output untersucht. Es gibt Energie-, Stoff- und Informationsflüsse in das System hinein und aus dem System heraus, welche durch unterschiedliche Pfeile angedeutet sind (siehe Abbildung 6, am Beispiel einer Kaffeemaschine).

Teilenummer	Bezeichnung	Anzahl	(Haupt)- Funktion	Masse [g]	Oberfläche (Finish)	DFM Kostenanalyse Daten		
						Material	Herstellungs- prozess	Grobe Abmess- ung [mm]
1.1.1	Wassertank	1	Wasser speichern		Schwarz, glänzend	Polypropylen PP (07) Durchsichtiger Kunststoff	Gießen, Gewinde schneiden	V=1,5l
1.1.2	Deckel	1	Tank und Umgebung trennen		Schwarz, glänzend	PP (05)	Spritzgießen (Stanzten)	L=220; B=210; H=20
1.1.3	Ausgießhahn	1	heißes Wasser in Schwenkfilter leiten		Schwarz, glänzend	PP (07)	Spritzgießen	L=130; B=28; H=11
1.1.4	Schraube (Kreuzschlitz)	5	kraft- und formschlüssige Verbindung			Metall	Zukaufteil (Zk)	

Die einzelnen Bauteile lassen sich in **Eigenkonstruktion, Zukaufteil, Maschinenelement** oder in **Hilfs- und Rohstoffe** einteilen:

- Handelt es sich bei dem Bauteil um ein Zukaufteil (Schalter, Netzstecker, thermische Sicherung ...) wird in der Spalte „Herstellungsprozess“ das Kürzel (ZK) eingetragen. Diese lassen sich am einfachsten am aufgedruckten Markenlogo des Herstellers erkennen.
- Handelt es sich bei dem Bauteil um ein Maschinenelement (Feder, Schraube, O-Ring) wird in der Spalte „Herstellungsprozess“ das Kürzel (ME) eingetragen.
- Zu den Hilfs- und Rohstoffen zählen beispielsweise Klebestreifen, Plastikgranulat oder Metallbleche.

Die detaillierte Betrachtungsweise hinsichtlich Funktion, Masse, Oberfläche, Material, Herstellungsprozess und Abmessung erlaubt es, sehr weitreichende Informationen über das Produkt zu entnehmen. So lässt beispielsweise der Recyclingcode eines Kunststoffbauteils Rückschlüsse über den Werkstoff und somit dessen Eigenschaft zu. Die einzelnen Werkstoffe wiederum, können Werkstoffgruppen wie „Kunststoffen“ oder „Metallen“ zugeordnet werden, wodurch auf Fachwissen über den Werkstoff sowie dem Herstellungsverfahren, Fertigungsprozess (Kunststoffspritzgießen/Metallblechverarbeitung) und der Produktionstechnik geschlossen werden kann.

Auf diese Weise lässt sich das Wissen über das Produkt enorm ausdehnen. Dabei ist es wichtig, das extrahierbare Wissen gut zu strukturieren, was in erster Linie mit der Wissenstypisierung erfolgt.

b) Explosionsdarstellung:

Dieser Schritt beinhaltet die Veranschaulichung des zerlegten Produkts in Form einer Explosionsdarstellung. Dies dient zum einen einer guten Übersicht und zum anderen dient es dem besseren Verständnis über die Produktarchitektur und der Montage.

Phase 2: DEMONTAGE UND EXPERIMENTIEREN

Die Demontage bildet den Kern des Reverse Engineerings. Das Produkt wird dabei aus der Sicht eines Ingenieurs **praktisch betrachtet, demontiert** und detailliert **analysiert**.

c) Montageuntersuchung:

Anhand der in den vorherigen Kapiteln gewonnenen Informationen können nun Aussagen über die Montage getroffen werden. Diese beinhalten insbesondere Erkenntnisse hinsichtlich einer strukturierten Reihenfolge (Gliederung) der Montageschritte. Im Folgenden ist dies am Beispiel eines Ausschnitts der Montagereihenfolge einer Kaffeemaschine dargestellt:

- **Grundkörper (Montagereihenfolge nicht eindeutig ersichtlich):**
 - Heizplatte mit Dichtungen und Zwischenstück anschrauben
 - Grundkörper mit Wassertank verschrauben
 - Wärmeleitpaste aufbringen und U-Rohr mit Hilfe des Klemmers festschrauben
 - Schalter einklipsen und Verkabelung anbringen

Werkzeug/Hilfsstoff:

- Kreuzschlitzschraubendreher
- Torxschraubendreher
- Spannerschraubendreher (dient zum Erschweren von unbefugtem Öffnen)
- Wärmeleitpaste

- **Wassertank (Reihenfolge nicht eindeutig):**

- Rückschlagventil in Schlauch "stecken" (schwieriger Montageschritt)

...




Oft wird die Montagereihenfolge nicht von den Bauteilen bestimmt und es gibt mehrere Möglichkeiten der Montage. Die gefundene Reihenfolge stellt daher lediglich eine mögliche Lösung dar und muss nicht mit der tatsächlichen übereinstimmen, die nicht vollständig rekonstruiert werden kann. Zudem sollten auch die benötigten Werkzeuge sowie schwierige und schwer nachvollziehbare Montageschritte vermerkt werden. Diese werden dann ebenfalls als Anmerkung in die Gliederung mit aufgenommen.

d) SOP-Methode:

Bei der SOP „Subtract and Operate Procedure“- Methode wird jedes einzelne Bauteil erneut detailliert betrachtet und auf dessen genaue Funktion untersucht. Dabei wird wie folgt vorgegangen:

- Wegnahme eines Bauteils
- Bedienung des Systems über den vollen Umfang
- Analyse des durch Wegnahme eines Bauteils resultierenden Effekt
- Rückschluss auf die Funktion des weggenommenen Bauteils
- Wiederholung mit dem nächsten Bauteil bis alle Bauteile untersucht wurden

Die gewonnenen Informationen werden dann ebenfalls in einer Tabelle festgehalten. Siehe im Folgenden am Beispiel eines Ausschnitts der SOP- Methode einer Kaffeemaschine:

Teile- nummer	Teilebeschreibung	Effekt beim Entfernen	Abgeleitete Funktion/ Kundenbedürfnis
1.1.1	Wassertank 	Deckel, Schwenkfilter und Ausgießhahn lose, Wasser läuft aus.	Deckel, Schwenkfilter und Ausgießhahn fixieren, Wasser speichern und leiten, Füllstand anzeigen.
1.1.2	Deckel 	Dampf entweicht, Kaffee spritzt raus.	Umgebung vor Kaffee und Wasser aus der Maschine abschirmen.
1.1.3	Ausgießhahn 	Heißes Wasser fließt zurück in den Tank.	Heißes Wasser in den Schwenkfilter leiten.

Auf diese Weise wird ein genaues Verständnis jedes einzelnen Bauteils gewonnen. Die praktische Umsetzung dieses Vorgehens erfolgt entweder durch reales Durchführen oder in den meisten Fällen, durch fiktives Durchdenken der Auswirkungen, ohne eine reale Durchführung (aufgrund von Schäden am Produkt und der Sicherheit).

Phase 2: DEMONTAGE UND EXPERIMENTIEREN

Die Demontage bildet den Kern des Reverse Engineerings. Das Produkt wird dabei aus der Sicht eines Ingenieurs **praktisch betrachtet, demontiert** und detailliert **analysiert**.

e) Vermessung/Flächenrückführung:

Dieser Schritt bietet die Möglichkeit, die einzelnen Bauteile genau zu vermessen oder einer Flächenrückführung zu unterziehen. Auf diese Weise kann ein CAD-Modell generiert werden, was in Spezialfällen, zum Beispiel bei aerodynamischen Körpern, für das weitere Vorgehen relevant ist. Im Fall des hier zu behandelnden Produkts und für das allgemeine Vorgehen liefert dieser Schritt allerdings keinen nennenswerten Nutzen.

f) Experimente durchführen und Messungen vornehmen:

Der Kern dieses Schritts ist die Quantifizierung spezifischer Daten über einzelne Bauteile des Produkts durch gezieltes Experimentieren und Messen. Hierzu werden die aus der SOP-Methode bislang nur „theoretisch“ vorliegenden Gedanken zur Frage „Welcher Effekt ergibt sich beim Entfernen des Bauteils?“ praktisch ausgeführt. Dabei wird allerdings das jeweilige Bauteil und dessen Effekt beim Entfernen nicht im Gesamten betrachtet, sondern es werden die einzelnen Bauteildetails analysiert. Siehe im Folgenden am Beispiel eines Ausschnitts der SOP- Tabelle des Schwenkfilters einer Kaffeemaschine:

Detail	Detailbeschreibung	Effekt beim Entfernen	Abgeleitete Funktion/Kundenbedürfnis
1	Überlauf	Im Störfall, wenn Düse blockiert, läuft das heiße Wasser über den Schwenkfilter aus der Maschine.	Im Störfall einen „Bypass“ bereitstellen, durch den das heiße Wasser in die Kanne läuft.
2	Steg	Nasses Filterpapier klebt an Schwenkfilter.	Leichtes Entfernen des Filterpapiers.
3	Dampfabzugsschlitz	Dampf kondensiert und Wassertropfen laufen aus der Maschine.	Verhindern, dass kein Wasser aus der Maschine läuft.
4	Markenlogo	Hersteller kann schlecht bestimmt werden.	Herstellerlogo präsentieren.
5	Versteifungssteg	Schwenkfilter kann abbrechen.	Schwenkfilter erträgt große Last bei geringem Gewicht.
6	Einrastkerbe	Schwenkfilter hält nicht an Grundkörper.	Sicheres Verschließen des Schwenkfilters.
7	Griff	Es liegen Schwierigkeiten beim Öffnen des Schwenkfilters vor.	Einfaches Öffnen des Schwenkfilters.
8	Überlaufrinne	Wasser läuft im Störfall unkontrolliert auf die Glaskanne.	Leiten des Wasserflusses in die Glaskanne im Störfall.
9	Recyclingcode	Es liegen Schwierigkeiten beim Recyceln und Probleme mit dem Gesetzgeber vor.	Konformität mit Vorschriften und Benennung des Bauteils.



Durch diese Betrachtung treten dann beispielsweise sehr gut sicherheitskritische Aspekte (Überlaufschutz, thermische Sicherung, Einrastkerbe, Dampfabzugsschlitz) in Augenschein, welche so noch nicht beachtet wurden. Des Weiteren können Versteifungsstege beispielsweise auf stattgefundene Festigkeitsberechnungen verweisen oder das Detail „Markenlogo“ auf eine Marketingstrategie. Durch aktives Messen der Temperatur des Kaffees, der Zubereitungsdauer von Kaffee sowie des Fassungsvermögens der Glaskanne, lassen sich wiederum Vergleichsparameter extrahieren beziehungsweise weitere Kundenbedürfnisse ableiten, aber vor allem explizit quantifizieren.

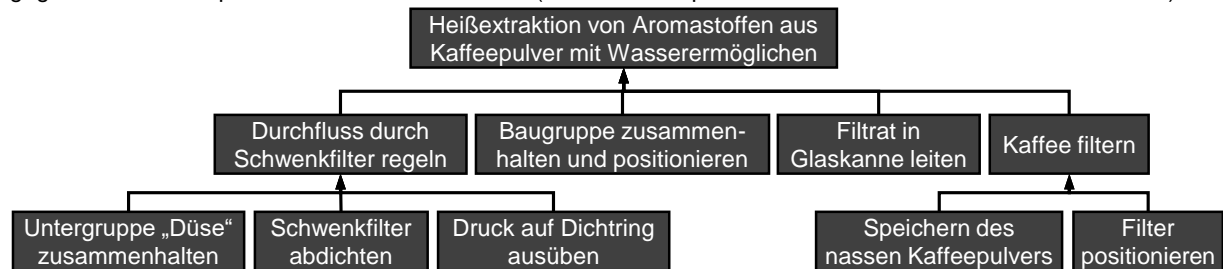
Damit kann durch Experimentieren sehr vielfältiges Wissen „entnommen“ werden.

Phase 3: KONZEPTION

In der konzeptionellen Phase wird das Produkt auf dessen Funktionen und die damit verbundenen Wirkprinzipien untersucht.

1. Schritt: Funktionsbaum erstellen (als Vorbereitung für die Funktionsstruktur)

Aus den abgeleiteten Funktionen der SOP-Methode kann eine einfache Funktionsstruktur in Form eines Funktionsbaums erstellt werden. Die Funktionen werden dabei in einer baumartigen Struktur von unten nach oben gegliedert. An der Spitze sitzt die Gesamtfunktion (siehe am Beispiel des Schwenkfilters einer Kaffeemaschine).



Der Funktionsbaum liefert schnell eine übersichtliche Darstellung der einzelnen Funktionen in einer hierarchischen Form, allerdings ohne Querverbindungen zwischen den einzelnen Funktionen und ohne Berücksichtigung der verbindenden Energie-, Stoff- und Informationsflüsse. Im Falle des hier zu behandelnden Produkts und für das allgemeine Vorgehen liefert dieser Schritt allerdings keinen nennenswerten Nutzen.

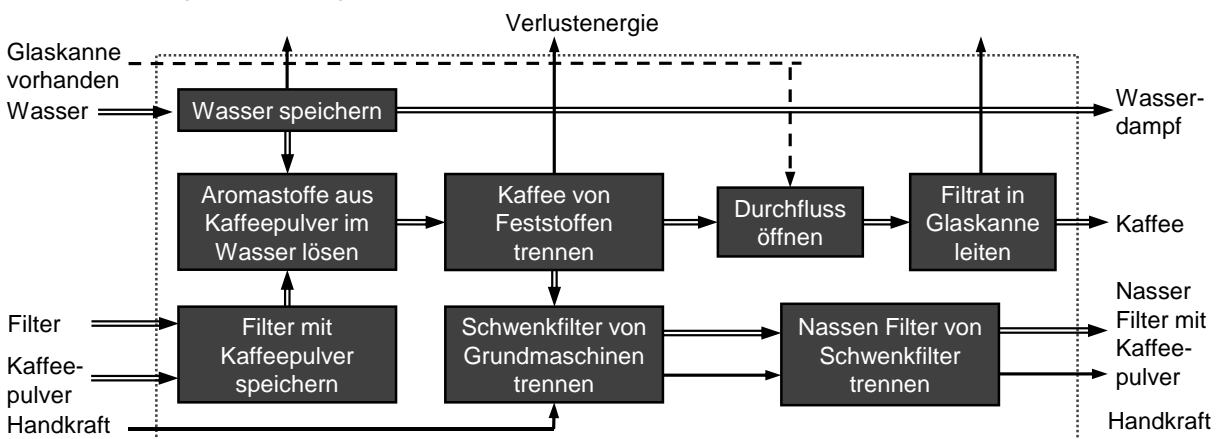
HINWEIS: Das Erstellen eines Funktionsbaums ist nicht immer zwingend notwendig. Für unerfahrenere Bearbeiter (insbesondere im Umgang mit einer Funktionsstruktur), kann dieser allerdings eine Hilfestellung darstellen. Im Workshop wird auf den Schritt verzichtet.

2. Schritt: Funktionsstruktur

In diesem Schritt wird beim Reverse Engineering für die vorangegangenen definierten „Funktionsgruppen“ jeweils eine Funktionsstruktur aufgestellt. Begonnen wird dabei mit der Darstellung der Gesamtfunktion in einer **Black Box** (verdeutlicht am Beispiel des Schwenkfilters einer Kaffeemaschine).



