

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN  
Lehrstuhl für Produktentwicklung

# **Wissensorientierte Entwicklung von Produkt-Service-Systemen**

**Sebastian Alexander Schenkl**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität  
München zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktor-Ingenieurs**

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh  
Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann  
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier,  
Universität Paderborn

Die Dissertation wurde am 24.07.2014 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen  
am 17.04.2015 angenommen.



# VORWORT DES HERAUSGEBERS

## **Problemstellung**

Produkt-Service-Systeme (PSS) integrieren Sach- und Dienstleistungsanteile, die in einem gemeinsamen leistungsintegrierenden Prozess erstellt werden. Liegt der Fokus von Unternehmen der produzierenden Industrie beim Verkauf von Sachleistungen, so verschiebt sich dieser bei PSS-Anbietern auf den Verkauf von Nutzen. Hierdurch können die Kundenbedarfe besser erfüllt werden. Weitere Vorteile von PSS sind das Potenzial zur Differenzierung vom Wettbewerb sowie eine gesteigerte Nachhaltigkeit.

Um PSS erfolgreich am Markt anbieten zu können, benötigen deren Anbieter jedoch breiteres und tiefergehendes Wissen. Dieses ist in produzierenden Unternehmen jedoch häufig nicht vorhanden: Wissen über die Entwicklung von Dienstleistungen oder vertiefte Kenntnisse der kundeneigenen Geschäftsprozesse.

## **Zielsetzung**

Die zentrale Zielsetzung der Arbeit ist vor diesem Hintergrund die Erarbeitung einer Methodik zur wissensorientierten Entwicklung von PSS. Wissensorientierung bezieht sich hierbei auf zwei der Kernprozesse des Wissensmanagements, nämlich die Nutzung und Weiterentwicklung des Unternehmenswissens. Zum einen soll die synchrone Wissensentwicklung während der PSS-Entwicklung unterstützt werden, zum anderen sollen mithilfe der Methodik wissensintensive Dienstleistungsbestandteile des PSS konzipiert werden.

## **Ergebnisse**

Kernergebnis der Arbeit ist die Herleitung und Entwicklung einer Methodik zur wissensorientierten Entwicklung von PSS. Die Methodik besteht aus zwei miteinander verknüpften Prozessebenen: das Vorgehen zur PSS-Entwicklung sowie das parallele Wissensmanagement.

Die Basis der PSS-Entwicklung bildet ein zentrales Modell, das PSS-Ebenenmodell. Hierbei wird der Entwicklungsgegenstand auf der Zielebene, der Leistungsebene und der Technologieebene umfassend abgebildet. Innovationspfade über die Ebenen des Modells unterstützen die markt- bzw. technologieinduzierte Konzeptdefinition von PSS. Die Entscheidungsfindung wird durch die Ergebnisse einer literaturbasierten Untersuchung der Kundenakzeptanz von PSS unterstützt.

Die Wissensmodellierung erfolgt in Wissenslandkarten. Hierbei wird die Wissensstruktur abgebildet, repräsentiert durch Wissensinhalte, Wissensträger sowie dem Anwendungskontext. Die Erstellung der Wissenslandkarte erfolgt durch einen im Rahmen der Arbeit entwickelten und erprobten Ansatz zur Informationsakquisition. Eine Checkliste mit 42 Wissensinhalten von PSS-Anbietern unterstützt die Informationsakquisition. Zur Überprüfung der Datenqualität wurden zwei Strukturkennzahlen entwickelt.

Die Einzelschritte der Methodik wurden erfolgreich in mehreren Fallstudien in der Industrie angewandt. Durch die Erarbeitung korrekter und nützlicher Ergebnisse konnte die Anwendbarkeit des Ansatzes erfolgreich belegt werden.

### **Folgerungen für die industrielle Praxis**

Die Weiterentwicklung des Unternehmenswissens ist eine der zentralen Herausforderungen für die Transformation eines Unternehmens der produzierenden Industrie zu einem Anbieter von PSS. Die im Rahmen der Dissertation erarbeitete Methodik zur wissensorientierten Entwicklung von PSS integriert das Wissensmanagement in ein Entwicklungsvorgehen. Hierbei werden keine allgemeingültigen Empfehlungen gegeben, sondern das unternehmensindividuelle Wissensmanagement unterstützt. Die Methodik fördert die Entwicklung kundenwerter PSS-Konzepte. Daneben schafft die Anwendung der Methodik Transparenz über das vorhandene Unternehmenswissen, das zur Umsetzung des PSS-Konzepts benötigte Unternehmenswissen sowie die resultierende Wissenslücke aus der Differenz von vorhandenem und benötigtem Wissen. Die Anwendung der Methodik schafft ein vertieftes Bewusstsein für die Bedeutung von Wissen für die erfolgreiche Entwicklung von PSS. Das systematische Vorgehen fördert insgesamt die Erstellung objektivierter Ergebnisse, welche die fundierte Basis sowohl für die weitere Umsetzung des PSS-Konzepts als auch für die Investition in konkrete Maßnahmen der Wissensentwicklung darstellt.

### **Folgerungen für Forschung und Wissenschaft**

Die vorliegende Arbeit integriert das Wissensmanagement in eine Methodik zur Entwicklung von PSS. Hierbei werden etablierte Methoden des strukturellen Komplexitätsmanagements für die Modellierung von Unternehmenswissen adaptiert. Im Vergleich zu bisherigen Ansätzen werden hierbei nicht nur isolierte Wissensbereiche berücksichtigt, sondern das Unternehmenswissen umfassend adressiert.

Der umfassende Modellierungsansatz von PSS integriert die Zielsetzung des PSS, Sach- und Dienstleistungselemente sowie Technologien. Der Modellierungsansatz ermöglicht so eine umfassende Modellierung von PSS und begegnet so der Forschungslücke, dass Technologien im Kontext von PSS bisher nur in Ansätzen diskutiert wurden. Die Entwicklungsmethodik wird durch eine Untersuchung zur Kundenakzeptanz von PSS abgerundet. PSS werden zwar häufig mit der besseren Erfüllung von Kundenbedarfen motiviert, die tatsächliche Akzeptanz solcher Angebote wurde im B2B-Bereich bisher jedoch nur wenig betrachtet. Der Forschungsbeitrag der Dissertation liegt nicht zuletzt in einer der ersten wissenschaftlich fundierten Untersuchungen in diesem Bereich.

Garching, Mai 2015

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann  
Lehrstuhl für Produktentwicklung  
Technische Universität München

## DANKSAGUNG

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München in der Zeit von August 2009 bis Juli 2014.

Meinem Doktorvater Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann gilt mein besonderer Dank für das in mich gesetzte Vertrauen, gegebene Freiräume und seine Unterstützung während meiner Tätigkeit an seinem Lehrstuhl und der Erarbeitung der Dissertation.

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier vom Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn danke ich für die Übernahme der Zweitberichterstattung. Für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission und die damit verbundene organisatorische Abwicklung des Promotionsverfahrens danke ich Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh vom Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München.

Meinem Mentor, Prof. Dr.-Ing. Joachim Günther danke ich für das hilfreiche Feedback zu dieser Arbeit. Stellvertretend für alle Industriepartner der Evaluation danke ich Herrn Dr.-Ing. Georg Liedl von der KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH für die Ermöglichung der Fallstudien, die Unterstützung bei der Durchführung und das konstruktive Feedback.

Den ehemaligen Kolleginnen und Kollegen danke ich für die freundschaftliche Atmosphäre und die gute Zusammenarbeit in Forschungsprojekten und der Lehre. Dr.-Ing. David Hellenbrand führte mich als Pate in den Lehrstuhl ein, Dr.-Ing. Markus Petermann lotste mich zur Welt des Wissens.

Dank gilt auch meinen Projektkollegen Dr.-Ing. Clemens Hepperle, Robert Orawski, Daniel Kammerl, Danilo Schmidt, Constantin v. Saucken und Martina Wickel für die konstruktive und angenehme Zusammenarbeit in den gemeinsamen Forschungsprojekten. Ganz besonders danke ich meinem Projektleiter Dr.-Ing. Markus Mörtl für die anregende Arbeitsatmosphäre im Teilprojekt C2 des SFB 768.

Nicht zuletzt danke ich meinem langjährigen Bürokollegen, Herrn Florian Behncke, für ein stets offenes Ohr und eine anspornende Zusammenarbeit. Meinen Mitstreitern auf den letzten Metern, Torsten Metzler und Arne Herberg danke für den konstruktiven inhaltlichen Austausch zur Dissertation.

Den von mir betreuten Studentinnen und Studenten, von denen ich stellvertretend Herrn Felix Braun, Roman Sauer und Stefan Winkler nennen möchte, danke ich für den umfassenden Austausch zur wissensorientierten Entwicklung von Produkt-Service-Systemen.

Schließlich danke ich meinen Eltern, Franz und Gerlinde Schenk, für die immerwährende Förderung und den Rückhalt während meiner gesamten Ausbildung!



„Wer immer tut,  
was er schon kann,  
bleibt immer das,  
was er schon ist“

*Henry Ford*





## VORVERÖFFENTLICHUNGEN (CHRONOLOGISCH)

Schenkl, S. A.; Behncke, F. G. H.; Lindemann, U.: Assessing Procedures to Set up Protection Concepts against Product Counterfeiting. 18th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE). München, 2012.

Schenkl, S. A.; Schneider, D.; Mörtl, M.; Lindemann, U.: PSS for Preventing Product Imitation. In: Shimomura, Y. et al. (Hrsg.): The Philosopher's Stone for Sustainability. Berlin, Springer 2012, S. 483-488.