Aus der Gesamtfunktion wird dann eine komplette **Funktionsstruktur** entwickelt. Diese enthält innerhalb der Systemgrenzen alle Funktionen und zeigt die Energie-, Stoff- und Informationsflüsse innerhalb des Systems und über die Systemgrenzen hinweg (verdeutlicht am Beispiel des Schwenkfilters einer Kaffeemaschine).



Durch die Funktionsstruktur lassen sich sehr gut Informationen über die Funktionen, deren Zusammenwirken sowie die Energie-, Stoff- und Informationsflüsse gewinnen. Diese lassen sich noch weiter verdichten, indem die Funktionen auf das „wieso“ untersucht werden. Wieso kann eine bestimmte Funktion nicht weggelassen bzw. mehrere Funktionen nicht vereinfacht werden? Wieso sind die Funktionen in dieser Reihenfolge angeordnet, oder wäre eine andere Ordnung sinnvoller? Diese und andere Fragen können z. B. mit der Methode Experimentieren und Messen beantwortet werden.



Phase 3: KONZEPTION

In der konzeptionellen Phase wird das Produkt auf dessen Funktionen und die damit verbundenen Wirkprinzipien untersucht.

3. Schritt: Morphologischer Kasten

In diesem Schritt wird nun jeder im vorherigen Schritt beschriebenen Funktion ein Wirkprinzip zugeordnet. Ein Wirkprinzip beschreibt dabei jene Gesetzmäßigkeiten des technologischen Vorgangs. Nach Pahl/Beitz wird ein Wirkprinzip durch einen physikalischen Effekt sowie seine geometrischen und stofflichen Merkmale definiert. Dazu werden sie in ingenieurwissenschaftliche Disziplinen kategorisiert, basierend auf dem ihnen zugrundeliegenden physikalischen Effekten. Die Zuordnung der Wirkprinzipien zu den Funktionen erfolgt in einem morphologischen Kasten. Hierzu ein Beispiel des Schwenkfilters der Kaffeemaschine:

Funktion	Wirkprinzip	Kategorie
Aromastoffe aus dem Kaffeepulver im Wasser lösen	Heißextraktion der Aromastoffe aus Kaffeepulver mit Wasser	Physik/Chemie/Lösungsvorgang
Kaffee von Feststoffen trennen	Filtration von Feststoffen aus Flüssigkeit mit Filterpapier	Physik/Filtration
Durchfluss öffnen	Statische O-Ringdichtung gegen Federkraft öffnen	Mechanik
Filtrat in Glaskanne leiten	Adhäsion der Flüssigkeit an Düse	Physik/Adhäsion
Schwenkfilter von Grundmaschine trennen	„Offenes Gelenk“ mit rotatorischem und axialem Freiheitsgrad	Mechanik/Gelenk
Nassen Filter von Schwenkfilter trennen	Adhäsionskräfte durch Flächenverkleinerung verringern	Physik/Adhäsion

Die Funktion „Aromastoffe aus dem Kaffeepulver im Wasser lösen“ (Funktion) wird beispielsweise durch „Heißextraktion der Aromastoffe aus Kaffee mit Wasser“ (Wirkprinzip) realisiert und lässt sich der Disziplin Physik/Chemie/Lösungsvorgang (Kategorie) zuordnen. Mit dieser Methode wird ersichtlich, mit welchen Wirkprinzipien die einzelnen Funktionen realisiert werden.



Phase 4: KOSTENANALYSE UND BENCHMARKING

Nachdem die technischen Details weitestgehend analysiert wurden, erfolgen abschließend eine Analyse der Kosten und der Vergleich mit Wettbewerbsprodukten.

1. Schritt: Kostenanalyse

Zentraler Bestandteil der Kostenanalyse ist die Bestimmung der Herstellungskosten. Diese setzen sich wie folgt zusammen:

Materialkosten	Materialkosten	Herstellkosten
Materialgemeinkosten		
Fertigungseinzelkosten	Fertigungskosten	
Fertigungsgemeinkosten		
Sondereinzelkosten der Fertigung		

Die Teilekosten und die Montagekosten können mittels Tabellen und Überschlagsrechnungen in verschiedenen Detaillierungsgraden hinreichend genau abgeschätzt werden. Im Rahmen des Reverse Engineerings ist es allerdings nicht möglich, Informationen über Werkzeugkosten oder Prozesszeiten, zur Bestimmung der vollständigen Herstellungskosten, zu erhalten. Dies ist nur in einem betrieblichen Umfeld durchführbar. Es ist jedoch möglich, eine Kostenabschätzung vorzunehmen und diese in Vergleich zu anderen Produkten zu setzen. Mit der Kostenabschätzung können dann wiederum Informationen zu betriebswirtschaftlichen Merkmalen (Orientierung des Unternehmens) gewonnen werden. Des Weiteren kann durch die Abschätzung eine Schwerpunktsetzung bei der Produktentwicklung abgeleitet werden, woraus wiederum auf die Art der Unternehmensführung geschlossen werden kann. Beispielsweise lässt sich ableiten, ob das Produkt im Low-Budget-Segment (Billig-Preis-Segment), oder ob das Premium-Segment bedient werden soll. In Abhängigkeit der Strategie sind teils unterschiedliche Schwerpunkte im benötigten Wissen zu setzen.

2. Schritt: Wettbewerbsvergleich

In diesem Schritt geht es darum, das Produkt beziehungsweise das Unternehmen in Vergleich zu den am Markt vorhandenen Wettbewerbern zu setzen. Dies erfolgt in der Regel in sieben Schritten:

1. Bilden einer Liste mit Designfragen/Repräsentationen des Unternehmens
2. Bilden einer Liste mit Wettbewerbsprodukten oder verwandten Produkten
3. Durchführen einer Informationssuche über das Produkt und Unternehmen
4. Demontage mehrerer Produkte der entsprechenden Produktklasse
5. Benchmark (vergleichende Analyse) von Funktionen
6. Bestimmen des jeweiligen Produkts, das führend in einer Funktion ist
7. Aufzeichnen von Trends in der Industrie

Aufgrund der recherchierten Informationen kann der Fortschritt der technischen Lösungen zeitlich eingeordnet werden. Außerdem können mit den recherchierten Informationen Aussagen über das Produktimage getroffen, sowie die Produktklasse klassifiziert werden. Dies geschieht in Hinblick darauf, die Kundenzielgruppe einzugrenzen.

Im Rahmen des Reverse Engineering-Workshops soll ein „Benchmark von Funktionen“ am Beispiel des Ladenpreises durchgeführt werden. Hierzu soll nach Vergleichsprodukten derselben Produktklasse recherchiert werden. Die Recherche beinhaltet die Ermittlung von Informationen über den Ladenpreis, sowie der Qualität der Vergleichsprodukte (Informationsgrundlage: „Stiftung Warentests“). Somit lässt sich das im Rahmen des Workshops bislang untersuchte Produkt in Bezug zu Wettbewerbern einordnen. Hierzu werden die Ergebnisse aus dem bisher bereits durchgeführten Kundeninterview erneut betrachtet. Des Weiteren erfolgt eine Recherche über am Markt vorhandene Produktklassen. Die implementierte Technologie der alternativen Produktklassen soll ebenfalls in Vergleich zu dem des eigentlich betrachteten Produkts gesetzt werden. Durch die Methode des Benchmarking lassen sich somit Informationen über den Markt und den Kunden/Zielgruppen gewinnen, sowie erstmals eine Geschäftsstrategie ableiten.

❖ Erstellen einer SOLL-Wissensstruktur

Durch jede der angewendeten Methoden konnte Wissen gewonnen werden. Das Ergebnis ist eine SOLL-Wissensstruktur bzw. ein SOLL-Wissensbedarf zur Entwicklung des untersuchten Produkts. Eine Möglichkeit zur Repräsentation dieser verschiedenen Wissenstypen ist die Darstellung in einer Ontologie.

Erstellen einer Ontologie:

Die Darstellung des SOLL-Wissens kann in Form einer Ontologie erfolgen und deckt die kontextschwachen Wissenstypen wie Fach-, Markt- und Kunden-, Methoden-, und Produktwissen sowie in Ansätzen Geschäftsstrategie- und Normatives Wissen ab.

Auf die formale Darstellung der Ergebnisse des Workshops in wissenschaftlich exakten Ontologien wird an dieser Stelle im Workshop jedoch verzichtet.

Hauptsächlich geht es in diesem Workshop um die Beantwortung der Fragestellung:

„Welches Produktentwicklungswissen ist für die Entwicklung des Produkts erforderlich?“

und nicht um die Korrektheit der Repräsentation.

Zur Beantwortung dieser Frage ist jeder Workshopteilnehmer während der Bearbeitung der Aufgabe angehalten, parallel zu den einzelnen Phasen des Reverse Engineering, eine bereitgestellte Tabelle auszufüllen. In dieser Tabelle wird ausgehend vom jeweiligen Wissenstyp, das aus dem jeweiligen Bearbeitungsschritt extrahierbare Wissen, eingetragen.

Diese Tabelle besitzt einen „roten Musterkopf“ mit dem Titel „Erstellen einer SOLL-Wissensstruktur“ und wird dem Workshop als separates Beiblatt zur Aufgabenstellung beigelegt.

AUFGABE



Institut für Konstruktionstechnik
und Technisches Design
Universität Stuttgart

Aufgabe zum
Forschungsprojekt PDK^{bench}

Analyse und Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung

→ Externalisierung des im Produkt enthaltenen Produktentwicklungswissens mittels Reverse Engineering

Sehr geehrte Teilnehmende,

ich möchte Sie recht herzlich zu diesem Workshop begrüßen.

Im Rahmen meiner Forschungstätigkeit beschäftige ich mich mit der Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung. Verkürzt dargestellt soll ein Abgleich zwischen vorliegendem Wissen und benötigtem Wissen erfolgen. Das benötigte Wissen (=Soll-Wissen der PE) gilt es entsprechend zu bestimmen. Hierzu ist dieser Workshop entstanden, der sich unter Zuhilfenahme allgemeiner Vorgehensweisen des Reverse Engineering zur Erhebung des in einem Produkt vorhandenen Wissens eignen soll.

Allgemeine Informationen über das Projekt sowie notwendiges Hintergrundwissen zu der diesem Workshop zugrunde liegenden Methode des Reverse Engineering konnten Sie sich bereits im zur Verfügung gestellten Handout aneignen. Das Handout können Sie selbstverständlich während der Durchführung des Workshops verwenden.

Der **zeitliche Rahmen** des Workshops ist wie folgt geplant:

09:00 Kurze Begrüßung und Austeilen der Workshopunterlagen

09:05 Beginn der Bearbeitung

13:00 Mittagspause

16:00 voraussichtliches Ende

Alle Angaben sind Richtwerte, die sich je nach Bearbeitungsfortschritt verändern können.

Kleinere Pausen werden entsprechend variabel durchgeführt und sind nicht in der zeitlichen Agenda vermerkt.

Der **inhaltliche Aufbau** gliedert sich wie folgt:

Aufgabenstellung

Phase 1: ÜBERBLICK

0. Schritt: Produktinformationen recherchieren
1. Schritt: Aufgabenstellung formulieren
2. Schritt: Black Box Modell erstellen
3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln
4. Schritt: Activity Diagram erstellen

Phase 2: DEMONTAGE UND EXPERIMENTIEREN

1. Schritt: Demontage vorbereiten
2. Schritt: Demontage (verschiedene Unterschritte) durchführen

Phase 3: KONZEPTION

1. Schritt: Funktionsbaum erstellen
2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen
3. Schritt: Morphologischer Kasten erstellen

Phase 4: KOSTENANALYSE UND BENCHMARK

1. Schritt: Kostenanalyse aufstellen
2. Schritt: Wettbewerbsvergleich durchführen

Der gesamte Workshop ist so gestaltet, dass mit Hilfe des Handouts und der ausgeteilten Aufgabenstellung eine möglichst selbstständige Aufgabenbearbeitung ermöglicht wird. Während der gesamten Bearbeitungszeit wird jedoch immer eine Ansprechperson für etwaige Rückfragen und Unklarheiten zur Verfügung stehen.

Viel Erfolg beim Workshop und herzlichen Dank für die Teilnahme!

Daniel Roth



Aufgabenstellung

Ziel dieses Workshops ist es, das SOLL-Produktentwicklungswissen (PEW) eines Milchaufschäumers, durch Zuhilfenahme der Methode des Reverse Engineerings, zu externalisieren.

Am Ende des Workshops soll das ermittelte Wissen in einer SOLL-Struktur abgebildet werden. Dazu wird der Milchaufschäumer im Laufe des Workshops in seine Einzelteile zerlegt und genau analysiert.

Die im Handout enthaltenen Informationen dienen hierbei als Leitlinie zur Bearbeitung der vorliegenden Aufgabe.

Um bereits während des Workshops die zuletzt geforderte SOLL-Struktur vorzubereiten, soll bei jedem Schritt notiert werden, welche Wissenstypen externalisiert werden können. Zur Dokumentation dient hierbei eine dem Workshop beiliegende Tabelle. Auf der letzten Seite der Aufgabenstellung wird ein Beispiel gezeigt, wie diese Tabelle auszufüllen ist. Die Tabelle **muss** ausgefüllt werden, wenn im jeweiligen Schritt ein Wissenstyp erkannt wurde. Zur besseren Übersicht und zur Erinnerung, wird ein Haken im Kasten beim jeweiligen Schritt gesetzt.

Beispiel:  PEW externalisiert  PEW nicht externalisiert

Im Folgenden ist das zu analysierende Produkt, der Milchaufschäumer, in seinen einzelnen Zerlegstadien mit der Bezeichnung seiner einzelnen Komponenten gezeigt. Im Weiteren sind die Aufgaben zu den einzelnen Schritten erklärt.

Das Produkt: Der Milchaufschäumer

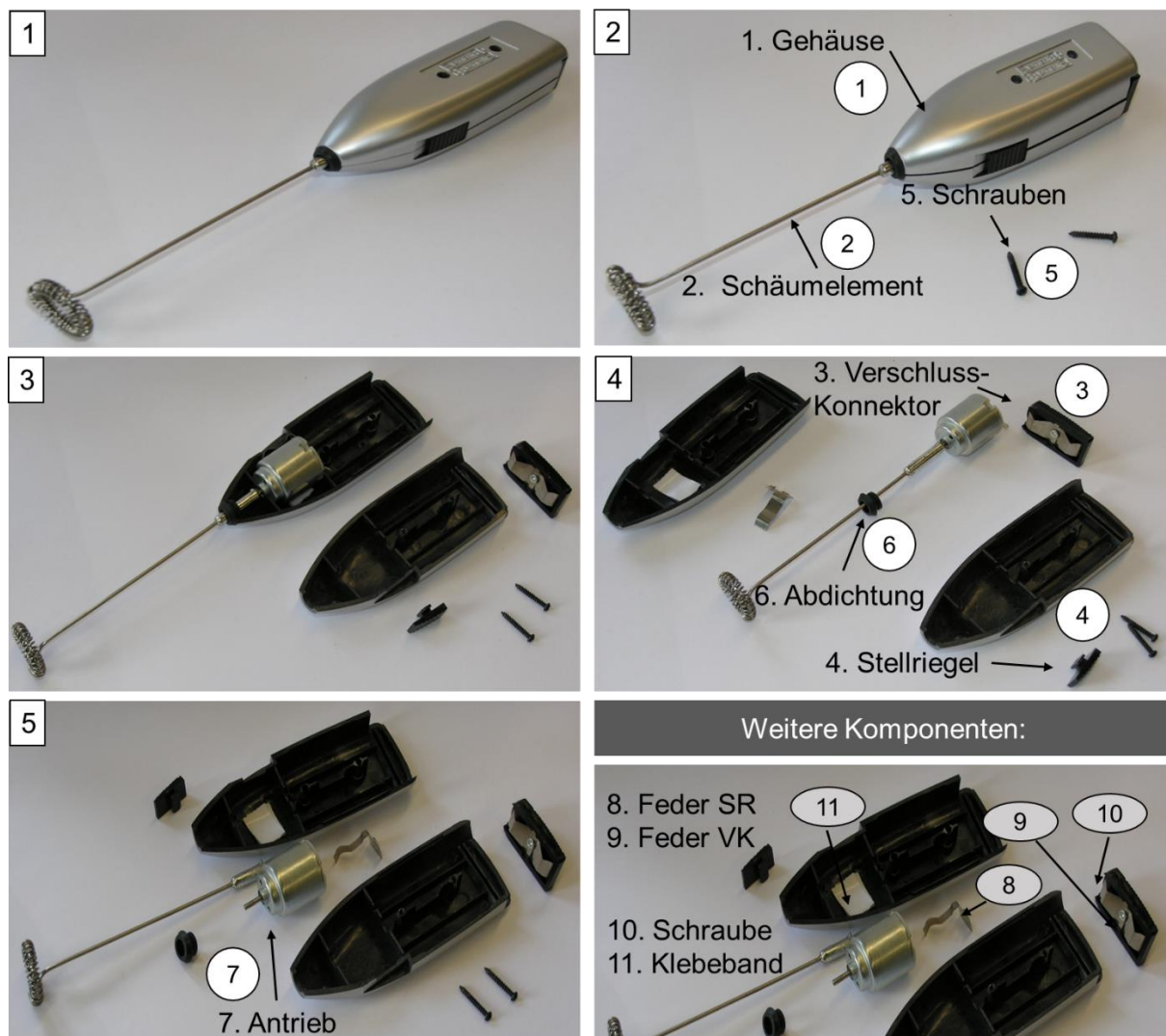


Abbildung 1: Das Produkt „Milchaufschäumer“



Phase 1: ÜBERBLICK

0. Schritt: Produktinformationen recherchieren

- Betrachten Sie das Produkt aus Sicht eines gewöhnlichen Verbrauchers, d. h. das Produkt soll ordnungsgemäß gebraucht, von außen betrachtet und nicht demontiert werden. **Weitere übliche Schritte – finden in diesem Workshop keine Anwendung:**
- Recherchieren Sie alle zum Produkt verfügbaren Informationen, also lesen Sie intensiv die Gebrauchsanweisung!
- Nutzen Sie gegebenenfalls auch das Internet, um mehr Informationen, bzw. einen ersten Eindruck von Vergleichsprodukten zu erhalten.

Notieren Sie sich erste Auffälligkeiten, Besonderheiten, bzw. Gedanken zum Produkt:



1. Schritt: Aufgabenstellung formulieren

Formulieren Sie in eigenen Worten das Ziel dieses Workshops:

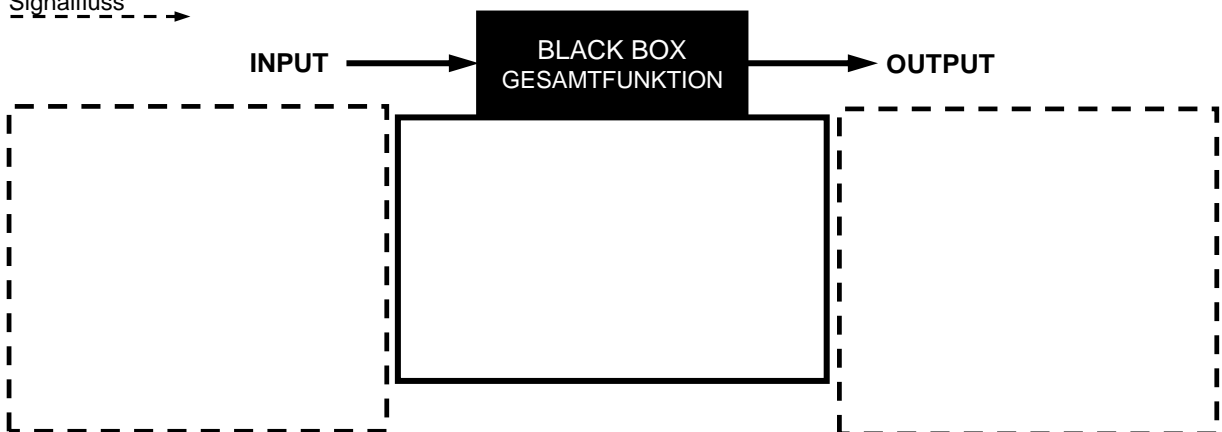
2. Schritt: Black Box Modell erstellen

- Formulieren Sie die Gesamtfunktion des Milchaufschäumers in einem Satz.
- Überlegen Sie sich, welche Energie-, Stoff- und Informationsflüsse in das System hinein und aus dem System heraus laufen.
- Welches PE- Wissen kann extrahiert werden?

Erstellen Sie ein Black Box Modell des Milchaufschäumers.

Legende

- Energiefluss →
- Stofffluss ==>
- Signalfluss - - ->





3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln

- Füllen Sie das beigefügte Like-/Dislike-Interview aus (Dokument mit „gelben Musterkopf“)
- Reflektieren Sie dabei, was Ihnen gefällt, bzw. nicht gefällt bezogen auf Funktion, Bedienbarkeit, Optik, Sicherheit, oder weitere Auffälligkeiten.
- Überführen Sie nun Ihre Erkenntnisse des Interviews in konkrete Anforderungen an das Produkt.
- Welches PE- Wissen kann extrahiert werden?

Erstellen Sie aus dem durchgeführten Interview eine Kundenanforderungsliste unter den thematischen Gliederungspunkten:

Hinweis: Das Interview mit dem Produkt kann auch in der Gruppe durchgeführt werden.
Die gesammelten Erkenntnisse sind dann entsprechend in einer gemeinsamen Kundenanforderungsliste zusammenzuführen.



Kundenanforderungsliste	
1.	Zubereiteter Milchschaum
Anforderungen:	
2.	Bedienbarkeit (Anleitung?)
Anforderungen:	
3.	Handhabung/Bedienkomfort
Anforderungen:	
4.	Optik/Wertigkeit des Designs
Anforderungen:	
5.	Sicherheit
Anforderungen:	
6.	Sonstiges
Anforderungen:	



4. Schritt: „Activity diagram“ (Schritte des Produktlebenszyklus) erstellen

- Welche Schritte beinhaltet die segmentierte Nutzung des Milchaufschäumers und wie können diese Schritte in einen systematischen Ablauf gebracht werden?
 - Welches Wissen kann zu den Hauptkategorien des Lebenszyklus nach [ISO94] „Verpackung“, „Inbetriebnahme“, „Produktnutzung“, „Wartung“ und „Beseitigung und Wiederverwertung“ extrahiert werden?
(Hinweis: Das Produkt wird unverpackt vertrieben.)
 - Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?
- a) Erstellen Sie ein Ablaufdiagramm der Nutzung des Milchaufschäumers.
b) Extrahieren Sie das dazugehörige Wissen entsprechend den Hauptschritten des Lebenszyklus nach [ISO94] und tragen Sie dieses in die Tabelle auf der nächsten Seite ein:

a) Ablaufdiagramm (Systematische Schritte der segmentierten Nutzung):



4. Schritt: „Activity diagram“ (Schritte des Produktlebenszyklus) erstellen

- Welche Schritte beinhaltet die segmentierte Nutzung des Milchaufschäumers und wie können diese Schritte in einen systematischen Ablauf gebracht werden?
- Welches Wissen kann zu den Hauptkategorien des Lebenszyklus nach [ISO94] „Verpackung“, „Inbetriebnahme“, „Produktnutzung“, „Wartung“ und „Beseitigung und Wiederverwertung“ extrahiert werden?
(Hinweis: Das Produkt wird unverpackt vertrieben.)
- Welches PE- Wissen kann extrahiert werden?

- a) Erstellen Sie ein Ablaufdiagramm der Nutzung des Milchaufschäumers.
b) Extrahieren Sie das dazugehörige Wissen entsprechend den Hauptschritten des Lebenszyklus nach [ISO94] und tragen Sie dieses in die Tabelle auf der nächsten Seite ein:



b) Hauptschritte und das zugehörige Wissen:

	Hauptschritte	Extrahiertes Wissen zu den Hauptschritten
Auspacken		
Inbetriebnahme		
Produktnutzung		
Wartung		
Beseitigung oder Wiederverwertung		



Phase 2: DEMONTAGE UND EXPERIMENTIEREN

1. Schritt: Demontage vorbereiten (Produktarchitektur)

- Demontieren Sie das Produkt in all seine Einzelteile.
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

Erstellen Sie eine Gliederung der Produktarchitektur aus Hauptgruppen und Unterbaugruppen:

Im Rahmen des Workshops wird bereits eine allgemeingültige Gliederung des Milchaufschäumers vorgegeben.



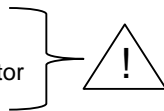
Gliederung des Milchaufschäumers

1. Exterieur

- 1.1 Gehäuse
- 1.2 Schäumelement
- 1.3 Verschlusskonnektor
- 1.4 Stellriegel
- 1.5 Schrauben
- 1.6 Abdichtung

2. Interieur

- 2.1 Antrieb
- 2.2 Feder Stellriegel
- 2.3 Feder Verschlusskonnektor
- 2.4 Schraube Verschlusskonnektor
- 2.5 Abriss Klebeband



Komponenten müssen bei der Bearbeitung der der Aufgabe nicht berücksichtigt werden!



1. Schritt: Demontage durchführen

- Welches Wissen jedes einzelnen Bauteils kann hinsichtlich der **Anzahl**, **(Haupt)- Funktion**, **Masse [g]**, **Oberfläche (Finish)**, **Material**, **Herstellungsprozess** und **groben Abmessung [mm]** extrahiert werden??

Füllen Sie die im Folgenden vorbereitete Stückliste aus:

a) Stückliste:



DFM (Design for Manufacture) Kostenanalyse Daten								
Teilenummer	Bezeichnung	Anzahl	(Haupt)- Funktion	Masse [g]	Oberfläche (Finish)	Material	Herstellungs- prozess	Grobe Abmessung [mm]
1. Exterieur	1.1	Gehäuse						
	1.2	Schäum- element		Dieser Schritt entfällt im Rahmen des Workshops.				
	1.3	Verschluss- konnektor						
	1.4	Stellriegel						



1. Schritt: Demontage durchführen

- Welches Wissen jedes einzelnen Bauteils kann hinsichtlich der **Anzahl**, **(Haupt)- Funktion**, **Masse [g]**, **Oberfläche (Finish)**, **Material**, **Herstellungsprozess** und **groben Abmessung [mm]** extrahiert werden??

Füllen Sie die im Folgenden vorbereitete Stückliste aus:

a) Stückliste:



DFM (Design for Manufacture) Kostenanalyse Daten								
Teilenummer	Bezeichnung	Anzahl	(Haupt)- Funktion	Masse [g]	Oberfläche (Finish)	Material	Herstellungs- prozess	Grobe Abmessung [mm]
1. Exterieur	1.5 Schrauben							
	1.6 Abdichtung							
2. Interieur	2.1 Antrieb							

b) Explosionsdarstellung:

(Der Schritt der Explosionsdarstellung wurde bereits schon vorbereitet, siehe Aufgabe Seite 2n)

Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?



Wie lässt sich die Montagereihenfolge sinnvoll gliedern?
Erstellen Sie eine strukturierte Gliederung der Montagereihenfolge:



c) Montageuntersuchung

Teile-Reihenfolge (Bezeichnung):	Arbeitsvorgang	Werkzeuge/Hilfsstoffe:
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		

Welche Einflüsse/Folgen ergeben sich, wenn das jeweils betrachtete Bauteil aus seinem Wirkzusammenhang gelöst wird? Führen Sie dies nur in Gedanken aus (eine reale Durchführung ist im Rahmen des Workshops zu zeitaufwändig)!

Füllen Sie die Tabelle zur SOP-Methode aus:



d) SOP-Methode

	Teile- nummer	Teile- beschreibung	Effekt beim Entfernen	Abgeleitete Funktion/ Kundenbedürfnis
1. Exterieur	1.1	Gehäuse		
	1.2	Schäum- element		
	1.3	Verschluss- konnekter		
	1.4	Stellriegel		
	1.5	Schrauben		
	1.6	Abdichtung		
2. Interieur	2.1	Antrieb		

e) Vermessen/Flächenrückführung:

(Auf diesen Schritt kann in diesem Workshop verzichtet werden, da er für das angestrebte Ziel keinen erkennbaren Nutzen liefert.)

Detailbetrachtung eines einzelnen Bauteils: Welcher Effekt ergibt sich beim Löschen einzelner Fragmente an den Beispielen von Gehäuse, Schäumelement und Verschlusskonnektor?

Analysieren Sie jedes einzelne Bauteil im Detail und ermitteln Sie den jeweiligen Effekt beim Entfernen von diesem Detail und die zugehörige abgeleitete Funktion bzw. Kundenbedürfnis:



f) Experimente durchführen und Messungen vornehmen

Gehäuse			
Detail	Detailbeschreibung	Effekt beim Entfernen	Abgeleitete Funktion/Kundenbedürfnis
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Schäumelement			
Detail	Detailbeschreibung	Effekt beim Entfernen	Abgeleitete Funktion/Kundenbedürfnis
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Detailbetrachtung eines einzelnen Bauteils: Welcher Effekt ergibt sich beim Löschen einzelner Fragmente an den Beispielen von Gehäuse, Schäumelement und Verschlusskonnektor?