Wickel, M. C.; Schenkl, S. A.; Schmidt, D. M.; Hense, J.; Mandl, H.; Maurer, M.: Knowledge Structure Maps Based on Multiple Domain Matrices. InImpact: The Journal of Innovation Impact 5 (2013) 1. S. 5-16.

Schenkl, S. A.; Bruse, F.; Lindemann, U.: Wissensgetriebene Entwicklung nachahmungsrobuster Produkt-Service-Systeme. Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung 2013. Stuttgart, 2013.

Schenkl, S. A.; Behncke, F. G. H.; Hepperle, C.; Langer, S.; Lindemann, U.: Managing Cycles of Innovation Processes of Product-Service Systems. 2013 IEEE International Conference on Systems, Men and Cybernetics. Manchester, UK, 2013.

Maurer, M.: Forschungsbericht – Unternehmenswissen systematisch entwickeln. bayme vbm (Hrsg.) 2014, München.\*

Maurer, M.: Leitfaden – Unternehmenswissen systematisch entwickeln. bayme vbm (Hrsg.) 2014, München.\*

Schenkl, S. A.; Sauer, R. M.; Mörtl, M.: A Technology-centered Framework for Product-Service Systems. Procedia CIRP 16 (2014). S. 295-300.

Schenkl, S. A.; Schockenhoff, D.; Schmidt, D. M.; Maurer, M.: Knowledge Evaluation for PSS Providers. Procedia CIRP 16 (2014). S. 86-91.

Schenkl, S. A.; Rösch, C.; Mörtl, M.: Literature Study on Factors Influencing the Market Acceptance of PSS. Procedia CIRP 16 (2014). S. 98-103.

Saucken, C. C. v.; Schenkl, S.; Dahlmann, P.; Maurer, M.: Measures and Methods for Knowledge Management. 13th International Design Conference – DESIGN 2014. Dubrovnik, Kroatien, 2014.

Schmidt, D. M.; Schenkl, S. A.; Maurer, M.: Evaluation of Knowledge to Future-proof the Knowledge Base. 13<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2014. Dubrovnik, Kroatien, 2014.

\* Der Autor der vorliegenden Arbeit bearbeitete das Forschungsprojekt und verfasste die Veröffentlichung maßgeblich mit.



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation und Problembeschreibung	1
1.2 Zielsetzung und thematische Abgrenzung	4
1.3 Einordnung des Forschungsgebiets und Erfahrungshintergrund	5
1.4 Forschungsansatz	7
1.5 Struktur der Arbeit	9
<b>2. Grundlagen des Wissensmanagements</b>	<b>11</b>
2.1 Definition und Charakterisierung des Wissensbegriffs	11
2.2 Erfolgsfaktor Wissen	19
2.3 Wissensmanagement	20
2.4 Implikationen für die Arbeit	25
<b>3. Modellierung und Analyse komplexer Strukturen</b>	<b>27</b>
3.1 Modellierungsansätze des strukturellen Komplexitätsmanagements	27
3.2 Vorgehen des strukturellen Komplexitätsmanagements	30
<b>4. Grundlagen der Entwicklung von Produkt-Service-Systemen</b>	<b>33</b>
4.1 Produkt-Service-Systeme (PSS)	33
4.2 Wissen von PSS-Anbietern	45
4.3 Entwicklung von PSS	45
<b>5. PSS-Ebenenmodell</b>	<b>57</b>
5.1 Überblick und Modellzweck	57
5.2 Zielebene	58
5.3 Leistungsebene	59
5.4 Technologieebene	60
5.5 Zeit- und Varietätsdimension	63
5.6 Reflexion	63

---

<b>6. Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS</b>	<b>65</b>
6.1 Anforderungen an den Lösungsansatz	65
6.2 Vorgehensmodell	68
6.3 MDM-basierte Wissenslandkarte	70
6.4 Schritt 1: Gesamtkonzeption des PSS	75
6.5 Schritt 2: Erfassen des Ist-Wissens	84
6.6 Schritt 3: Wissensbasierte Konzeption von Dienstleistungen	93
6.7 Schritt 4: Ermitteln der Wissenslücke	97
6.8 Schritt 5: Maßnahmen der Wissensentwicklung	103
6.9 Reflexion der Methodik	106
<b>7. Evaluation des Lösungsansatzes</b>	<b>109</b>
7.1 BMW i3	109
7.2 BASF Automotive Refinish	113
7.3 Maschinenbau AG	116
7.4 Anlagenbau GmbH	120
7.5 Infrastruktur GmbH	125
7.6 Beurteilung des Lösungsansatzes hinsichtlich der gestellten Anforderungen	128
<b>8. Schlussfolgerungen und Ausblick</b>	<b>133</b>
8.1 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	133
8.2 Ausblick	135
<b>9. Literatur</b>	<b>137</b>
<b>10. Anhang</b>	<b>161</b>
10.1 PSS-Ziele	161
10.2 Checkliste Wissen von PSS-Anbietern	162
10.3 Checkliste produktbegleitende Dienstleistungen	169
10.4 Maßnahmen der Wissensentwicklung	171
10.5 Angeleitete Studienarbeiten im Kontext der Dissertation	172
<b>11. Dissertationsverzeichnis des Lehrstuhls für Produktentwicklung</b>	<b>173</b>

# 1. Einführung

*Die wissensorientierte Entwicklung von Produkt-Service-Systemen steht im Fokus der vorliegenden Dissertation. Das einführende Kapitel erläutert die zugrunde liegende Motivation und Problembeschreibung. Hieraus werden die Forschungsziele abgeleitet. Die Arbeit befindet sich in der Schnittmenge der Forschungsgebiete Produkt-Service-Systeme, Konstruktionsmethodik und Wissensmanagement. Abgestimmt mit dem Erfahrungshintergrund werden Forschungsparadigma und -methodik der Arbeit definiert. Abschließend wird der logische Aufbau der Arbeit beschrieben.*

## 1.1 Motivation und Problembeschreibung

Die Transformation des Marktangebots vom reinen Verkauf von Sachleistungen hin zum Angebot von Produkt-Service-Systemen (PSS), die sog. *Servitization*, bietet für die produzierende Industrie vielfältige Chancen. Die Integration von Sach- und Dienstleistungen in einem PSS verspricht sowohl erweiterten Nutzen für den Kunden als auch die Wettbewerbsfähigkeit des Anbieters zu verbessern [TUKKER 2004, S. 247]. Dem Kunden wird die Funktion oder Verfügbarkeit eines Produktes angeboten [WALLIN et al. 2013, S. 263]. Hierdurch wird ökonomisches Wachstum vom Ressourcenverbrauch entkoppelt, was die Nachhaltigkeit steigern kann [BAINES et al. 2007, TUKKER & TISCHNER 2006]. Ein Praxisbeispiel ist das „Total-Care-Package“ der Rolls-Royce plc: Das Unternehmen verkauft Fluggesellschaften „power-by-the-hour“ anstatt von Flugzeugtriebwerken. Das Eigentum der Triebwerke sowie deren Reparatur und Wartung verbleibt in diesem Fall beim Anbieter. Dem Kunden wird nach Betriebsstunden abgerechnete Antriebsleistung bereitgestellt [BAINES et al. 2007, S. 1543, CHIRUMALLA et al. 2013, S. 109].

Ein Erfolgsfaktor ist hierbei, das Unternehmenswissen in geeigneter Weise zu entwickeln. Das Angebot wird von transaktionsbasierten Dienstleistungen (wie z. B. Bereitstellung von Produktdokumentation und Verkauf von Ersatzteilen) hin zu kundenprozessorientierten und beziehungsbasierten Dienstleistungen (Übernahme der Verantwortung für Wartung und Reparatur von Flugzeugtriebwerken durch den Anbieter) entwickelt [vgl. OLIVA & KALLENBERG 2003, S. 167f.]. Dies impliziert den notwendigen Wandel des Unternehmenswissens: Während die Schlüsselressource produzierender Unternehmen im Wissen über die Entwicklung und Produktion von Sachleistungen liegt [WALLIN et al. 2013, S. 270], benötigen PSS-Anbieter Wissen über alle Phasen des Lebenszyklus [CHIRUMALLA et al. 2013]. Wenn die Kunden für die Nutzung eines Produkts bezahlen anstatt für das Eigentum, und Eigentum sowie die Verantwortung für Wartung und Reparatur beim PSS-Anbieter verbleiben, benötigt dieser ein hinreichendes Wissen über Lebenszykluskosten sowie damit verbundene Risiken [ERKOYUNCU et al. 2013].

Allgemein ist die Fähigkeit, Unternehmenswissen zu identifizieren, auszubauen und zu nutzen, ein kritischer Erfolgsfaktor für Unternehmen [NONAKA & TAKEUCHI 1995, PROBST et al. 2012]. Nach der Service-dominierten Logik des Marketing (engl. *service-dominant logic*) ist der

Nutzen aus der Anwendung speziellen Wissens das elementare Austauschobjekt in einer Geschäftsbeziehung [VARGO & LUSCH 2004]. Somit ist das verfügbare Wissen eine Quelle nachhaltiger Wettbewerbsvorteile [LUSCH et al. 2007, S. 7]. Die wissenschaftliche Forschung hat sich bisher wenig der Frage gewidmet, welche Wissensbedarfe PSS-Entwickler haben und welche Besonderheiten im Wissensmanagement in der PSS-Entwicklung zu berücksichtigen sind [VIANELLO 2011, S. 219].