Analysieren Sie jedes einzelne Bauteil im Detail und ermitteln Sie den jeweiligen Effekt beim Entfernen von diesem Detail und die zugehörige abgeleitete Funktion bzw. Kundenbedürfnis:



f) Experimente durchführen und Messungen vornehmen

Verschlusskonnektor			
Detail	Detailbeschreibung	Effekt beim Entfernen	Abgeleitete Funktion/Kundenbedürfnis
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Phase 3: KONZEPTION

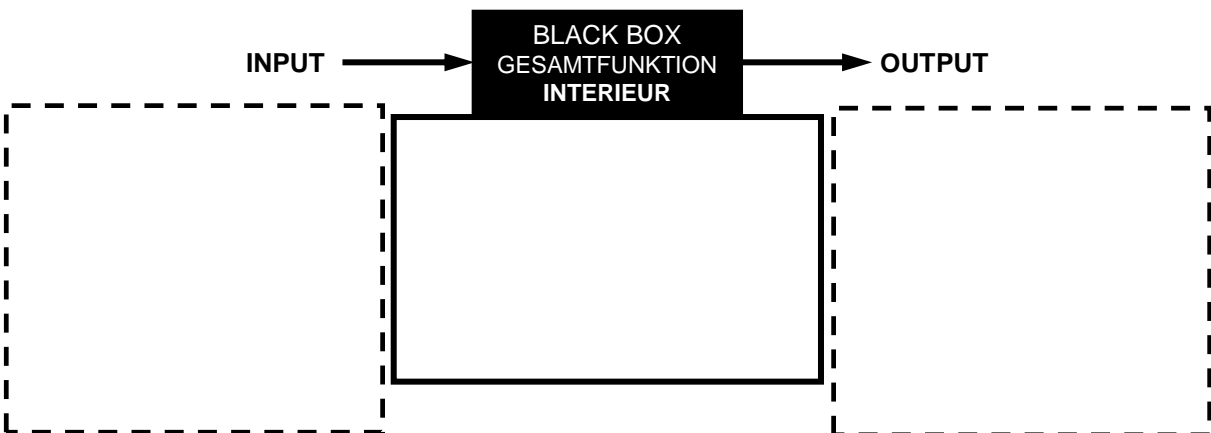
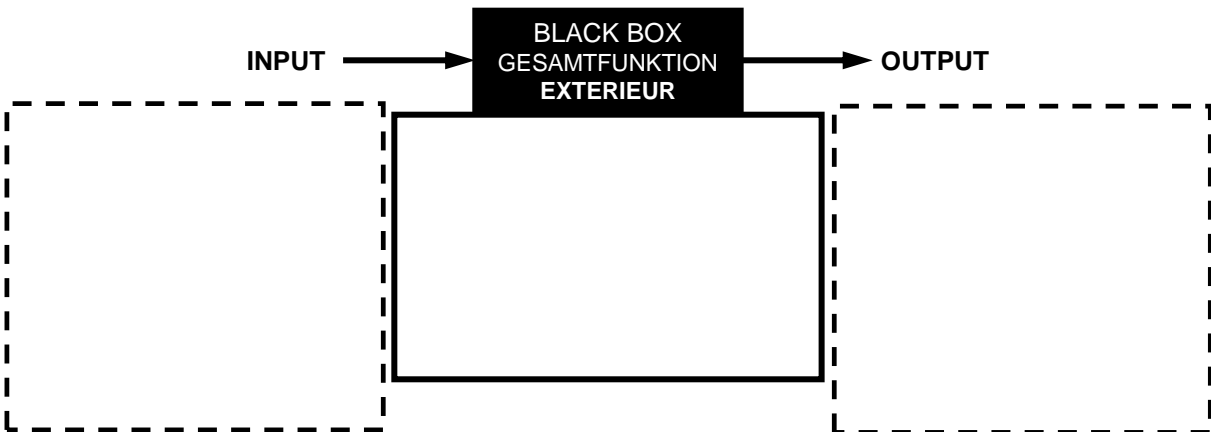
1. Schritt: Funktionsbaum erstellen

Auf diesen Schritt wird im Rahmen des Workshops verzichtet, da dieser für das angestrebte Ziel keinen erkennbaren Nutzen liefert.

2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen

- Welche Hauptfunktion lässt sich für die jeweilige Hauptbaugruppe definieren (Black Box)?
- Aus welchen Einzelfunktionen besteht die jeweilige Hauptfunktion (Funktionsstruktur)?
- Welche Energie-, Stoff- und Informationsflüsse ergeben sich für die jeweilige Hauptbaugruppe innerhalb des Systems und über die Systemgrenzen hinweg (Funktionsstruktur)?
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

Erstellen Sie eine Black Box für jede Hauptbaugruppe mit der jeweiligen Gesamtfunktion.



Phase 3: KONZEPTION

1. Schritt: Funktionsbaum erstellen

Auf diesen Schritt wird im Rahmen des Workshops verzichtet, da dieser für das angestrebte Ziel keinen erkennbaren Nutzen liefert.

2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen

- Welche Hauptfunktion lässt sich für die jeweilige Hauptbaugruppe definieren (Black Box)?
- Aus welchen Einzelfunktionen besteht die jeweilige Hauptfunktion (Funktionsstruktur)?
- Welche Energie-, Stoff- und Informationsflüsse ergeben sich für die jeweilige Hauptbaugruppe innerhalb des Systems und über die Systemgrenzen hinweg (Funktionsstruktur)?
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

Leiten Sie daraus eine Funktionsstruktur für die jeweilige Hauptbaugruppe ab.


FUNKTIONSSTRUKTUR (EINZELFUNKTIONEN)

(Energie-, Stoff- und Informationsfluss innerhalb des Systems und über die Systemgrenze hinaus)
 EXTERIEUR


FUNKTIONSSTRUKTUR (EINZELFUNKTIONEN)

(Energie-, Stoff- und Informationsfluss innerhalb des Systems und über die Systemgrenze hinaus)
 INTERIEUR



3. Schritt: Morphologischer Kasten erstellen (Wirkprinzipien)

- Welche Wirkprinzipien können denen in der Funktionsstruktur definierten Funktionen zugeordnet werden?
- In welche ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen können diese kategorisiert werden?
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

Tragen Sie zu jeder Funktion der Hauptbaugruppe das jeweilige Wirkprinzip in den morphologischen Kasten und kategorisieren Sie dieses zu einer ingenieurwissenschaftlichen Disziplin (Kategorie).



Morphologischer Kasten: <u>Exterieur</u>		
FUNKTION	WIRKPRINZIP	KATEGORIE

Morphologischer Kasten: <u>Interieur</u>		
FUNKTION	WIRKPRINZIP	KATEGORIE

Phase 3: KOSTENANALYSE UND BENCHMARKING

1. Schritt: Kostenanalyse aufstellen

- Betrachten Sie noch einmal genau, welche Kosten bei einer Kostenanalyse analysiert werden.
- Lässt sich durch eine Kostenabschätzung der einzelnen Bauteile eine mögliche Unternehmensorientierung ableiten?

Nehmen Sie eine Kostenabschätzung der einzelnen Bauteile vor und ermitteln Sie im Falle einer vollständigen Durchführung einer Kostenanalyse, welches PE-Wissen extrahiert werden könnte:



	Kostenabschätzung in %	Kostenabschätzung in %		
Materialkosten	Materialkosten =	Antrieb	ca. %	Herstellkosten = 100 % = 1,95 €* * im Workshop vorgegeben
		Schäumelement	ca. %	
		Verschlusskonnektor	ca. %	
Gehäuse				
Materialgemeinkosten		Stellriegel	ca. %	
		Abdichtung		
Fertigungseinzelkosten		Federn	ca. %	
		Schrauben		
Fertigungsgemeinkosten	Fertigungskosten			
	Gründe der Abschätzung:			
Sondereinzelkosten der Fertigung	=			

2. Schritt: Wettbewerbsvergleich durchführen (Benchmarking)

- Wie ist der hier betrachtete Milchaufschäumer zu den Wettbewerbsprodukten zunächst im Testvergleich derselben Produktklasse und dann im Testvergleich verschiedener Produktklassen einzuordnen?
- Welche Vor- bzw. Nachteile bietet das Produkt im Vergleich zu denen der Wettbewerber?
- Welche Interessen stellt ein Kunde an einen Milchaufschäumer? Zu welchem Produkt tendiert der Kunde und warum? Gibt es eine bestimmte Zielgruppe, die mit dem Produkt angesprochen werden soll?
- Welche Geschäftsstrategie lässt sich ableiten?
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?



Ermitteln Sie die entsprechenden Daten zu den Testvergleichsaspekten für den hier betrachteten Milchaufschäumer und füllen Sie diese in das leere Feld der Testvergleiche (Tipp: Das bisher bereits durchgeführte Kundeninterview kann beim Bewerten der Qualität und Vergeben einer Note hilfreich sein) .

Testvergleich:

„Milchschaum - perfekt zubereitet mit dem richtigen Milchaufschäumer“

<http://www.milchschaum.net/stab-milchaufschaeumer-ueberblick/> (letzter Zugriff: 09.11.2018)



Milchaufschäumer	Name	Milchschaum	Farbe	Preis und Bewertung (Amazon)	Milchaufschäumer	Name	Milchschaum	Farbe	Preis und Bewertung (Amazon)
	Gastroback Latte Max	gut	silber	EUR 11,49 4 Sterne		ScanPart Milchaufschäumer	sahnig, sehr gut	schwarz	EUR 4,12 4 Sterne
	Gastroback Latte Pen	nicht sehr stabil	silber	EUR 11,84 1,5 Sterne		ScanPart Milchaufschäumer Edelstahl	gut	silber	EUR 12,00 2,5 Sterne
	Bodum SCHIUMA	gut, sehr cremig	silber	EUR 16,99 3 Sterne		Stabmilchaufschäumer Clatronic (MS 3089)	voluminös	schwarz, grün, orange rot und lila	EUR 2,89 3 Sterne
	Severin SM 3590-3594	gut	rot, grün, lila, gelb oder schwarz	EUR 8,85 4,5 Sterne					

5 Sterne = sehr gut
1 Stern = unbefriedigend



2. Schritt: Wettbewerbsvergleich durchführen (Benchmarking)

- Wie ist der hier betrachtete Milchaufschäumer zu den Wettbewerbsprodukten zunächst im Testvergleich derselben Produktklasse und dann im Testvergleich verschiedener Produktklassen einzuordnen?
- Welche Vor- bzw. Nachteile bietet das Produkt im Vergleich zu denen der Wettbewerber?
- Welche Interessen stellt ein Kunde an einen Milchaufschäumer? Zu welchem Produkt tendiert der Kunde und warum? Gibt es eine bestimmte Zielgruppe, die mit dem Produkt angesprochen werden soll?
- Welche Geschäftsstrategie lässt sich ableiten?
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

Ermitteln Sie die entsprechenden Daten zu den Testvergleichsaspekten für den hier betrachteten Milchaufschäumer und füllen Sie diese in das leere Feld der Testvergleiche (Tipp: Das bisher bereits durchgeführte Kundeninterview kann beim Bewerten der Qualität und Vergabe einer Note hilfreich sein).

Testvergleich:

„Milchschaum - perfekt zubereitet mit dem richtigen Milchaufschäumer“

<http://www.milchschaum.net/stab-milchaufschaeumer-ueberblick/> (letzter Zugriff: 09.11.2018)

								
			TEST-SIEGER			PREIS-LEISTUNGS-SIEGER		
Milchaufschäumer Test	Severin SM 9688	Severin SM 9685	Severin SM 9684	Bialetti Tutto Crema	Clatronic 263125	ScanPart	Caso Fomini	
Note	1,3 SEHR GUT	1,7 SEHR GUT	1,0 SEHR GUT	3,0 BEFRIEDIGEND	2,3 GUT	2,0 GUT	2,3 GUT	
Bewertung	4,5 Sterne	4 Sterne	5 Sterne	3 Sterne	3,5 Sterne	4 Sterne	3,5 Sterne	
Schaumqualität	4 Sterne	4,5 Sterne	5 Sterne	2,5 Sterne	4,5 Sterne	4,5 Sterne	4 Sterne	
Typ	Behälter	Behälter	Behälter	Behälter	Behälter	Stab-schäumer	Stab-schäumer	
Funktionsweise	Zirkulation	Zirkulation	Zirkulation	Zirkulation	Zirkulation	Vibration	Vibration	
Maße (cm)	22 x 21 x 30	19 x 15 x 23	15 x 15 x 21	15 x 11 x 22	20 x 19 x 14	24 x 5 x 3	25 x 3 x 3	
Gewicht	2 kg	2,1 kg	1,9 kg	499 g	1,4 kg	82 g	68 g	
Leistung	500 W	500 W	500 W	-	600 W	-	-	
Kapazität	700 ml	700 ml	500 ml	1.000 ml	450 ml	-	-	
Erwärmung	✓	✓	✓	x	✓	x	x	
automat. Abschaltung	✓	✓	✓	x	✓	x	x	
Kontrollleuchte	✓	✓	✓	x	✓	x	x	
Antihftbeschichtung	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	

5 Sterne = sehr gut
1 Stern = unbefriedigend

2. Schritt: Wettbewerbsvergleich durchführen (Benchmarking)

- Wie ist der hier betrachtete Milchaufschäumer zu den Wettbewerbsprodukten zunächst im Testvergleich derselben Produktklasse und dann im Testvergleich verschiedener Produktklassen einzuordnen?
- Welche Vor- bzw. Nachteile bietet das Produkt im Vergleich zu denen der Wettbewerber?
- Welche Interessen stellt ein Kunde an einen Milchaufschäumer? Zu welchem Produkt tendiert der Kunde und warum? Gibt es eine bestimmte Zielgruppe, die mit dem Produkt angesprochen werden soll?
- Welche Geschäftsstrategie lässt sich ableiten?
- Welches PE-Wissen kann extrahiert werden?

**Ermitteln Sie die entsprechenden Daten zu den Testvergleichsaspekten für den hier betrachteten Milchaufschäumer und füllen Sie diese in das leere Feld der Testvergleiche.
(Tipp: Das bisher bereits durchgeführte Kundeninterview kann beim Bewerten der Qualität und Vergeben einer Note hilfreich sein.)**

Wie lässt sich der Milchaufschäumer im Vergleich zu den Wettbewerbsprodukten, bezogen auf die Aspekte des Vergleichs, einordnen?

Aspekte	<u>Bewertung:</u> Vor- und Nachteile im Vergleich zum Wettbewerb
Milchschaum	-
Farbe	-
Preis	-
Typ	-
Funktionsweise	-
Maße	-
Gewicht	-
Leistung	-
Kapazität	-
Erwärmung	-
automatische Abschaltung	-
Kontrollleuchte	-
Antihaftbeschichtung	-
<u>Begründung der Bewertung:</u>	
-	
-	
-	
-	
-	
-	



❖ Erstellen einer SOLL-Wissensstruktur

Welches Produktentwicklungswissen ist für die Entwicklung des Produkts erforderlich?

Füllen Sie zu jeder Phase „Überblick“, „Demontage und Experimentieren“, „Konzeption“ sowie „Kostenanalyse und Benchmarking“ diese dem Workshop beigelegte Tabelle aus.

1. In der Spalte „Wissenstyp“ werden alle Wissenstypen eingetragen, welche bei diesem Schritt ermittelt werden können.
2. In der Spalte „Wissen über ...“ wird dann genauer spezifiziert, welches Wissen bei jedem Wissenstyp extrahiert werden kann.

BEISPIEL

Welches Produktentwicklungswissen ist für die Entwicklung des Produkts erforderlich?			
		Wissenstyp:	PE-Wissen über ...
PHASE 1: (Überblick)	0. Schritt: Produktinformationen recherchieren	Produktwissen:	- Wissen über den Aufbau des Produkts
	1. Schritt: Aufgabenstellung formulieren		- Wissen über die Farbe/ Beschichtung/ Oberfläche des Produkts
	2. Schritt: Black Box Modell erstellen		...
	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	Fachwissen:	- Wissen über Farbe/ Beschichtungstechnik/ Oberfläche
	4. Schritt: „Activity diagram“ erstellen (Schritte des Produktlebenszyklus)		- Wissen über Werkstoffeigenschaften
PHASE 2: (Demontage und Experimentieren)	1. Schritt: Demontage vorbereiten (Produktarchitektur)		- Wissen über Herstellungsverfahren
	2. Schritt: Demontageausführen		
	a) Stückliste:	Markt- und Kundenwissen:	- Wissen bzgl. Lieferanten von Zukaufteilen
	b) Explosionsdarstellung		- Wissen bzgl. Hilfs- und Rohstoffe
	c) Montageuntersuchung		...
	d) SOP-Methode		
	e) Vermessen/Flächenrückführung		
PHASE 3 (Konzeption)	1. Schritt: Funktionsbaum		
	2. Schritt: Funktionsstruktur		
	3. Schritt: Morphologischer Kasten		
PHASE 4 (Kostenanalyse und Benchmark)	1. Schritt: Kostenanalyse		
	2. Schritt: Wettbewerbsvergleich		

LIKE-/DISLIKE-INTERVIEW



Institut für Konstruktionstechnik
und Technisches Design
Universität Stuttgart

Like-/Dislike-Interview zum
Forschungsprojekt PDK^{bench}

Phase 1: ÜBERBLICK

Kundenanforderung durch Interview anhand des Produkt ermitteln.