Die wissensbezogene Situation für Unternehmen während der Servitization wird anhand des folgenden hypothetischen Beispiels illustriert. Das Motivationsbeispiel basiert auf den realen Gegebenheiten der Industrie im Rahmen des Erfahrungshintergrundes. Es illustriert sowohl die Grundidee von PSS und zeigt zu lösende Probleme und zu beantwortende Fragen während der PSS-Entwicklung auf, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit adressiert werden. Die Darstellung erfolgt im Story Telling-Ansatz. Hierbei werden komplexe Sachverhalte in Form von Geschichten weitergegeben. Durch die Einbettung in einen Kontext wird die Verständlichkeit gefördert [vgl. LEHNER 2012, S. 196f.].

*Die mittelständische WS GmbH entwickelt, produziert und vertreibt Wasserstrahlschneidemaschinen. In Wasserstrahlschneidemaschinen wird Wasser verdichtet und nach dem Austreten aus einer Düse zum Schneiden einer Vielzahl von Materialien verwendet. Zum Schneiden harter Materialien wird dem Wasserstrahl ein Abrasivmittel beigemischt. In den letzten Jahren wurde der Pumpendruck sukzessive gesteigert und so wurden Schnittgeschwindigkeit und -qualität verbessert. Mittlerweile sind die eingesetzten Technologien ausgereizt; Substitutionstechnologien sind nicht verfügbar. Das Unternehmen kann sich immer schwerer durch bessere Produktfunktionalität vom Wettbewerb differenzieren.*

*Die Gewinne des Unternehmens werden aktuell vor allem im Ersatzteilgeschäft erzielt. Der Verkauf von Ersatzteilen wird zunehmend durch Wettbewerber bedroht. Unternehmen drängen auf den Markt, die margenstarke Ersatzteile, wie die Düse, nachzubauen. Hersteller von Standardkomponenten bieten ihre Teile wesentlich günstiger an als die WS GmbH.*

*Um sich weiterhin vom Wettbewerb abzuheben und Nachahmungen auf dem Ersatzteilmarkt zu verhindern, beschließt das Unternehmen die Wasserstrahlschneidemaschinen den Kunden in einem Produkt-Service-System anzubieten. Es ist geplant, die Wasserstrahlschneidemaschinen in einem Pay-per-Use-Angebot zu vertreiben. Hierbei kauft der Kunde die Maschine nicht mehr, sondern bezahlt für die genutzten Maschinenstunden. Die komplette Verantwortung für die Sicherstellung der Einsatzbereitschaft, wie die Durchführung von Wartung und Reparaturen sowie die Bereitstellung von Ersatzteilen und Betriebsstoffen, verbleibt bei der WS GmbH. Daneben soll eine Beratungsleistung angeboten werden: Die Maschinenbediener der Kunden werden dabei unterstützt, die richtigen Maschinenparameter hinsichtlich Pumpendruck, Abrasivmittelbeimischung und Geschwindigkeitsverlauf in Abhängigkeit des zu schneidenden Werkstoffs und der Schnittgeometrie zu finden. So kann das Leistungspotenzial der Maschinen bestmöglich genutzt werden. Der Leiter der Servicesparte sieht die Herausforderung, dass nicht nur ein vom Kunden akzeptiertes, marktgerechtes PSS zu entwickeln ist, sondern dass auch das Wissen der eigenen Mitarbeiter parallel weiterzuentwickeln ist. Er beauftragt deshalb den zuständigen Projektleiter, ein Konzept für das PSS zu entwickeln und zu ermitteln, welches Unternehmenswissen wie aufzubauen ist.*

Der Projektleiter schlüsselt nun seine Aufgaben in eine Vielzahl an Teilproblemen auf: Werden die Kunden dieses PSS annehmen? Unter welchen Randbedingungen? Welche Dienstleistungen müssen neben dem Pay-per-Use-Modell zusätzlich angeboten werden, damit einerseits die Kundenwünsche befriedigt werden können und andererseits die Ziele der Wettbewerbsdifferenzierung und des Nachahmungsschutzes erreicht werden können? Welche Dienstleistungen kann die WS GmbH erbringen? Welches Wissen ist bei welchen Mitarbeitern hierzu notwendig? Ist das Wissen an anderen Stellen im Unternehmen schon vorhanden? Welche Methoden können dabei helfen, das fehlende Wissen zielgerichtet aufzubauen? Welche wissensbezogenen Chancen und Risiken ergeben sich für die PSS-Entwicklung? Der Projektleiter benötigt einen systematischen Ansatz, der ihn unterstützt, die Fragen zu beantworten.

Aus der oben beschriebenen Ausgangssituation ergibt sich das im Folgenden beschriebene Problemfeld. Die Problemsituation ist in Abbildung 1-1 zusammenfassend dargestellt.

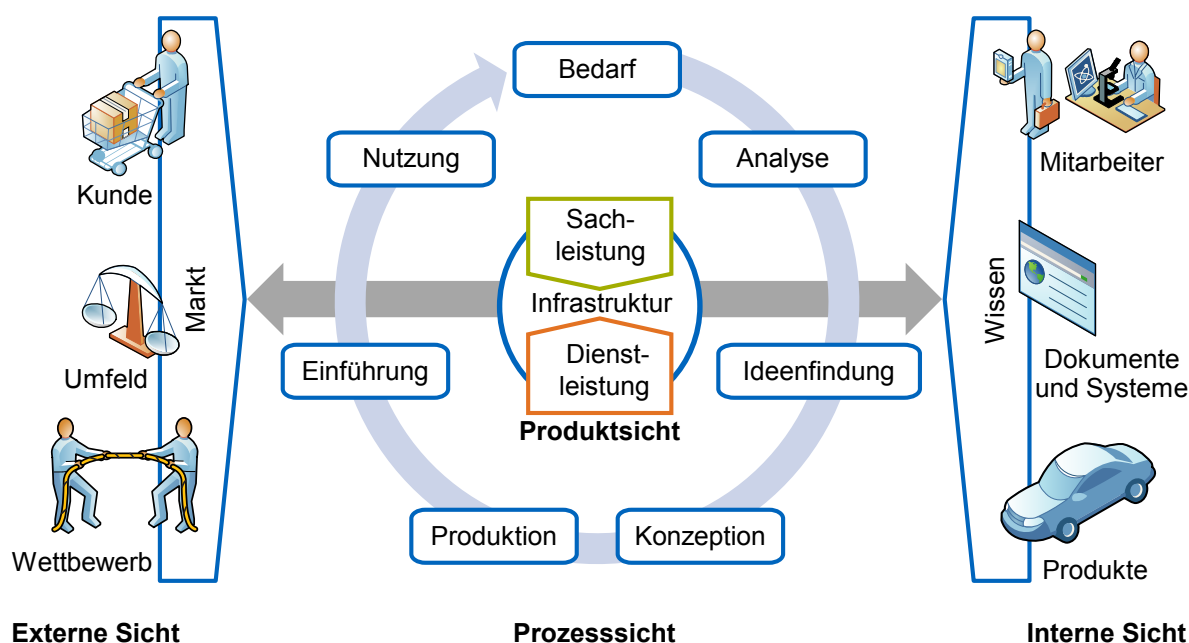


Abbildung 1-1: Spannungsfeld der wissensorientierten PSS-Entwicklung

Im Zentrum steht das PSS als Integration von Sach- und Dienstleistungen (Produktsicht). Die Sach- und Dienstleistungsanteile werden in einem gemeinsamen Innovationsprozess erbracht. Dieser wird im Verständnis des Sonderforschungsbereichs 768 (Zyklusmanagement von Innovationsprozessen – verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte) betrachtet. Der Innovationsprozess reicht hierbei vom Entstehen von Kundenbedarfen über deren Analyse, die Ideenfindung, Konzeption, Produktion, Markteinführung bis hin zur Nutzung des PSS [vgl. SCHENKL et al. 2013a, S. 919, LANGER & LINDEMANN 2009, S. 1-542].

Das PSS sowie dessen Innovationsprozess befinden sich im Spannungsfeld zwischen dem Unternehmenswissen (Unternehmens-interne Sicht) und dem Markt (externe Sicht). Das Unternehmenswissen umfasst hierbei Wissen der Mitarbeiter (sowohl individuell als auch kollektiv in der Zusammenarbeit einzelner Mitarbeiter), Wissen in Dokumenten und Systemen sowie Wissen in Produkten [vgl. PETERMANN 2012, S. 71].

In der Marktsicht sind drei Faktoren hervorzuheben: der Kunde, das Unternehmensumfeld sowie der Wettbewerb. Innovationen und damit auch PSS sind an den Kundenbedürfnissen auszurichten. Daneben müssen PSS als Innovationen im Wettbewerb bestehen, also nachhaltige Wettbewerbsvorteile bieten [vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 68f.]. In der externen Sicht sind darüber hinaus weitere Kontextfaktoren des Unternehmensumfeldes zu berücksichtigen, beispielsweise Ökologie oder gesetzliche Rahmenbedingungen [LANGER & LINDEMANN 2009, S. 1-545].

Wie oben beschrieben, sind das Vorhandensein von Wissen sowie der Umgang mit Wissen sowohl Herausforderungen der Servitization als auch der zentrale Erfolgsfaktor von Unternehmen. Hieraus ergibt sich der Bedarf nach einem speziellen Wissensmanagement für PSS-Anbieter. In der PSS-Entwicklung sind die Anforderungen und Rahmenbedingungen des Marktes zu berücksichtigen. Hieraus leitet sich die zentrale Zielsetzung dieser Arbeit ab, nämlich PSS unter Berücksichtigung der Aspekte der internen und externen Sicht zu entwickeln. Aufbauend auf der geschilderten Problemstellung werden im Folgenden die Zielsetzung dieser Arbeit detailliert und der Forschungsgegenstand abgegrenzt.

## 1.2 Zielsetzung und thematische Abgrenzung

Die Hypothese dieser Arbeit ist, dass die Integration eines durchgängigen Wissensmanagements in die PSS-Entwicklung das Potenzial bietet, Effizienz und Effektivität zu steigern. Effizienz bezieht sich auf das Verhältnis von Aufwand und Nutzen, adressiert also primär die Prozesssicht. Effektivität bezieht sich auf das erzielte Ergebnis und damit auf die Produktsicht als Ergebnis des Entwicklungsprozesses.

Die übergeordnete Zielsetzung dieser Arbeit ist es, eine wissensorientierte Entwicklungsmethodik für PSS aufzustellen. Wissensorientiert bedeutet hierbei, dass die PSS-Entwicklung sowohl am vorhandenen Unternehmenswissen ausgerichtet wird und, dass parallel zur PSS-Entwicklung, das Unternehmenswissen abgestimmt weiterentwickelt wird. Die zu erarbeitende Methodik integriert also PSS-Entwicklung und das zugehörige Wissensmanagement. Eine Methodik besteht aus einem übergreifenden Vorgehensmodell sowie zugehörige Methoden und Werkzeuge. Methoden sind operativ anwendbare, präskriptive Handlungsanweisungen, mit deren Hilfe ein bestimmtes Ziel erreicht werden soll [LINDEMANN 2009, S. 57, EHRENSPIEL & MEERKAMM 2013, S. 146]. Aus der übergeordneten Zielsetzung lassen sich Teilziele ableiten, die im Folgenden erläutert sind.

Für ein grundlegendes Verständnis des Themengebiets ist der Wissensbegriff zu charakterisieren. Darauf aufbauend ist eine wissensbezogene Charakterisierung von PSS zu erarbeiten. Hierbei ist auch die Rolle von Technologien in PSS zu berücksichtigen. Technologie ist wissensbezogen definiert als „*Wissen über Lösungswege zur technischen Problemlösung*“ [BULLINGER 1994, S. 33]. Eine umfassende Betrachtung der wissensorientierten Entwicklung von PSS berücksichtigt also auch Technologien.

Für ein tiefergehendes Verständnis von PSS als Entwicklungsgegenstand der PSS-Entwicklungsmethodik ist eine Repräsentation der Produktsicht in einem integrierten PSS-Modell zu erstellen. Auf dieser Basis wird die Methodik der wissensorientierten PSS-Entwicklung er-



arbeitet. Hierbei sind aus Sicht des Wissensmanagements zwei Ziele zu adressieren. Ein Teilziel ist es, die PSS-Entwicklung und Erbringung durch eine abgestimmte Wissensentwicklung zu unterstützen. Daneben werden wissensintensive PSS durch Nutzung des vorhandenen Unternehmenswissens entwickelt.

Ziel des Lösungsansatzes ist es, Anbieter technischer Produkte bei der Servitization (also der Weiterentwicklung der betrieblichen Leistung von Sachgütern hin zu PSS) zu unterstützen. Hieraus leitet sich der Fokus auf die produzierende Industrie ab. Das PSS wird ausgehend von einer existierenden Sachleistung entwickelt. In der Literatur wird häufig gefordert, dass die Art und Weise, wie ein Kundenbedarf erfüllt wird, zu Beginn einer PSS-Entwicklung offen sein sollte. Jedoch spiegelt die Grundannahme der Servitization die im Rahmen des Erfahrungshintergrundes vorgefundene Realität der produzierenden Industrie wider.

Der Fokus des Lösungsansatzes liegt auf technischen, prozessualen und wissensbezogenen Aspekten. Finanzielle Aspekte wie Kosten oder mögliche Erlöse sowie das zugrunde liegende Geschäftsmodell werden nur soweit betrachtet, wie sie für die weiteren Ausführungen notwendig und hilfreich sind. Ein Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf dem Wissensmanagement. Weitergehende organisationsbezogene Aspekte, wie beispielsweise der notwendige Wandel der Unternehmensorganisation oder der Unternehmenskultur, werden nicht betrachtet. Um die Komplexität des Forschungsgegenstandes beherrschbar zu machen, wird die Erbringung von PSS in Wertschöpfungsnetzwerken nicht untersucht. Bei einer detaillierten Untersuchung von Wertschöpfungsnetzwerken wäre nicht nur die Integration von Dienstleistungsanbietern zu berücksichtigen [vgl. AURICH ET AL. 2006], sondern auch die engere Kooperation mit dem bestehenden Lieferantennetzwerk [vgl. MARTINEZ et al. 2010, S. 12]

Neben den beschriebenen Zielen soll der zu erarbeitende Lösungsansatz unter den folgenden Randbedingungen anwendbar sein. Der Fokus der Unterstützung liegt auf kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) der produzierenden Industrie im Business-to-Business-Bereich (B2B). B2B bedeutet, dass sowohl Anbieter als auch Nachfrager einer Leistung Unternehmen sind [WÖHE & DÖRING 2010, S. 185]. KMU sind, nach der Definition der Europäischen Kommission, Unternehmen mit unter 250 Beschäftigten sowie einem Jahresumsatz unter 50 Mio. € oder einer Jahresbilanzsumme unter 43 Mio. € [EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, S. 14]. KMU zeichnen sich durch eine Reihe von spezifischen Eigenschaften aus, wie flache Hierarchien oder kurze und wenig formalisierte Informationswege. Diese und weitere Eigenschaften werden auf Basis diverser Literaturquellen von HELTEN [2014, S. 78] diskutiert.

### **1.3 Einordnung des Forschungsgebiets und Erfahrungshintergrund**

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der wissensorientierten Entwicklung von PSS. Wie in Abbildung 1-2 dargestellt, befindet sich dieses Thema innerhalb der Schnittmenge der Forschungsgebiete Produkt-Service-Systeme, Konstruktionsmethodik und Wissensmanagement. Im Folgenden wird diese Einordnung detailliert erläutert. Der Erfahrungshintergrund legt dar, in welchem Forschungskontext die vorliegende Arbeit entstanden ist.

Die Konstruktionsmethodik (engl. *engineering design*) befasst sich mit dem Entwickeln technischer Systeme unter Anwendung von Erkenntnissen der Konstruktionswissenschaft und Denkpsychologie sowie Erfahrungen der Konstruktionspraxis. Ziel ist, Konstrukteure durch

Vorgehensmodelle, Methoden und Strategien zu unterstützen und somit eine systematische Produktentwicklung zu fördern [PAHL et al. 2006, S. 10f.].

Das Forschungsgebiet der PSS wird von VELAMURI et al. [2011] charakterisiert. Die Autoren identifizieren die unterschiedlichen Teilgebiete sowie enthaltene Forschungsthemen. Hierfür definieren die Autoren unterschiedliche Sichten auf PSS. Für diese Arbeit sind die folgenden Aspekte relevant: Die strategische Sicht auf PSS beschäftigt sich mit Wettbewerbsvorteilen und Hindernissen. Kundenakzeptanz ist ein Inhalt der Marketingsicht. Die Innovationsicht auf PSS beschäftigt sich mit der Servitization sowie dem Innovationsmanagement. Die organisatorische Sicht befasst sich unter anderem mit dem Unternehmenswissen. Diese speziellen Wissensmanagementansätze im Kontext der Erbringung von PSS bilden die Schnittmenge mit dem Wissensmanagement. Wissensmanagement zielt auf die Gestaltung des Erfolgsfaktors Wissen ab. In der Schnittmenge von Konstruktionsmethodik und PSS befindet sich die Entwicklungssicht auf PSS, die Entwicklungsprozesse und Entwurfparameter von PSS adressiert. Die für diese Arbeit relevante Schnittmenge zwischen Konstruktionsmethodik und Wissensmanagement liegt im Wissensmanagement in Entwicklungsprozessen. Die wissensorientierte Entwicklung von PSS ist in die Schnittmenge dieser drei Sichten einzuordnen. Im Fokus dieser Arbeit liegt die wissensorientierte Entwicklung von PSS, im Sinne eines Wissensmanagements für die PSS-Entwicklung unter Anwendung von Erkenntnissen der Konstruktionsmethodik.