(Hinweis: Eine Demontage des Produkts ist in Phase 1 noch nicht zulässig.)

Aufgabenstellung:

Like/Dislike-Interview		
Projekt: Workshop Reverse Engineering		
Produkt: Milchaufschäumer		
Kunde:		
Frage	Aussage des Kunden	Interpretiertes Bedürfnis (Aus welchen Gründen verwenden Sie dieses Produkt?)
Typische Nutzung? (Wie oft verwenden und für was verwenden Sie dieses Produkt?)		
Like? (Was gefällt Ihnen daran?)		
Dislike? (Was gefällt Ihnen daran nicht?)		
Vorschlag Verbesserung? (An welcher Stelle sehen Sie Verbesserungspotenzial?)		

Das Produkt: Der Milchaufschäumer

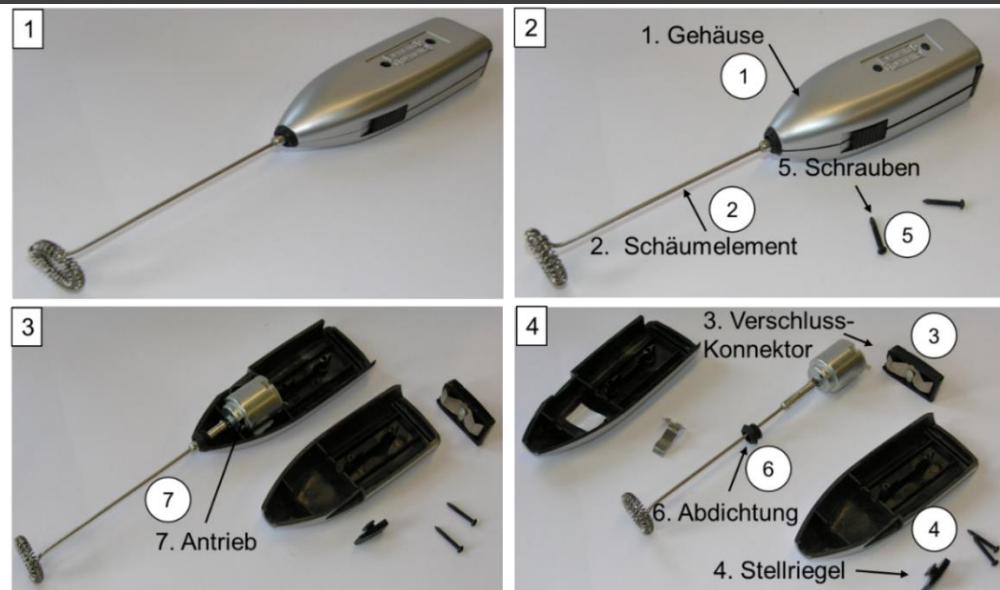


Abbildung 1: Das Produkt „Milchaufschäumer“

PE-ERFASSUNGSBLATT



Institut für Konstruktionstechnik
und Technisches Design
Universität Stuttgart

Erfassungsblatt zum
Forschungsprojekt PDK^{bench}

❖ Erstellen einer SOLL-Wissensstruktur

Welches Produktentwicklungswissen ist für die Entwicklung des Produkts erforderlich?

Füllen Sie zu jeder Phase „Überblick“, „Demontage und Experimentieren“, „Konzeption“ sowie „Kostenanalyse und Benchmarking“ diese dem Workshop beigelegte Tabelle aus.

Welches Produktentwicklungswissen ist für die Entwicklung des Produkts erforderlich?

		Wissenstyp:	PE-Wissen über ...
1. In der Spalte „Wissenstyp“ werden alle Wissenstypen eingetragen, welche bei diesem Schritt ermittelt werden können. 2. In der Spalte „Wissen über ...“ wird dann genauer spezifiziert, welches Wissen bei jedem Wissenstyp extrahiert werden kann.			
PHASE 1: (Überblick)	0. Schritt: Produktinformationen recherchieren		
	1. Schritt: Aufgabenstellung formulieren		
	2. Schritt: Black Box Modell erstellen	<u>Produktwissen:</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen über den Aufbau und die Gesamtfunktion des Produkts • Wissen über Stoff-, Energie- und Informationsflüsse
	3. Schritt: Kundenanforderung durch Interview anhand des Produkts ermitteln		
	4. Schritt: „Activity diagram“ erstellen (Schritte des Produktlebenszyklus)		
PHASE 2: (Demontage und Experimentieren)	1. Schritt: Demontage vorbereiten (Produktarchitektur)		
	2. Schritt: Demontage durchführen		
	a) Stückliste:		
	b) Explosionsdarstellung:		

❖ Erstellen einer SOLL-Wissensstruktur

Welches Produktentwicklungswissen ist für die Entwicklung des Produkts erforderlich?

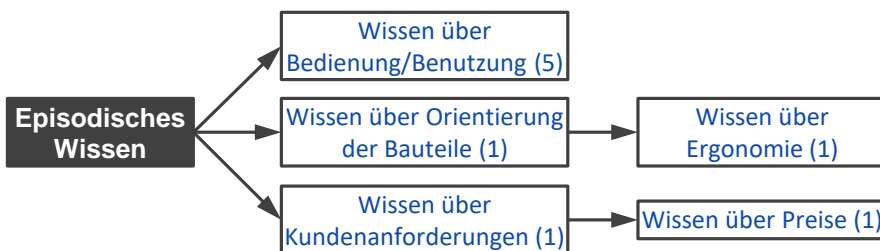
Füllen Sie zu jeder Phase „Überblick“, „Demontage und Experimentieren“, „Konzeption“ sowie „Kostenanalyse und Benchmarking“ diese dem Workshop beigefügte Tabelle aus.

Welches Produktentwicklungswissen ist für die Entwicklung des Produkts erforderlich?

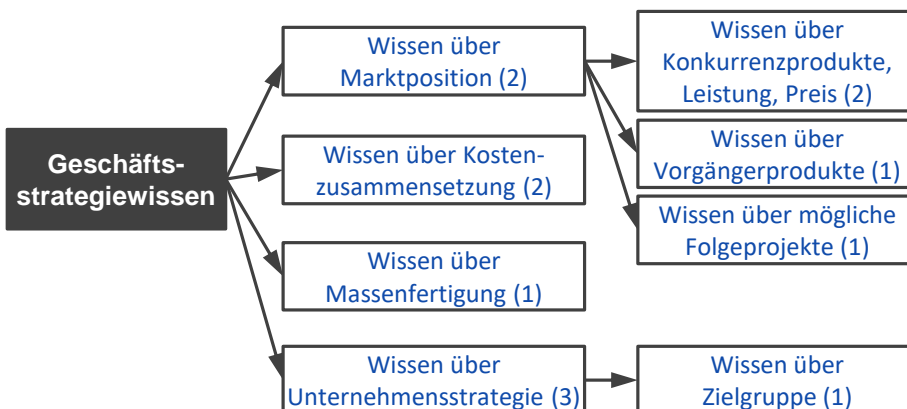
1. In der Spalte „Wissenstyp“ werden alle Wissenstypen eingetragen, welche bei diesem Schritt ermittelt werden können. 2. In der Spalte „Wissen über ...“ wird dann genauer spezifiziert, welches Wissen bei jedem Wissenstyp extrahiert werden kann.		Wissenstyp:	PE-Wissen über ...
PHASE 2: (Demontage und Experimentieren)	c) Montageuntersuchung		
	d) SOP-Methode		
	e) Vermessung/ Flächenrückführung		
	f) Experimente durchführen und Messungen vornehmen		
PHASE 3: (Konzeption)	1. Schritt: Funktionsbaum erstellen		
	2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen		
	3. Schritt: Morphologischen Kasten erstellen		
PHASE 4: (Kostenanalyse und Benchmark)	1. Schritt: Kostenanalyse aufstellen		
	2. Schritt: Wettbewerbsvergleich durchführen		

AUSWERTUNG

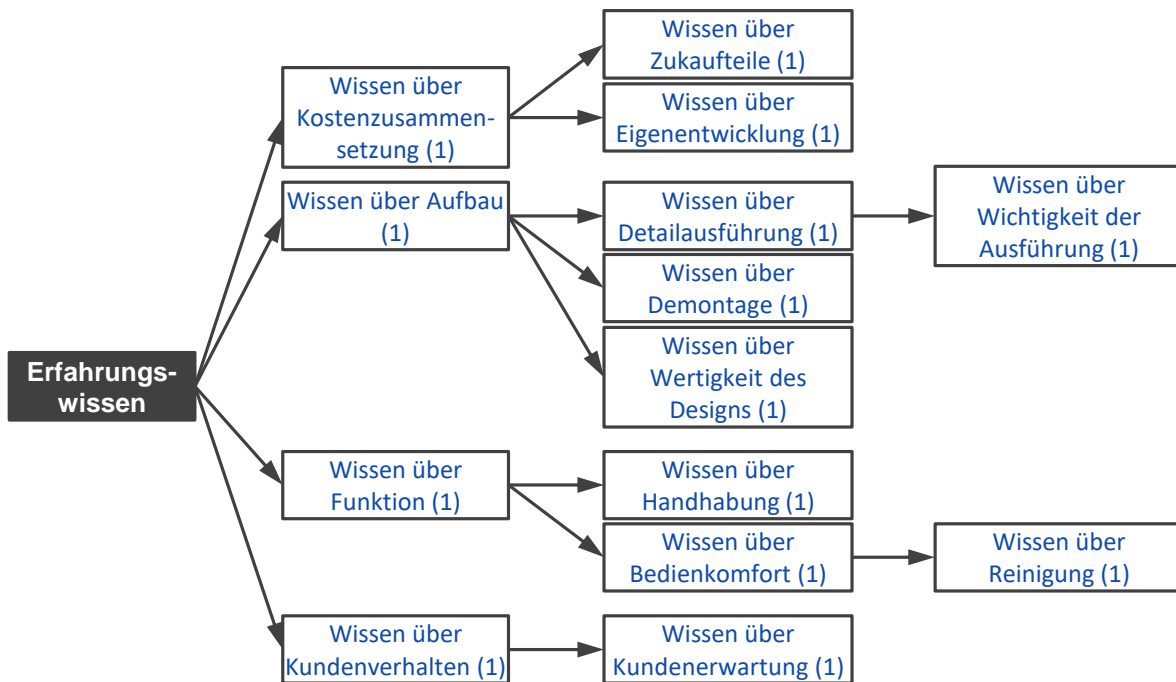
Wissenstyp: EPISODISCHES WISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	0. Schritt: Produktinformationen recherchieren	• Wissen über Bedienung/Benutzung	2
		• Wissen über Ergonomie	1
		• Wissen über Kundenanforderungen	1
	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über Bedienung/Benutzung	3
PHASE 2	2. Schritt: Demontage durchführen		
	a) Stückliste	• Wissen über Preise	1
	c) Montageuntersuchung	• Wissen über Orientierung der Bauteile	1



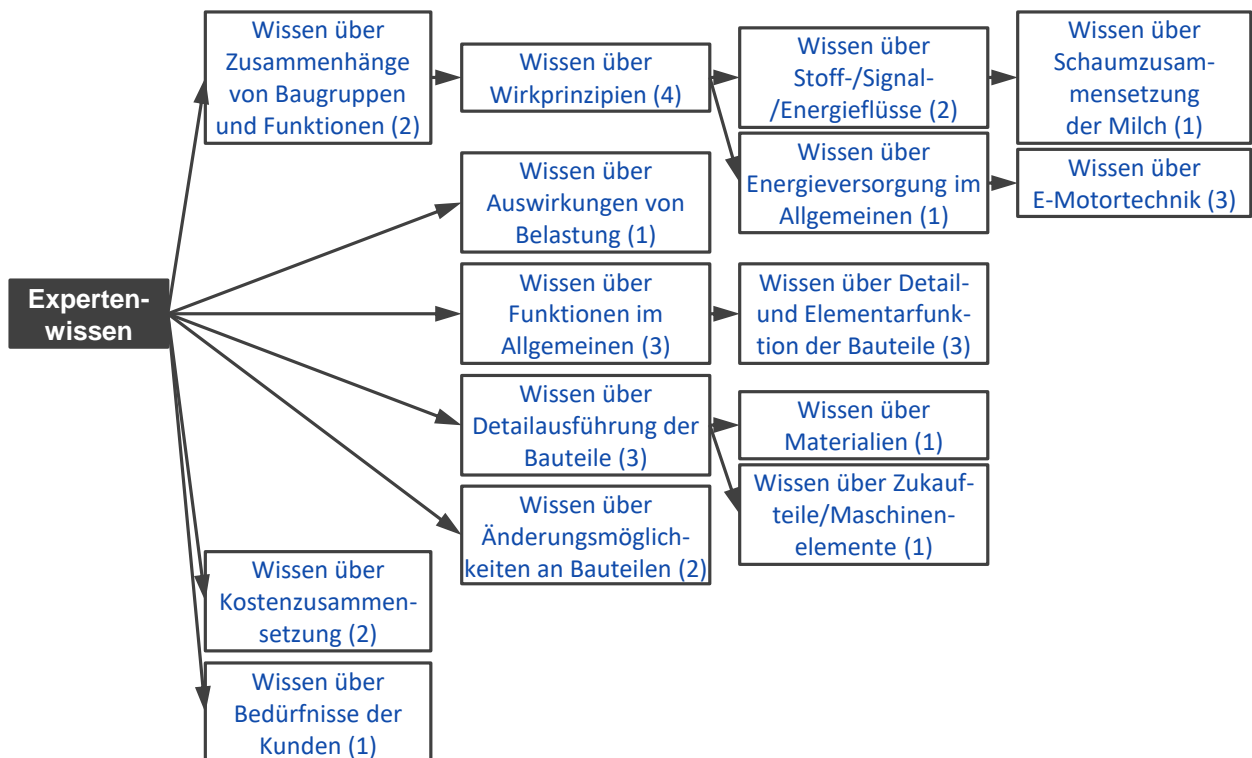
Wissenstyp: GESCHÄFTSSTRATEGIEWISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über Zielgruppe	1
PHASE 4	1. Schritt: Kostenanalyse aufstellen	• Wissen über Unternehmensstrategie	2
		• Wissen über Kostenzusammensetzungen	2
		• Wissen über Massenfertigung	1
	2. Schritt: Wettbewerbsvergleich durchführen	• Wissen über Konkurrenzprodukte (Leistung, Preis)	2
		• Wissen über Marktposition	2
		• Wissen über Unternehmensstrategie	1
		• Wissen über Vorgängerprodukte	1
	• Wissen über mögliche Folgeprojekte	1	