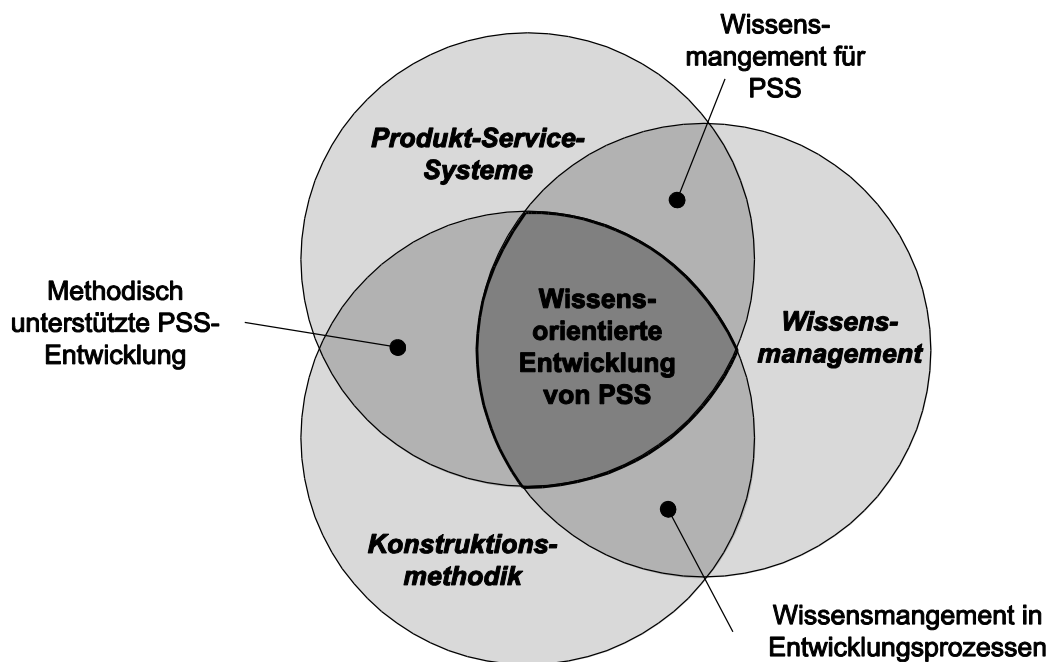


Abbildung 1-2: Einordnung des Forschungsgebiets

Inhaltlich ordnet sich die vorliegende Arbeit in den von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereich (SFB) 768 „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen – Verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte“ ein. Das Verbundprojekt hat die Zielsetzung, Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung von Innovationsprozessen von PSS zu erforschen. Hierdurch sollen Unternehmen befähigt werden, PSS effizienter, effektiver und flexibler zu entwickeln. Der übergeordnete Lösungsansatz ist dabei das Zyklusmanagement. Zyklen sind definiert als wiederkehrende Verlaufsmuster in

Innovationsprozessen oder deren Kontext. Beispiele hierfür sind sich ändernde Kundenbedarfe, Gesetzesänderungen, der PSS-Lebenszyklus, der Innovationsprozess oder auch das Unternehmenswissen. Das Zyklenmanagement adressiert hierbei die Planung, Steuerung oder Kontrolle von Zyklen und ihren gegenseitigen Abhängigkeiten [SCHENKL et al. 2013a, LINDEMANN 2011]. Der Fokus der vorliegenden Arbeit ist die wissensorientierte Entwicklung von PSS, als eine Phase des Innovationsprozesses unter besonderer Berücksichtigung des Einflussfaktors Unternehmenswissen. Mit dem Lösungsansatz wird zum Gesamtziel des SFB 768 beigetragen, nämlich die Effizienz und Effektivität von Innovationsprozessen von PSS durch geeignete Methoden und Werkzeuge zu unterstützen.

Die zentralen Inhalte der Arbeit fußen auf den Erfahrungen des Autors im Rahmen der Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München. Die Ausarbeitung eines wesentlichen Teils des Lösungsansatzes basiert auf Forschungsarbeiten aus dem Teilprojekt C2 des SFB 768. Das Teilprojekt erarbeitet eine Entscheidungsmethodik zur Planung von PSS-Portfolios. Die Arbeiten zur Kundenakzeptanz von PSS, das PSS-Ebenenmodell sowie die wissensbasierte Konzeption von Dienstleistungen wurden als Teil des Forschungsprojekts erstellt. Auch die entsprechenden Fallstudien wurden im Rahmen des SFB 768 durchgeführt. Die wissensmanagementbezogenen Elemente des Lösungsansatzes wurden auf Basis der Erfahrungen aus dem durch die KME Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH geförderten Forschungsprojekt „Unternehmenswissen systematisch entwickeln“ erarbeitet. Im Rahmen des Projektes wurde ein Ansatz zur Wissensentwicklung erarbeitet. Hierbei wurde das vorhandene Unternehmenswissen in einer Wissenslandkarte kartografiert, das zukünftig erforderliche Unternehmenswissen antizipiert und so der Wissensentwicklungsbedarf abgeleitet. Aus den genannten Forschungsprojekten entstanden mehrere Veröffentlichungen, die auf internationalen Konferenzen mit Forschern aus dem Fachgebiet und angrenzenden Themenfeldern aus wissenschaftlicher Perspektive diskutiert wurden. Weiterhin wurden die wissensmanagementbezogenen Bestandteile des Lösungsansatzes sowie eine der Fallstudien auf einer industriellen Fachtagung mit potenziellen Anwendern diskutiert. So konnten die Ergebnisse aus wissenschaftlicher und praktischer Sicht abgesichert werden. Unterstützt wurde die Erarbeitung des Lösungsansatzes sowie dessen Evaluation durch verschiedene Studienarbeiten. Die Arbeiten wurden durch den Autor dieser Arbeit durch Definition der Aufgabenstellung, laufende Anleitung und Betreuung sowie Diskussion von Zwischenergebnissen und Endergebnis der Studienarbeiten unterstützt. Die Arbeiten sind in Anhang 10.5 aufgeführt.

## 1.4 Forschungsansatz

Der vorliegenden Arbeit liegt das Forschungsparadigma des Interpretivismus zugrunde. Das Ziel des interpretativen Ansatzes ist es, die Komplexität sozialer Systeme zu erforschen und so ein interpretierendes Verständnis zu erzielen. Forschungsergebnisse sind das Resultat der Interpretation qualitativer Daten in einem bestimmten Kontext. Grundannahme ist hierbei, dass soziale Systeme nicht objektiv erfassbar sind, sondern nur subjektiv durch die eigene Wahrnehmung geprägt. Weitere zentrale Annahmen des Interpretivismus werden im Folgenden erläutert. Die epistemologische Annahme besagt, dass valide Erkenntnisse aus subjektiven Aussagen von Studienteilnehmern abgeleitet werden. Der Forscher berücksichtigt, dass Forschung

subjektiv ist und Erkenntnisse durch das eigene Werteverständnis beeinflusst sind. Im Interpretivismus wird tendenziell eine kleine Problemgröße in ihrer natürlichen Umgebung untersucht. Ergebnisse des interpretativen Ansatzes zeichnen sich durch eine hohe Validität und geringe Reliabilität aus. Validität ist hierbei das Ausmaß, in dem die Forschungsergebnisse das betrachtete Phänomen beeinflussen. Reliabilität bezieht sich auf die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Abgeleitet von der ontologischen Annahme ist Reliabilität nur schwer zu erreichen: Erkenntnisse können für hinreichend ähnliche Situationen generalisiert werden, jedoch nicht darüber hinaus [COLLIS & HUSSEY 2014, S. 44ff.].

Die Arbeit behandelt die wissensorientierte Entwicklung von PSS. Entwicklung ist ein komplexes, vielschichtiges Phänomen. Personen entwickeln in einem Prozess ein Produkt unter Anwendung von Wissen, Methoden und Werkzeugen in einer Organisation mit ihrem mikro- und makroökonomischem Kontext [vgl. BLESSING & CHAKRABARTI 2009, S. 2]. Entwicklung kann somit als soziales System betrachtet werden, insbesondere wenn das Wissen der Akteure betrachtet wird. Deshalb werden in dieser Arbeit die entsprechenden Implikationen auf Forschungsmethodik und -erkenntnisse berücksichtigt.

Aus dem Forschungsparadigma wurde die Forschungsmethodik abgeleitet. Das übergeordnete Vorgehen ist an die Design Research Methodology nach BLESSING & CHAKRABARTI [2009] angelehnt. Diese aus der Konstruktionsmethodik stammende Forschungsmethodik umfasst vier Schritte, die teils iterativ durchlaufen werden. Der forschungsmethodische Ansatz ist zusammenfassend in Abbildung 1-3 dargestellt.

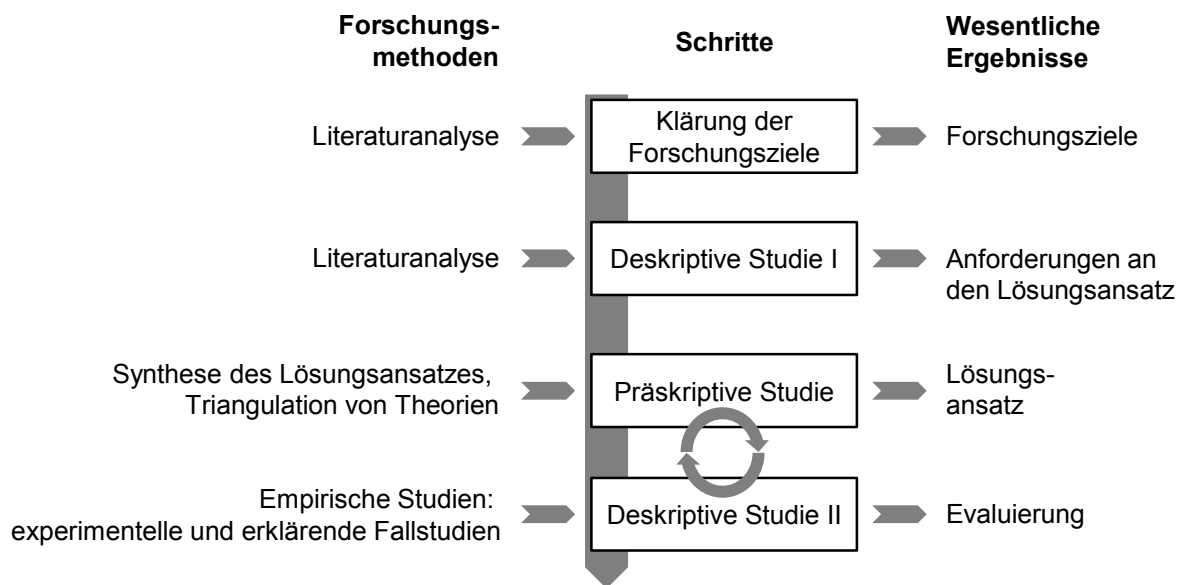


Abbildung 1-3: Forschungsmethodischer Ansatz in Anlehnung an BLESSING & CHAKRABARTI [2009, S. 15]

Zu Beginn wurde eine Literaturstudie zur Begriffsdefinition und -charakterisierung sowie zur Identifikation und Eingrenzung des Handlungsbedarfs durchgeführt. Auch die konkreten Anforderungen an den Lösungsansatz wurden literaturbasiert erarbeitet. Auf dieser Basis wurden die problemrelevanten Kerncharakteristika von PSS als Repräsentation der Produktsicht auf PSS aggregiert. Als weiteren Bestandteil der Synthese wurde die präskriptive Methodik zur

wissensorientierten Entwicklung von PSS entworfen. Als Forschungsmethode wurde die Triangulation eingesetzt. Triangulation bedeutet, dass Theorien aus einer bestimmten Disziplin in einer anderen Disziplin eingesetzt werden [vgl. COLLIS & HUSSEY 2014, S. 71]. In der Arbeit wurden für den Lösungsansatz unter anderem bestehende Ansätze aus der Konstruktionsmethodik, dem Wissensmanagement und der Lernforschung adaptiert. Es wurden sowohl experimentelle als auch erklärende Fallstudien durchgeführt. Experimentelle Fallstudien zielen darauf ab, die Schwierigkeiten in der Implementierung sowie den Nutzen aus der Anwendung neuer Lösungsansätze zu erforschen. In erklärenden Fallstudien wird eine Theorie dazu herangezogen, um einen Sachverhalt zu verstehen und zu erklären [COLLIS & HUSSEY 2014, S. 68f.]. Das PSS-Ebenenmodell wurde in erklärenden Fallstudien eingesetzt, die Methodik zur wissensorientierten PSS-Entwicklung in mehreren experimentellen Fallstudien angewandt. Aus den Erkenntnissen der Fallstudien wurde die Methodik iterativ weiterentwickelt und so ein in der Praxis anwendbarer und nutzenstiftender Ansatz entwickelt.

## 1.5 Struktur der Arbeit

Der gewählte Forschungsansatz spiegelt sich in der Struktur dieser Arbeit wider. Einen Überblick über die Struktur gibt Abbildung 1-4.

Das vorangehende Kapitel 1 motiviert und skizziert die im Rahmen der vorliegenden Arbeit bearbeitete Problemstellung. Es werden die Ziele aufgestellt und der Fokus der Arbeit abgegrenzt. Die Arbeit wird in die drei Forschungsgebiete Konstruktionsmethodik, Wissensmanagement und Produkt-Service-Systeme eingeordnet. Abschließend wird der Forschungsansatz erläutert, also das wissenschaftliche Vorgehen, um den Lösungsansatz zu erarbeiten.

Anschließend werden die methodischen Grundlagen der Arbeit dargelegt. Dies umfasst die in Kapitel 2 dargestellte Einführung in das Wissensmanagement sowie die in Kapitel 3 erläuterten Grundlagen der Modellierung und Analyse komplexer Strukturen, die der Lösungsansatz aufgreift.

Der relevante Stand der Forschung zu Produkt-Service-Systemen wird in Kapitel 4 diskutiert. Neben einer Begriffscharakterisierung und einer Erörterung der Bedeutung von Wissen für PSS-Anbieter werden ausgewählte Ansätze zur PSS-Entwicklung kritisch diskutiert. Hieraus werden der konkrete Forschungsbedarf abgeleitet und konkrete Handlungsschwerpunkte aufgestellt.

Das in Kapitel 5 eingeführte PSS-Ebenenmodell repräsentiert die Produktsicht auf PSS. Der zentrale Lösungsansatz der Arbeit, die Methodik zur wissensorientierten PSS-Entwicklung, wird in Kapitel 6 vorgestellt. Die Evaluierung anhand von fünf erklärenden und experimentellen Fallstudien ist Inhalt des Kapitels 7. Weiterhin erfolgt auf Basis der Fallstudien eine kritische Reflexion des Lösungsansatzes. Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung und dem Ausblick auf weitere empfohlene Forschungsaktivitäten in Kapitel 8.

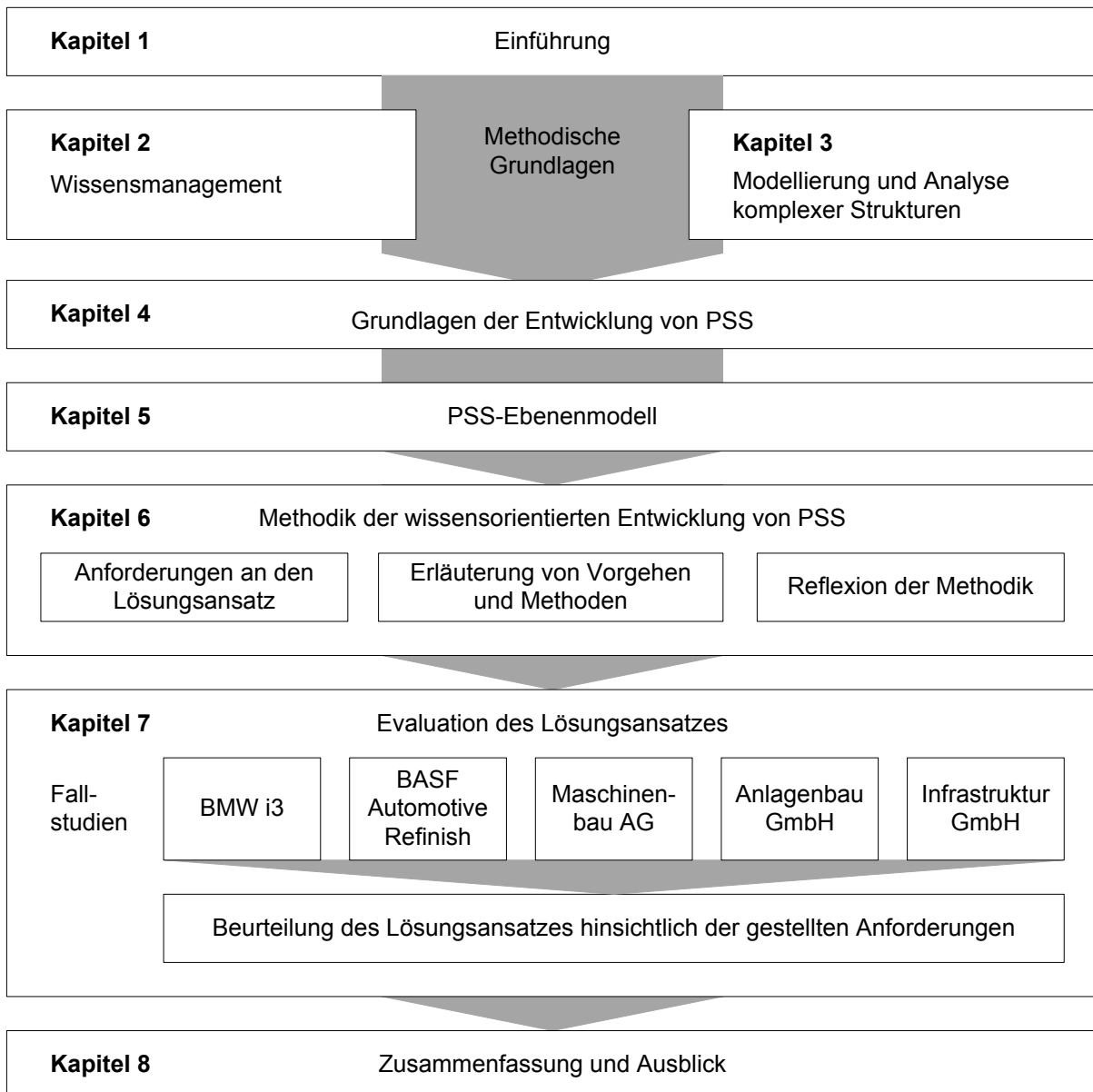


Abbildung 1-4: Struktur der Arbeit

## 2. Grundlagen des Wissensmanagements

*Die wissensorientierte PSS-Entwicklung befindet sich im Spannungsfeld zwischen dem Unternehmenswissen (interne Sicht) und dem Markt (externe Sicht). In diesem Kapitel wird der für diese Arbeit relevante Stand der Forschung des Themenfeldes Wissen und Wissensmanagement aufgezeigt. Zuerst wird der Begriff des Wissens definiert. Weiterhin werden zwei Dimensionen von Wissen charakterisiert: Wissensarten sowie -stufen. Es werden verschiedene Wissensinhalte und -träger aufgezeigt. Auf dieser Basis wird in Kapitel 2.2 die Bedeutung der Unternehmensressource „Wissen“ vor dem Hintergrund der externen Marktsicht diskutiert. Kapitel 2.3 zeigt die theoretischen Grundlagen des Wissensmanagements auf und beschreibt ausgewählte Ansätze.*

### 2.1 Definition und Charakterisierung des Wissensbegriffs

Um das für diese Arbeit benötigte Verständnis über „Wissen“ zu schaffen, wird der Wissensbegriff in diesem Abschnitt definiert und charakterisiert. Darauf aufbauend kann eine wissensbezogene Charakterisierung von PSS erfolgen (vgl. Kapitel 4), was wiederum die Basis für die Erarbeitung der Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS bildet (vgl. Kapitel 6).