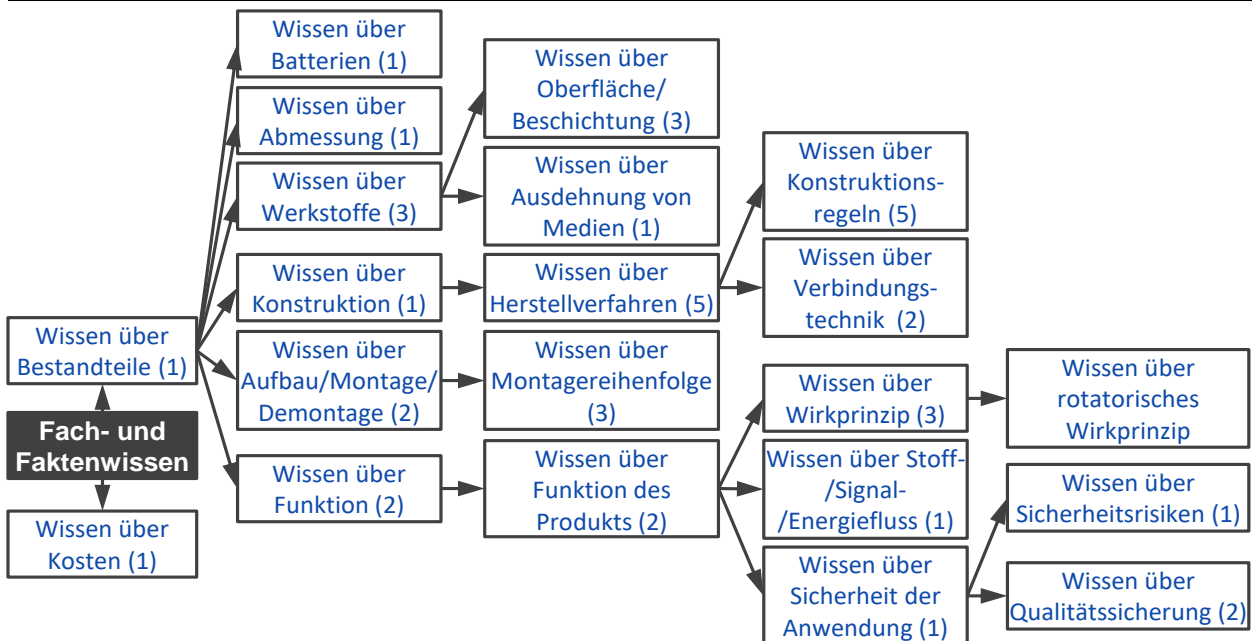
Wissenstyp: ERFAHRUNGSWISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen	
PHASE 1	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über Kundenverhalten	1	
		• Wissen über Kundenerwartungen	1	
		• Wissen über Handhabung	1	
		• Wissen über Bedienkomfort	1	
		• Wissen über Wertigkeit des Designs	1	
PHASE 2	4. Schritt: Activity diagram erstellen	• Wissen über Reinigung	1	
PHASE 4	1. Schritt: Kostenanalyse aufstellen	• Wissen über Demontage	1	
		2. Schritt: Demontage durchführen		
		a) Stückliste	• Wissen über Funktion	1
		c) Montageuntersuchung	• Wissen über Aufbau	1
	f) Experimente durchführen u. Messungen vornehmen	• Wissen über Detailausführungen	1	
		• Wissen über Kostenzusammensetzungen	1	
		• Wissen über Zukaufteile/Maschinenelemente	1	
		• Wissen über Eigenentwicklung (Vermutung)	1	
		• Wissen über Wichtigkeit einzelner Bauteile	1	



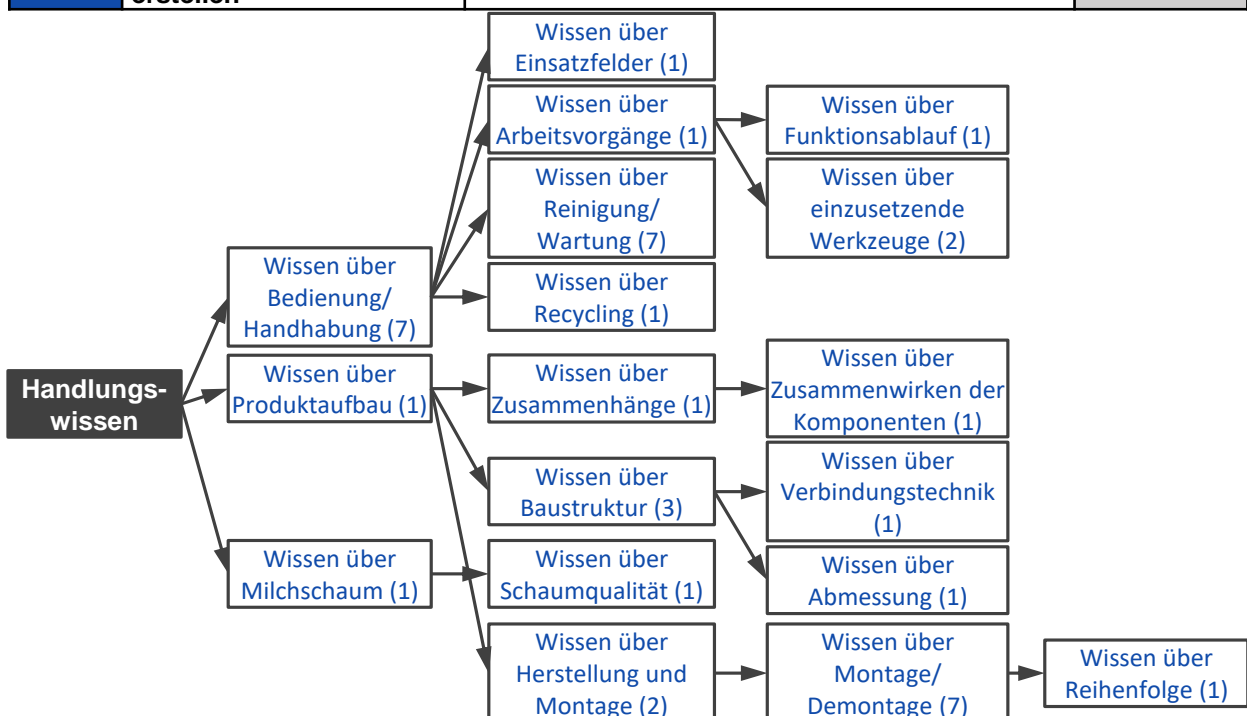
Wissenstyp: EXPERTENWISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über Bedürfnisse	1
PHASE 2	Demontage durchführen:		
	a) Stückliste	• Wissen über Herstellungsprozess	2
		• Wissen über Funktionen	1
		• Wissen über Materialien	1
		• Wissen über Energieversorgung und E-Motor	1
	d) SOP-Methode:	• Wissen über die Auswirkungen von Belastungen	1
	f) Experimente durchführen u. Messungen vornehmen	• Wissen über Detailausführungen	3
		• Wissen über Änderungsmöglichkeiten	1
PHASE 3	2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen	• Wissen über Zusammenhänge von Baugruppen und Funktionen	2
		• Wissen über Funktionen des Produkts	2
		• Wissen über Stoff-, Signal- und Energiefluss	2
	3. Schritt: Morphologischen Kasten erstellen	• Wissen über Wirkprinzipien	4
		• Wissen über E-Motorentechnik	2
	• Wissen über Konstruktionsregeln	1	
	• Wissen über Schaumzusammensetzung	1	
PHASE 4	1. Schritt: Kostenanalyse aufstellen	• Wissen über Kostenzusammensetzung	2
		• Wissen über Zukaufteile/Maschinenelemente	1



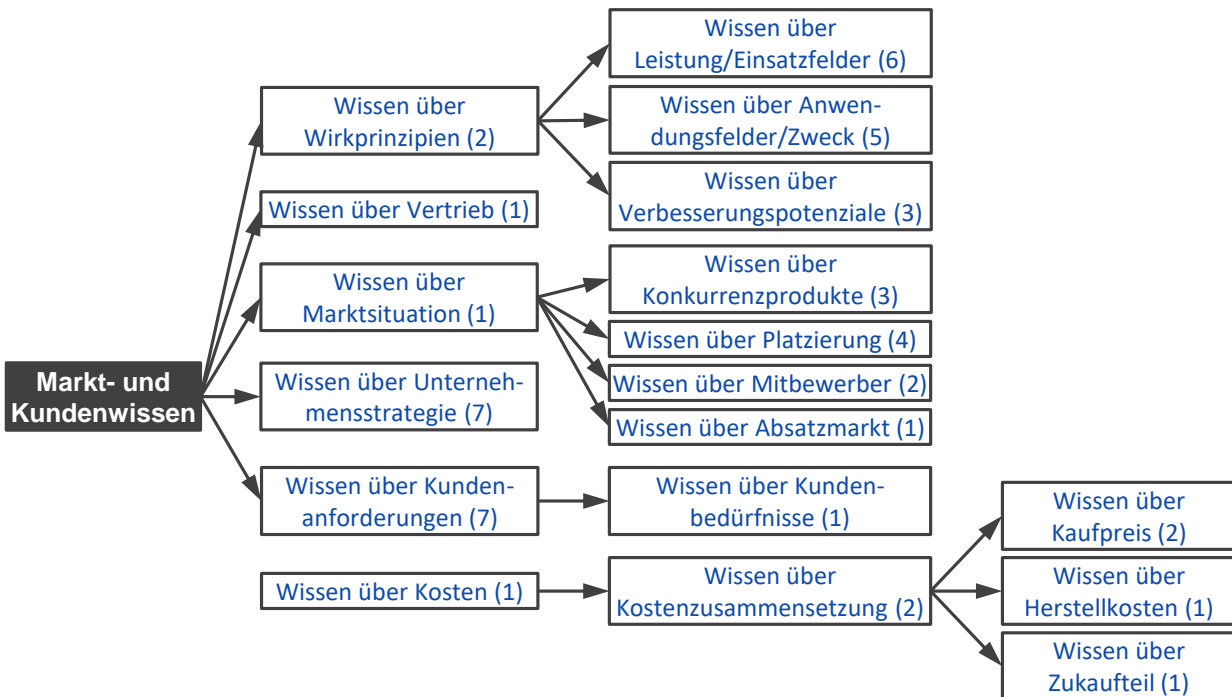
Wissenstyp:		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
FACH- UND FAKTENWISSEN			
PHASE 1	2. Schritt: Black Box Modell des Produkts erstellen	• Wissen über rotatorisches Wirkprinzip	1
	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über Ausdehnung von Medien	1
		• Wissen über Batterien	1
PHASE 2	1. Schritt: Demontage vorbereiten (Produktarchitektur)	• Wissen über Verbindungstechnik	1
	2. Schritt: Demontage durchführen	• Wissen über Konstruktion	1
		• Wissen über Herstellverfahren	1
	a) Stückliste	• Wissen über Herstellprozesse	4
		• Wissen über Werkstoffe	3
		• Wissen über Oberflächen/Beschichtung	3
		• Wissen über Abmessungen	1
		• Wissen über Bestandteile	1
	b) Explosionszeichnung	• Wissen über Montagereihenfolge	1
		• Wissen über Verbindungstechniken	1
	c) Montageuntersuchung	• Wissen über Montagereihenfolge	2
		• Wissen über Aufbau/Montage/Demontage	2
	d) SOP-Methode	• Wissen über Qualitätssicherungsaspekte	3
• Wissen über Funktion der Komponenten		2	
• Wissen über Sicherheitsrisiken		1	
f) Experimente durchführen u. Messungen vornehmen	• Wissen über Konstruktionsregeln	2	
	• Wissen über Qualitätssicherung	1	
PHASE 3	2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen	• Wissen über Funktionen des Produkts	2
	3. Schritt: Morphologischen Kasten erstellen	• Wissen über Stoff-, Signal- und Energiefluss	1
		• Wissen über Wirkprinzipien	3
		• Wissen über verschiedene Verbindungsarten	1
PHASE 4	1. Schritt: Kostenanalyse aufstellen	• Wissen über Kosten der einzelnen Komponenten	1



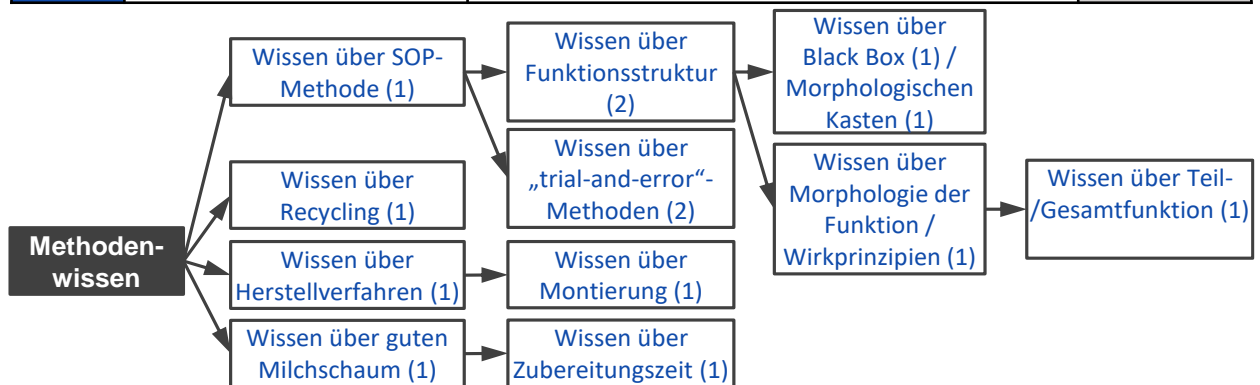
Wissenstyp: HANDLUNGSWISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	0. Schritt: Produktinformationen recherchieren	• Wissen über Betätigung	1
	2. Schritt: Black Box Modell des Produkts erstellen	• Wissen über Zusammenhänge	1
	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über Schaumqualität	1
		• Wissen über Reinigung	1
	4. Schritt: Activity diagram erstellen	• Wissen über Reinigung/Wartung	6
		• Wissen Bedienung	5
		• Wissen über Einsatzfelder	1
• Wissen über Milchschaum		1	
	• Wissen über Recycling	1	
PHASE 2	2. Schritt: Demontage durchführen		
	a) Stückliste	• Wissen über Herstellung Montage • Wissen über Abmessungen	2 1
	b) Explosionszeichnung	• Wissen über Baustruktur	3
		• Wissen über Aufbau-/Montage-/Demontagerihenfolge	2
	c) Montageuntersuchung	• Wissen über mehrere Montagereihenfolgen	6
		• Wissen über Arbeitsvorgänge der (De-)Montage	1
		• Wissen über einzusetzende Werkzeuge	1
• Wissen über Handhabung		1	
d) SOP-Methode	• Wissen über Zusammenwirken der Komponenten	1	
f) Experimente durchführen u. Messungen vornehmen	• Wissen über Fehlerursachen und Vermeidungsmaßnahmen	1	
PHASE 3	2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen	• Wissen über Funktionsablauf	1



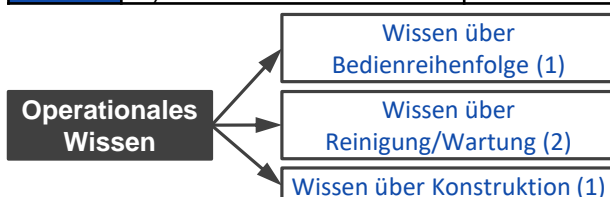
Wissenstyp: MARKT- UND KUNDENWISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	0. Schritt: Produktinformationen recherchieren	• Wissen über Marktplatzierung (Low-Budget-Produkt)	4
		• Wissen Mitwettbewerber	2
		• Wissen über Wirkprinzip	2
		• Wissen über Kaufpreis	2
		• Wissen über Absatzmarkt	1
		• Wissen über Kundenbedürfnisse	1
		• Wissen über Vertrieb	1
	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über Anwendungsfeld und Zweck	5
		• Wissen über Kundenanforderungen	4
		• Wissen über Verbesserungspotenziale	3
• Wissen über Herstellkosten		1	
PHASE 2	Demontage durchführen:		
	a) Stückliste	• Wissen über Kosten	1
	d) SOP-Methode:	• Wissen über Markt- und Kundenanforderungen	2
PHASE 4	1. Schritt: Kostenanalyse aufstellen	• Wissen über Unternehmensstrategie	5
		• Wissen über Kostenzusammensetzungen	2
		• Wissen über Konkurrenzprodukte	1
	2. Schritt: Wettbewerbsvergleich durchführen	• Wissen über Leistung/Einsatzfelder	6
		• Wissen über Unternehmensstrategie	2
		• Wissen über Kundensituation	1
		• Wissen über Marktsituation	1