#### 2.1.1 Definition

Im Folgenden wird der Begriff des Wissens beleuchtet und von benachbarten Begriffen wie Daten und Informationen abgegrenzt. Wissen wird von verschiedenen Disziplinen unterschiedlich interpretiert [SCARBOROUGH & BURRELL 1996, S. 178]. Der Wissensbegriff unterliegt keiner allgemein anerkannten Definition [BARNES 2002, S. 3]. Im Folgenden werden zwei exemplarische Definitionen eingeführt und diskutiert.

Eine häufig angewandte Definition stammt von PROBST et al. [2012, S. 23]: *„Wissen bezeichnet die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen. Dies umfasst sowohl theoretische Erkenntnisse als auch praktische Alltagsregeln und Handlungsanweisungen. Wissen stützt sich auf Daten und Informationen, ist im Gegensatz zu diesen jedoch immer an Personen gebunden. Es wird von Individuen konstruiert und repräsentiert deren Erwartungen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge.“* Diese Definition rückt den Menschen als Wissensträger in den Mittelpunkt und adressiert unterschiedliche Erscheinungsformen von Wissen [MEINKE 2012, S. 22.].

AMELINGMEYER [2004, S. 43] definiert, mit dem Ziel einer möglichst umfassenden Definition, Wissen als *„jede Form der Repräsentation von Teilen der realen oder gedachten Welt in einem körperlichen Trägermedium“*. Daten und Informationen werden hierbei als Teilmenge des Wissens verstanden. Wissensträger sind nicht auf Personen beschränkt, sondern können beispielsweise auch Informationssysteme sein.

In der Praxis findet häufig keine Abgrenzung zwischen Daten, Informationen und Wissen statt [REHÄUSER & KRCCMAR 1996, S. 3, ROWLEY 2007, S. 164, WILDNER 2011, S. 237]. Aus wissenschaftlicher Sicht ist eine Abgrenzung für ein hinreichend exaktes Begriffsverständnis erforderlich. Hierzu wird häufig die Wissenspyramide herangezogen, in der die drei Begriffe in eine hierarchische Beziehung gesetzt werden. Es findet ein Anreicherungsprozess von Daten über Informationen hin zu Wissen statt [MEINKE 2012, S. 26, ACKOFF 1989].

Daten bestehen aus Zeichen in einem sinnvollen Zusammenhang. Sie „sind das Gegebene zur Verarbeitung ohne Verwendungshinweise“ [REHÄUSER & KRCCMAR 1996, S. 4]. Daten fehlt Bedeutung, Wert und Struktur [ROWLEY 2007, S. 171]. In einen Problembezug gestellt, werden Daten zu Informationen veredelt [REHÄUSER & KRCCMAR 1996, S. 4]. Information ist nützlich, hat Bedeutung, Wert und Relevanz [ROWLEY 2007, S. 172].

Wissen ist anwendbare Information und erlaubt es, Entscheidungen besser zu treffen [JASHAPARA 2004, S. 16]. Wissen entsteht aus der Vernetzung von Informationen unter Berücksichtigung von Kontext, Erfahrungen und persönlichen Erwartungen [MÜLLER 2007, S. 30f.]. Wissen umfasst Information, Verständnis, Fähigkeit, Erfahrung, Fertigkeit und Werte [ROWLEY 2007, S. 174].

Einige Autoren nennen weitere Stufen der Wissenspyramide: REHÄUSER & KRCCMAR [1996, S. 3] ergänzen Zeichen an der untersten Ebene. ACKOFF [1989] und ZELENY [1987, S. 60] ergänzen oberhalb des Wissens Weisheit. Weisheit ist die Fähigkeit zu beurteilen. NORTH [2005, S. 41] definiert in der Wissenstreppe (vgl. Abbildung 2-1) die weiteren Stufen Handeln (Anwendung des Wissens sowie die Motivation das Wissen anzuwenden), Kompetenz (richtig handeln) und auf der obersten Ebene Wettbewerbsfähigkeit (Betonung der Einzigartigkeit und Überlegenheit gegenüber Dritten). Dies wird auch als Kernkompetenz bezeichnet. Kernkompetenzen sind nach PRAHALAD & HAMEL [1990] Fähigkeiten, durch die ein Unternehmen einen wesentlichen Kundennutzen erbringen kann (vgl. Kapitel 2.2).

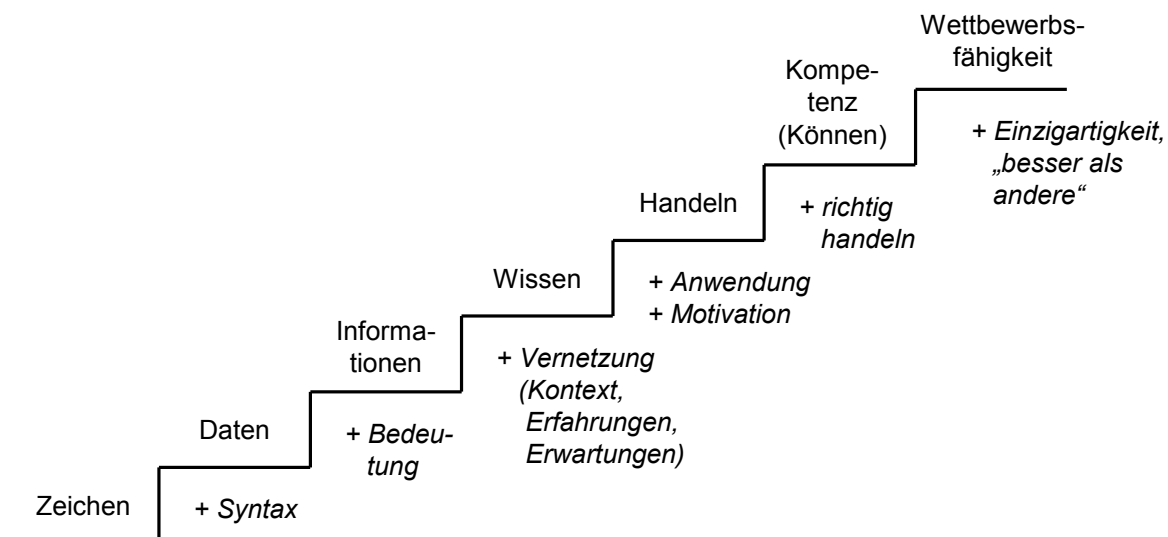


Abbildung 2-1: Wissenstreppe nach NORTH [2005, S. 41]



Im Kontext der Qualifikation von Ingenieuren grenzen HOFFMANN et al. [2010, S. 642], beziehungsweise auf die „Fakultätentage der Ingenieurwissenschaften und der Informatik an Universitäten (4ING)“ Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen wie folgt ab: Kenntnisse sind gelernte, abrufbare Informationen über Fakten, dem Kontext, mit dem Fakten assoziiert werden, sowie Regeln über die Wechselwirkungen zwischen Fakten und Kontext. Fähigkeiten sind Fertigkeiten, Wissen in gewöhnlichen Situationen anzuwenden, um gewöhnliche Aufgaben zu erfüllen oder gewöhnliche Probleme zu lösen. Kompetenz ist dagegen die Fertigkeit, eigenständig Fakten und Kontext zu verknüpfen und so systematisch neue Methoden zu entwickeln und in neuartigen Situationen anzuwenden. Diese Definition basiert auf dem Europäischen Qualifikationsrahmen [vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010]. Kenntnisse werden hier als Theorie- und/oder Faktenwissen bezeichnet. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden unter dem Oberbegriff Wissen auch die daraus abgeleiteten Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen betrachtet.

### 2.1.2 Wissensarten

Wissen ist nur schwer allgemeingültig zu definieren, da der Begriff einen schwer greifbaren, abstrakten Sachverhalt beschreibt. Deshalb fokussiert die wissenschaftliche Literatur häufig die Klassifikation in verschiedene Wissensarten, um den Wissensbegriff zu charakterisieren. Hierfür existieren unterschiedliche Ansätze. Nach AMELINGMEYER [2004, S. 45] lässt sich Wissen nach der Explizitheit und der Bezugsebene strukturieren. Hinsichtlich der Explizitheit wird Wissen in implizites und explizites Wissen eingeordnet. Explizites Wissen ist artikulierbar. Dagegen ist implizites Wissen nicht artikulierbar und basiert auf den Erfahrungen des Wissensträgers [LEHNER 2012, S. 57f., WILLKE 2011, S. 43, AMELINGMEYER 2004, S. 45ff., NEUWEG 1999, S. 15ff., POLANYI 1967, S. 4]. NONAKA & TAKEUCHI [1995, S. 60] definieren zwei Elemente impliziten Wissens: kognitive und technische. Kognitive Elemente zentrieren auf mentale Modelle, technische umfassen hingegen Know-how, Fertigkeiten und Fähigkeiten. Eine alternative Strukturierung hinsichtlich der Explizitheit des Wissens wird von WALLACE et al. [2005, S. 331] im Kontext von Entwicklungsprozessen vorgenommen. Hierbei gibt es drei Klassen von Wissen: *explicit*, *implicit* und *tacit knowledge*. Analog zu obigen Definitionen ist *explicit knowledge* artikulierbar. *Implicit knowledge* ist nicht artikulierbar, kann jedoch durch Wissenserhebungsmethoden expliziert werden. *Tacit knowledge* ist weder artikulierbar noch explizierbar, jedoch kann dessen Einfluss auf Entwicklungsprozesse untersucht werden. Die drei Klassen werden für Produkt- und Prozesswissen in Tabelle 2-1 weiter verdeutlicht.