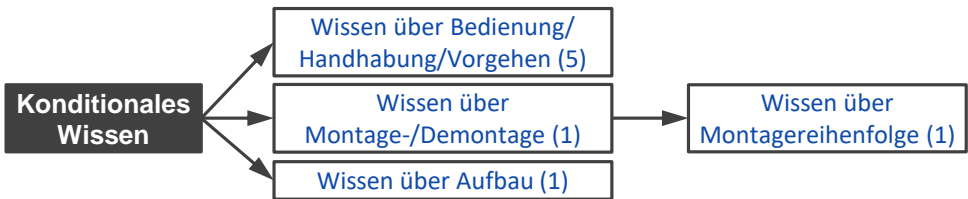
Wissenstyp: METHODENWISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	2. Schritt: Black Box Modell des Produkts erstellen	• Wissen über Erstellung eines Black Box Modells	1
	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über guten Milchschaum	1
		• Wissen über Zubereitungszeit	1
	4. Schritt: Activity diagram erstellen	• Wissen über Recycling	1
PHASE 2	2. Schritt: Demontage durchführen		
	a) Stückliste	• Wissen über Herstellverfahren	1
	c) Montageuntersuchung	• Wissen über Montieren	1
	f) Experimente durchführen u. Messungen vornehmen	• Wissen über „trial-and-error“-Methoden	1
PHASE 3	2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen	• Wissen über Funktionsablauf	2
		• Wissen über Teil- und Gesamtfunktionen	1
	3. Schritt: Morphologischen Kasten erstellen	• Wissen über Morphologie der Funktionen und Wirkprinzipien	1
		• Wissen über Erstellung eines morphologischen Kastens	1



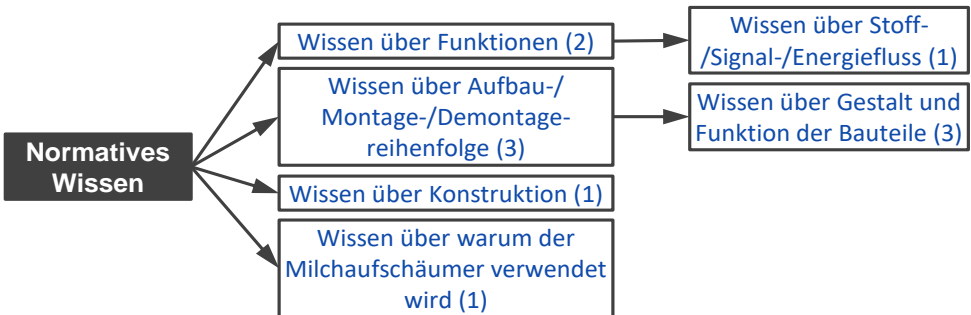
Wissenstyp: OPERATIONALES WISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	2. Schritt: Black Box Modell des Produkts erstellen	• Wissen über Bedienreihenfolge	1
	4. Schritt: Activity diagram erstellen	• Wissen über Reinigung/Wartung	2
PHASE 2	2. Schritt: Demontage durchführen		
	a) Stückliste	• Wissen über Konstruktion	1



Wissenstyp: KONDITIONALES WISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	2. Schritt: Black Box Modell des Produkts erstellen	• Wissen über Bedienung	1
	4. Schritt: Activity diagram erstellen	• Wissen über Handhabung/Vorgehen	4
PHASE 2	1. Schritt: Demontage vorbereiten (Produktarchitektur)	• Wissen über Demontage	1
	2. Schritt: Demontage durchführen		
	c) Montageuntersuchung	• Wissen über Montagereihenfolge	1
		• Wissen über Aufbau/Montage/Demontage	1



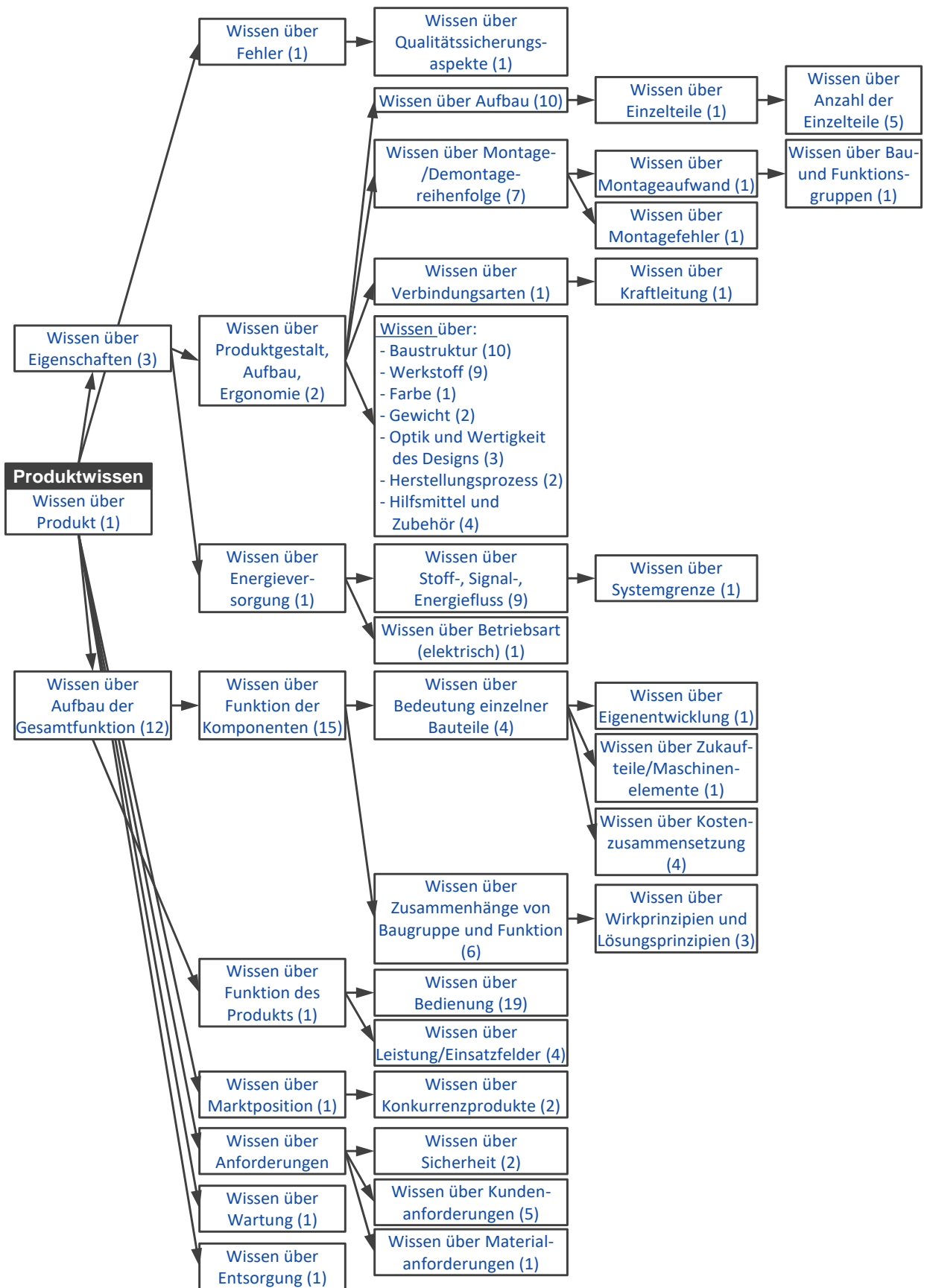
Wissenstyp: NORMATIVES WISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über Einsatzzwecke des Milchaufschäumers	1
PHASE 2	2. Schritt: Demontage durchführen		
	a) Stückliste	• Wissen über Konstruktion	1
	b) Explosionszeichnung	• Wissen über Aufbau-/Montage-/Demontagereihenfolge	3
	f) Experimente durchführen u. Messungen vornehmen	• Wissen über Gestalt und Funktion der Bauteile	3
PHASE 3	2. Schritt: Funktionsstruktur erstellen	• Wissen über Funktion des Produkts	2
		• Wissen über Stoff-, Signal-, Energiefluss	1



Wissenstyp: PRODUKTWISSEN		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PHASE 1	0. Schritt: Produktinformationen recherchieren	• Wissen über Produkt	1
		• Wissen über Werkstoffe	6
		• Wissen über Produktgestalt/Aufbau/Ergonomie	5
		• Wissen über Bedienung	3
		• Wissen über Farbe	1
		• Wissen über Funktion	1
		• Wissen über Gewicht	1
		• Wissen über Einsatzbereich	1
		• Wissen über Art der Energieversorgung	1
	2. Schritt: Black Box Modell des Produkts erstellen	• Wissen über Stoff-, Signal-, Energiefluss	9
		• Wissen über Aufbau und Gesamtfunktion	8
		• Wissen über Bedienung	2
		• Wissen über „Systemgrenze“	1
	3. Schritt: Kundenanforderungen durch Interview anhand des Produkts ermitteln	• Wissen über Bedienung	6
		• Wissen über Aufbau	2
		• Wissen über Optik und Wertigkeit des Designs	1
• Wissen über Sicherheit		1	
• Wissen über Kundenanforderungen		1	
• Wissen über Materialanforderungen		1	
• Wissen über Produkteigenschaften		1	
4. Schritt: Activity diagram erstellen	• Wissen über Bedienung	8	
	• Wissen über Leistung/Einsatzfelder	3	
	• Wissen über Optik und Wertigkeit des Designs	2	
	• Wissen über Sicherheit	1	
	• Wissen über Betriebsart (elektrisch)	1	
	• Wissen über Entsorgung	1	
	• Wissen über Wartung	1	
PHASE 2	1. Schritt: Demontage vorbereiten (Produktarchitektur)	• Wissen über Aufbau	8
		• Wissen über Funktion der Bauteile	1
		• Wissen über Montage und Demontage	1
		• Wissen über Bau- und Funktionsgruppen	1
	2. Schritt: Demontage durchführen		
	a) Stückliste	• Wissen über Baustruktur	4
		• Wissen über Funktionen der Bauteile	4
		• Wissen über Werkstoffe	3
		• Wissen über Anzahl der Bauteile	3
		• Wissen über Herstellprozesse	2
• Wissen über Gewicht der Bauteile		1	

Wissenstyp:		PE-Wissen über ...	Anzahl der Nennungen
PRODUKTWISSEN			
PHASE 2	b) Explosionszeichnung	• Wissen über Aufbau-/Montage-/Demontagereihenfolge	6
		• Wissen über Baustruktur	4
		• Wissen über Anzahl der Einzelteile	2
		• Wissen über Einzelteile	1
	c) Montageuntersuchung	• Wissen über Baustruktur	2
		• Wissen über Hilfsmittel und Zubehör	4
		• Wissen über Montageaufwand	1
		• Wissen über Montagefehler	1
	d) SOP-Methode	• Wissen über Aufgabe und Funktion der Komponenten	3
		• Wissen über Bedeutung jedes einzelnen Bauteils	3
• Wissen über Fehler		1	
f) Experimente durchführen und Messungen vornehmen	• Wissen über Details-/Elementarfunktionen der Bauteile	6	
	• Wissen über Optimierungspotenziale	2	
	• Wissen über Kundenanforderungen	2	
PHASE 3	<u>2. Schritt:</u> Funktionsstruktur erstellen	• Wissen über Zusammenhänge von Baugruppen und Funktionen	6
	<u>3. Schritt:</u> Morphologischen Kasten erstellen	• Wissen über Wirkprinzipien und Lösungsprinzipien	3
		• Wissen über Funktionen des Produkts	1
		• Wissen zu verschiedenen Verbindungsarten	1
PHASE 4	<u>1. Schritt:</u> Kostenanalyse aufstellen	• Wissen über Kostenzusammensetzung	4
		• Wissen über Eigenentwicklung	1
		• Wissen über Zukaufteile/Maschinenelemente	1
	<u>2. Schritt:</u> Wettbewerbsvergleich durchführen	• Wissen über Konkurrenzprodukte (Leistung, Preis)	2
		• Wissen über Produkteigenschaften	2
		• Wissen über Marktposition	1

Darstellung zum Wissenstyp Produktwissen



A.10 Betrachtete Wissenserhebungsmethoden

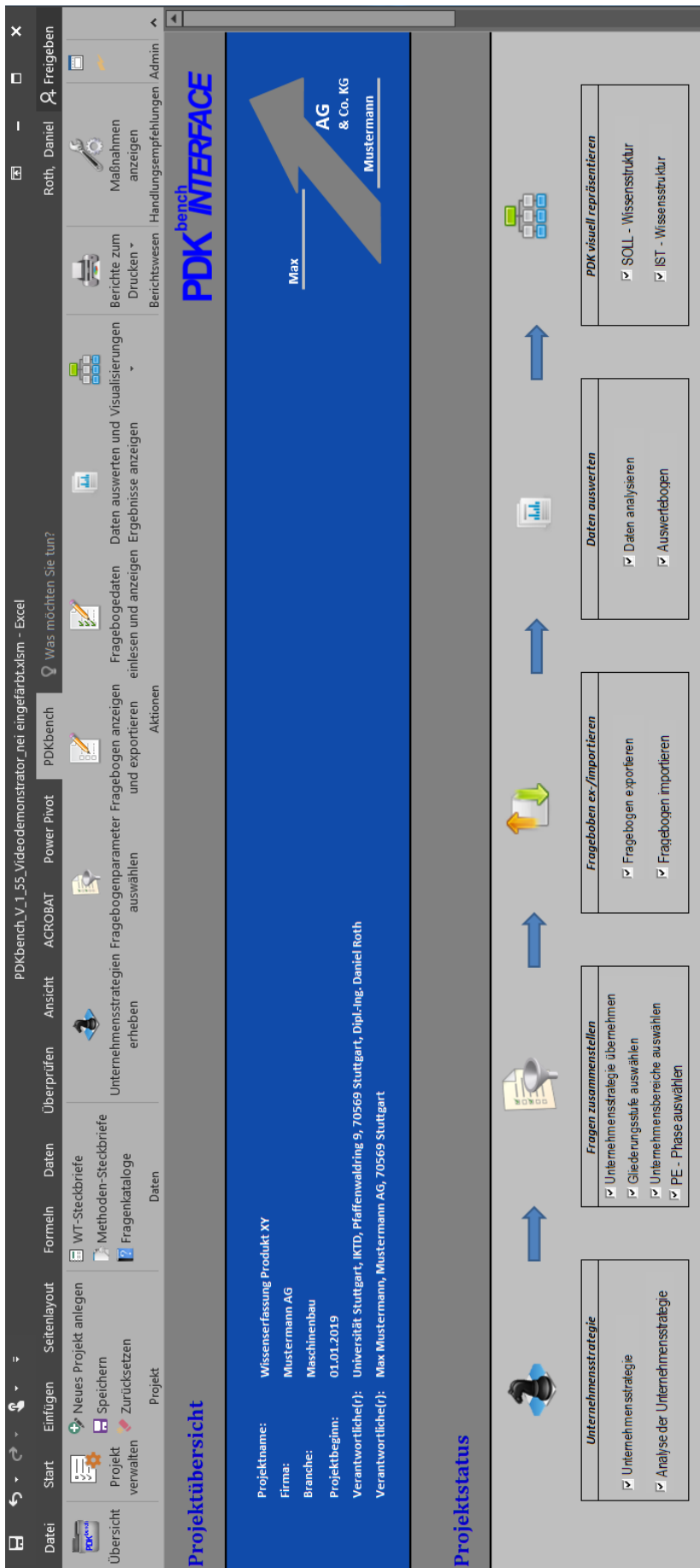
Cluster	Wissenserhebungsmethoden (WEM _{1...35})	
Interviewmethoden	WEM ₁	Unstrukturiertes Interview
	WEM ₂	Strukturiertes Interview
	WEM ₃	Fokussiertes Interview
Expertenbeobachtungsmethoden	WEM ₄	Protokollanalyse
	WEM ₅	Methode der typischen Aufgaben
	WEM ₆	Aufgaben mit limitierten Informationen für den Experten
	WEM ₇	Unterbrechen des Experten
	WEM ₈	Retrospektive Fallbeschreibungen
	WEM ₉	Hypothetische Fälle
	WEM ₁₀	Critical Incident Methode
	WEM ₁₁	Dialoge mit Kunden
Reviewtechniken	WEM ₁₂	Imaginäres Brainstorming
	WEM ₁₃	Bionik
	WEM ₁₄	Force Fit Spiele
Kognitiv-strukturierende Methoden	WEM ₁₅	Repertory Grid Technique
	WEM ₁₆	Concept Sorting
	WEM ₁₇	Analogiemethode
	WEM ₁₈	Struktur-Lege-Test
Sprachbasierte Methoden	WEM ₁₉	Story Telling
	WEM ₂₀	Gruppendiskussion
	WEM ₂₁	Interview (CIT)
Andere Methoden	WEM ₂₂	Schriftliche Befragung
	WEM ₂₃	Brainstorming
	WEM ₂₄	Delphi-Methode
	WEM ₂₅	Soziometrie
	WEM ₂₆	Inhaltsanalyse
	WEM ₂₇	Sekundäranalyse
	WEM ₂₈	Vorwärts-/Rückwärtssimulationen
	WEM ₂₉	Workshop
Prozesswissenserhebungsmethoden	WEM ₃₀	Dokumentenanalyse
	WEM ₃₁	Nutzung von Referenzmodellen
	WEM ₃₂	Beobachtung
	WEM ₃₃	Befragung
	WEM ₃₄	Systemverfeinerung
Systemmethoden	WEM ₃₅	Systemüberprüfung/-validierung

A.11 Detailbeschreibung der Fähigkeiten von Wissenserhebungsmethoden

Hinweis: Die Bezeichnungen sowie Beschreibungen dieser Tabelle basieren auf der Arbeit von Gründler [GRÜNDLER12, S. 47 ff.], die unter Anleitung des Verfassers der vorliegenden Arbeit erstellt wurden. Die wesentlichen Erkenntnisse wurden in Diskussionen und im Rahmen des üblichen wissenschaftlichen Austauschs gemeinsam erarbeitet.

Fähigkeitenbezeichnung	Kurzbeschreibung
F ₁ Überblick/Struktur	„Das Kriterium ‚Überblick/Struktur‘ gibt an, wie gut sich die Erhebungsmethode eignet, einen Überblick über das Fachgebiet zu geben und dessen Strukturen zu zeigen. Beispiele für einen hohen Wert sind kognitiv-strukturierende Methoden, da diese Methoden gezielt die Struktur ermitteln sollen. Dagegen erweist sich der Wert des Faktors bei der Expertenbeobachtung als sehr niedrig. Diese Methode zielt auf die Wissenserhebung einzelner Anwendungsfälle ab.“
F ₂ Detailtiefe	„Im Gegensatz zum Kriterium ‚Überblick/Struktur‘ gibt die ‚Detailtiefe‘ die Eignung an, Tiefenwissen aufzudecken. Hierbei hat die Expertenbeobachtung beispielsweise einen hohen Wert. Die Introspektion, bei der der Befragte nur eine Einschätzung gibt, ist für das Tiefenwissen eher ungeeignet.“
F ₃ Freiheit während der Methode	„Das Kriterium ‚Freiheit der Methode‘ soll zeigen, ob es möglich ist, während der Methode nachzufragen, das Thema in eine Richtung zu lenken oder die Erhebung in einer sonstigen Weise abzuändern. Hierbei stehen sich vor allem das unstrukturierte Interview, bei dem der Knowledge Engineer beliebig agieren kann, und das strukturierte Interview, das einen fest vorgegebenen Verlauf hat, gegenüber.“
F ₄ Strukturierte Vorgehensweise	„Im Gegensatz zur ‚Freiheit während der Methode‘ zeigt das Kriterium ‚Strukturierte Vorgehensweise‘ die Struktur des Vorgehens. Hier hat das strukturierte Interview einen hohen Wert und das unstrukturierte Interview einen niedrigen.“
F ₅ Beeinflussung des Experten durch WI	„Das Kriterium ‚Beeinflussung des Experten vom KE‘ zeigt auf, ob der Knowledge Engineer die Aussagen der Befragten beeinflussen kann. Vor allem beim Interview hat der Knowledge Engineer einen starken Einfluss auf den Befragten. Bei der Expertenbeobachtung hingegen gibt es keinen Einfluss, da einem Mitarbeiter eine Aufgabe gegeben wird, die er ohne Zwischenerklärungen lösen muss. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass eine hohe Beeinflussung erwünscht oder unerwünscht sein kann.“
F ₆ Problemlösungsprozess	„Das Kriterium ‚Problemlösungsprozess‘ gibt an, ob sich die entsprechende Methode eignet, um Wissenstypen zu bewerten, bei denen der Problemlösungsprozess eine entscheidende Rolle spielt (vor allem beim Handlungs- und operationalen Wissen, aber auch beim Expertenwissen). Ein Beispiel für eine Wissenserhebungsmethode mit besonders hohem Wert ist die Protokollanalyse.“
F ₇ Vergangenheitsbezug	„Das Kriterium ‚Vergangenheitsbezug‘ zeigt auf, ob es mit einer Methode möglich ist, Geschehnisse aus der Vergangenheit zu betrachten. Diese sind speziell bei der Erhebung von Erfahrungswissen und episodischem Wissen notwendig. Einen sehr hohen Wert haben die Retrospektive Fallbeschreibung sowie die Critical Incident Methode. Die Methode der Hypothetischen Fälle hingegen bietet keine Möglichkeit, gezielt Anwendungsfälle aus der Vergangenheit zu betrachten. Ziel dieser Methode ist Fälle zu kreieren, die eintreffen könnten, bisher aber nicht eingetroffen sein sollen.“
F ₈ Zukunftsbezug	„Das Kriterium ‚Zukunftsbezug‘ weist darauf hin, ob sich die jeweilige Wissenserhebungsmethode eignet, Anwendungsfälle zu berücksichtigen, die eintreffen werden oder könnten. Bisher wurde nur die Methode ‚Hypothetische Fälle‘ als solche identifiziert. Unmöglich ist diese Eigenschaft allerdings bei den Methoden mit Vergangenheitsbezug (Retrospektive Fallbeschreibung und Critical Incident Methode).“
F ₉ Konditionalität	„Das Kriterium ‚Konditionalität‘ wird durch die Fähigkeit der Wissenserhebungsmethode, nach dem „Was wäre wenn?“ zu fragen, berücksichtigt. Dieses ist vor allem Bestandteil der Methode Hypothetische Fälle, aber auch beim Unterbrechen der Experten durch Zwischenfragen möglich. Methoden mit Vergangenheitsbezug (Retrospektive Fallbeschreibung und Critical Incident Methode) scheiden für diese Fähigkeit aus. Wichtig ist diese Eigenschaft zur Erhebung konditionalen Wissen.“
F ₁₀ Normativität	„Das Kriterium ‚Normativität‘ verweist auf die Fähigkeit der Wissenserhebungsmethode, Begründungen für Handlungen und Aussagen, also normatives Wissen, aufzudecken. Diese Fähigkeit trifft vor allem auf die Vorwärts- und Rückwärts-simulation, aber auch teilweise auf Expertenbeobachtungsmethoden zu.“
F ₁₁ Aufdecken von implizitem Wissen	„Das Kriterium ‚Aufdecken von implizitem Wissen‘ zeigt auf, wie sehr sich die jeweilige Wissenserhebungsmethode dazu eignet, implizites Wissen, also verdecktes Wissen aufzudecken. Dies trifft vor allem bei der Expertenbeobachtung (vgl. [KARBACH88, S. 60]) zu. Eher ungeeignet sind Interviewmethoden, da der Befragte häufig sein Wissen ohne den jeweiligen Kontext nicht verbalisieren kann.“

A.12 Grafische Benutzeroberfläche des Softwareprototypen



A.13 Videotutorials des Softwareprototypen

Tutorials zu den einzelnen Kernmodulen des Softwareprototypen
<p>Modul 1: Überblick (3:39 Minuten)</p> <p>Hier wird ein Überblick über Funktionalitäten und Bedienung des Softwareprototypen geboten. https://youtu.be/hwCF8JRFE5M</p>
<p>Modul 2: Projektmanagement (3:19 Minuten)</p> <p>In Modul 2 erfolgt die Vorstellung der Funktionalitäten des Projektmanagements innerhalb der Software. Dabei werden die einzelnen Projektparameter sowie die Bedienung der Steuerelemente Schritt für Schritt erklärt. https://youtu.be/07o34ozvC3w</p>
<p>Modul 3: Steckbriefe (4:44 Minuten)</p> <p>In Modul 3 wird die Funktionalität der Steckbriefe innerhalb der Software dargestellt. Dabei werden die Wissenstypsteckbriefe sowie die Methodensteckbriefe erklärt. Die Wissenstypsteckbriefe enthalten Angaben zu den einzelnen Wissenstypen. Die Methodensteckbriefe informieren den Benutzer über die verschiedenen Wisenserhebungsmethoden von kontextstarken Wissenstypen. https://youtu.be/2tjhhA7a-XI</p>
<p>Modul 4: Fragenkataloge Teil 1 (08:04 Minuten) und Teil 2 (10:52 Minuten)</p> <p>In Modul 4 folgt die Erläuterung der allgemeinen Funktionalität der Fragenkataloge. Die in der Software beinhaltete Wissensbasis wird durch die verschiedenen Fragenkataloge dargestellt. Dabei können einzelne Wissensselemente der zugrundeliegenden Wissensstruktur (Wissensbasis) geändert, hinzugefügt oder gelöscht werden. Die für die Erhebung notwendigen Fragen können dem jeweiligen Wissensselement zugeordnet oder charakterisiert werden. https://youtu.be/yfritzHlwkCo</p> <p>Anhand eines kurzen Beispiels wird für den Wissenstyp <i>Faktenwissen</i> eine neue Wissensbasis (Fragenkatalog) erstellt. Ausgangspunkt ist das vorliegende semantische Netz der SOLL-Wissensstruktur. https://youtu.be/hidGx8R3M4Q</p>
<p>Modul 5: Unternehmensstrategie (6:09 Minuten)</p> <p>In Modul 5 wird die verfolgte Unternehmensstrategie und deren Verwendung innerhalb der Software dargestellt. Dabei sind im Softwareprototyp zwei verschiedene Fälle berücksichtigt. Zum einen kann die Unternehmensstrategie mit Hilfe einer Befragung erhoben werden und zum anderen kann diese bei vorgegebener Unternehmensstrategie direkt übernommen werden. https://youtu.be/bfL4TaeO-0Y</p>
<p>Modul 6: Fragebogenparameter (4:25 Minuten)</p> <p>In Modul 6 wird die Funktionsweise der Fragebogenparameterauswahl innerhalb der Software erläutert. Hierbei wird auf die einzelnen Parameter im Detail eingegangen sowie ihre Auswirkungen auf die spätere Erstellung des Fragebogens. https://youtu.be/N-2Mi36-s-k</p>
<p>Modul 7: Fragebögen (3:59 Minuten)</p> <p>In Modul 7 wird vorgeführt, wie aus den ausgewählten Fragen ein Fragebogen erstellt werden kann. Dieser wird im Anschluss inklusive Stammdaten-Fragebogen exportiert. Wenn die Anzahl der ausgefüllten und bearbeiteten Fragebögen übereinstimmt, können diese wieder in die Software importiert werden. https://youtu.be/5-B6KAHPbQ8</p>
<p>Modul 8: Daten auswerten (4:39 Minuten)</p> <p>In Modul 8 wird erläutert, wie die Datenbasis für die in Modul 7 importierten Fragebogendaten ausgewertet und bewertet wird. Automatisierbare Frage werden mit einem Bewertungsalgorithmus ausgewertet. Für Fragen mit KE-Eingriff bedarf es einer manuellen Bewertung durch einen Wissensingenieur. https://youtu.be/ED3eLtaBzWA</p>
<p>Modul 9: Visualisierungen (11:10 Minuten)</p> <p>Anhand der ausgewerteten Fragendatenbasis aus Modul 8, kann in Modul 9 die IST-SOLL-Wissensstruktur visuell repräsentiert werden. Automatisierbare (kontextschwache) Wissenstypen können direkt in einem separaten semantischen Netz dargestellt werden. Um die IST-Wissensstruktur zu vervollständigen, müssen noch die restlichen (kontextstarke) Wissenstypen erhoben werden. Dazu können vom Wissensingenieur verschiedene Erhebungsmethoden ausgewählt werden. Abschließen werden die Ergebnisse der Erhebungsmethoden vom Wissensingenieur eingetragen und komplettieren somit die IST-Wissensstruktur. https://youtu.be/7ibXbRblR9E</p>

Lebenslauf

Persönliche Angaben:

Name: Daniel Jörg Roth
Geburtsdatum, -ort: 07.06.1980, Frankfurt am Main
Staatsangehörigkeit: deutsch

Ausbildung

09/1986 – 07/1990 Taubenberg Grundschule, Idstein im Taunus
09/1990 – 07/1992 Limeschule Förderstufe, Idstein im Taunus
09/1992 – 07/1994 Pestalozzi-Gymnasium, Idstein im Taunus
09/1994 – 06/1999 Lise-Meitner-Gymnasium, Remseck am Neckar mit dem
Abschluss Allgemeine Hochschulreife
07/1999 – 06/2000 Zivildienst beim ASB Ludwigsburg – Einsatzplanung „soziale
Dienste“
10/2000 – 03/2006 Studium an der Universität Stuttgart,
Fachrichtung Technologiemanagement

Beruflicher Werdegang:

seit Mai 2006 – heute Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für
Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD),
Universität Stuttgart
seit März 2010 Gruppenleiter der Methodischen Produktentwicklung und
Ernennung zum Akademischen Rat am Institut für
Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD),
Universität Stuttgart
September 2012 Ernennung zum Akademischen Oberrat am Institut für
Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD),
Universität Stuttgart
Januar 2019 Ernennung zum Leiter Finanzen und Verwaltung sowie
stlv. Leiter Konstruktionstechnik