Tabelle 2-1: Klassifizierung von Wissen nach WALLACE et al. [2005, S. 331]

	<b>Explicit knowledge</b>	<b>Implicit knowledge</b>	<b>Tacit knowledge</b>
<i>Process</i>	Explanations about the process (rationale)	Understanding about the process (strategies)	Intuition about the process (insights)
<i>Product</i>	Explanations about the product (rationale)	Understanding about the product (relationships)	Intuition about the product (insights)

Eine Einordnung des Wissens hinsichtlich der Bezugsebene findet in kenntnisgebundenes Wissen (Kennen) und handlungsgebundenes Wissen (Können) statt. Können ist dem psychomotorischen Bereich (Fertigkeiten) und dem psychischen Bereich (Fähigkeiten) zuzuordnen [AMELINGMEYER 2004, S. 45f.]. RYLE [2002, S. 25] unterscheidet zwischen *knowing how* und *knowing that*. LUNDVALL & JOHNSON [1994, S. 27f.] klassifizieren wirtschaftlich relevantes Wissen in *know-what* (Faktenwissen), *know-why* (Wissen über Wirkprinzipien), *know-who* (Wissen, was andere Personen wissen und können) sowie *know-how* (Fähigkeiten). Nach BULLINGER [1994, S. 33] beinhaltet Know-how auch Technologien als „*Wissen über Lösungswege zur technischen Problemlösung*“.

Häufig diskutiert wird auch die Unterteilung in deklaratives und prozedurales Wissen. Deklaratives Wissen ist beispielsweise leicht vermittelbares Faktenwissen. Prozedurales Wissen ist hingegen durch Anwendung erworbenes Handlungswissen [LEHNER 2012, S. 55]. DE JONG & FERGUSON-HESSLER [1996] nennen neben prozeduralem und deklarativem Wissen situationales und strategisches Wissen.

Wissen besteht aus einem Wissensträger, also dem stofflichen Träger des Wissens, sowie einem Wissensinhalt, also dem Sachverhalt über den das Wissen besteht [LINDEMANN et al. 2012, S. 18, WILDNER 2011, S. 39, AMELINGMEYER 2004, S. 53]. Eine weitere Dimension sind Wissensstufen, als Maß für die Qualität des Wissens. Im Folgenden werden die drei Dimensionen des Wissens genauer betrachtet.

### 2.1.3 Wissensträger

Nach WALLACE et al. [2005, S. 331] wird Wissen durch den Transfer aus dem menschlichen Geist und externe Speicherung zu Information. Information wird durch Interpretation zu Wissen. Auch PROBST et al. [2012, S. 23], BODDY et al. [2005, S.9] und DAVENPORT & MARCHAND [1999] betonen die Personengebundenheit von Wissen. HICKS et al. [2002, S. 267] widersprechen hier aus Sicht der Konstruktionsmethodik: Nicht Wissen selbst ist an Menschen gebunden, sondern die Generierung von Wissen. Auch AMELINGMEYER [2004, S.43] sieht Wissen als das Ergebnis eines Erkenntnisprozesses, das von nicht-personellen Wissensträgern gespeichert werden kann. WILDNER [2011, S. 39] und TAN et al. [2007, S. 4] nennen Dokumente oder Produkte als mögliche Wissensträger. MCMAHON et al. [2004, S. 309] sehen referenzierend auf GRABOWSKI et al. [2001] im Kontext der Konstruktionsmethodik Produkte, Systeme, Menschen und Arbeitsabläufe als mögliche Wissensträger. Zusätzlich gibt es kollektives Wissen, das in der Zusammenarbeit mehrerer Personen entsteht [vgl. AMELINGMEYER 2004, S. 67].

### 2.1.4 Wissensinhalte

AHMED [2005] unterteilt Wissensinhalte von Entwicklern in vier Gruppen: Produktwissen, Prozesswissen, Wissen über Probleme und Wissen über Funktionen. Dies wird von VIANELLO [2011, S. 117] im Kontext der Nutzung von Wissen aus der Dienstleistungserbringung für die Entwicklungsphase wie folgt verfeinert: Produkte, Prozesse und Abläufe, Änderungen,

Probleme und Überarbeitungen, Projekte, Personen und Organisationen, Betrieb und Lebenszyklus, Funktionen, Fachwissen und weitere Wissensinhalte

PETERMANN [2011, S. 208ff.] beschreibt eine ähnliche Klassifikation in sechs Gruppen von Wissensinhalten, die wiederum in insgesamt 35 untergeordnete Klassen detailliert sind. Diese Klassifikation hat den Anspruch, das Wissen von Unternehmen der Investitionsgüterindustrie umfassend abzudecken. Der Fokus liegt jedoch implizit bei Sachleistungsanbietern. Eine Anwendung für die Beschreibung des Wissens von PSS-Anbietern bedarf einer entsprechenden Erweiterung der Klassifikation.

### 2.1.5 Wissensstufen

Eine einfache Bewertung unterschiedlicher Wissensstufen ist die Unterteilung in Basiswissen und Expertenwissen [vgl. KREITEL 2008, S. 21]. Hiermit wird jedoch noch keine Aussage über die Anwendbarkeit des Wissens getroffen. Im Folgenden werden ausgewählte Definitionen von Wissensstufen aus der Bildungsforschung und den Ingenieurwissenschaften diskutiert.

DREYFUS & DREYFUS [1980] beschreiben fünf Stufen der Wissensbeherrschung, vom Novizen hin zum Experten. Tieferes Wissen erlaubt hierbei die Bewältigung von Situationen höherer Komplexität (siehe Tabelle 2-2)

Tabelle 2-2: Wissensstufen nach Dreyfus & Dreyfus, in Anlehnung an MCATEER [2012, S. 215]

	<b>Wissen</b>	<b>Umgang mit Komplexität</b>
<i>Novize</i>	Geringes oder Lehrbuch-Wissen ohne Verknüpfung zur Anwendung	Geringe oder keine Vorstellung, Komplexität zu handhaben
<i>Beginner</i>	Ausreichendes Wissen über die Schlüsselaspekte der Anwendung	Erkennen komplexer Situationen, jedoch können diese nur teilweise gelöst werden
<i>Kompetenter Akteur</i>	Kenntnisse und Hintergrundwissen über das Anwendungsgebiet	Bewältigung komplexer Situationen durch reflektierte Analyse und Planung
<i>Bewandertes Akteur</i>	Tiefes Verständnis innerhalb der Domäne und des Anwendungsgebiets	Ganzheitliche Beherrschung komplexer Situationen, sichere Entscheidungsfindung
<i>Experte</i>	umfassendes Wissen in der Domäne und übergreifendes Verständnis der Anwendung	Ganzheitliches Verständnis komplexer Situationen

In der Bildungsforschung wird zur Bewertung von Wissen, als Ergebnis eines Lernprozesses, häufig Blooms Taxonomie kognitiver Lernziele herangezogen: Diese besteht aus sechs Stufen: Wissen, Verstehen, Anwendung, Analyse, Synthese, Evaluation [BLOOM et al. 1973]. Jedoch hat sich die hohe Anzahl an Stufen als nicht praxistauglich erwiesen. CROOKS [1988, S. 441] weist darauf hin, dass viele Forscher und Anwender die praktische Anwendung dieser sechs

kognitiven Stufen nach Bloom als schwierig betrachten. Deswegen wird eine reduzierte dreistufige Taxonomie vorgeschlagen: Kenntnis, Anwendung sowie Problemlösung. Im Folgenden werden diese drei Stufen definiert [BLOOM et al. 1973, CROOKS 1988, S. 441]:

- **Kenntnis (1)**  
Die erste Stufe beschreibt das Erinnern und Erkennen von Fakten, Mustern, Prozessen, Klassifikationen, Kriterien und Kategorien. Kenntnis ist charakterisiert durch passives Wissen und die eingeschränkte Fähigkeit, die Wissensinhalte zu erläutern.
- **Anwendung (2)**  
Die zweite Stufe umfasst Verständnis und Anwendung. Verständnis ist die Fähigkeit, einfache Zusammenhänge zu erkennen und die Wissensinhalte zu erläutern. Anwendung ist die Fähigkeit, Wissen in neuen Situationen anzuwenden.
- **Problemlösung (3)**  
Diese Stufe umfasst Analyse, Synthese und Evaluation. Analyse ist die Fähigkeit, ein komplexes Problem in handhabbare (essenzielle) Elemente zu zerlegen und die Relationen zwischen diesen Elementen zu erkennen. Synthese ist die Fähigkeit, aus essenziellen Elementen durch Entwicklung einer neuartigen Struktur ein neues System zu entwickeln. Evaluation ist die Fähigkeit, interne und externe Validität anhand bestimmter Kriterien zu bewerten.

HICKS et al. [2002, S. 274] definieren Wissensstufen über die Anwendbarkeit des Wissens hinsichtlich Situation und Anwendungsbereich. Die Wissensstufen mit den zugehörigen Anwendungsmöglichkeiten des Wissens sind in Abbildung 2-2 dargestellt.

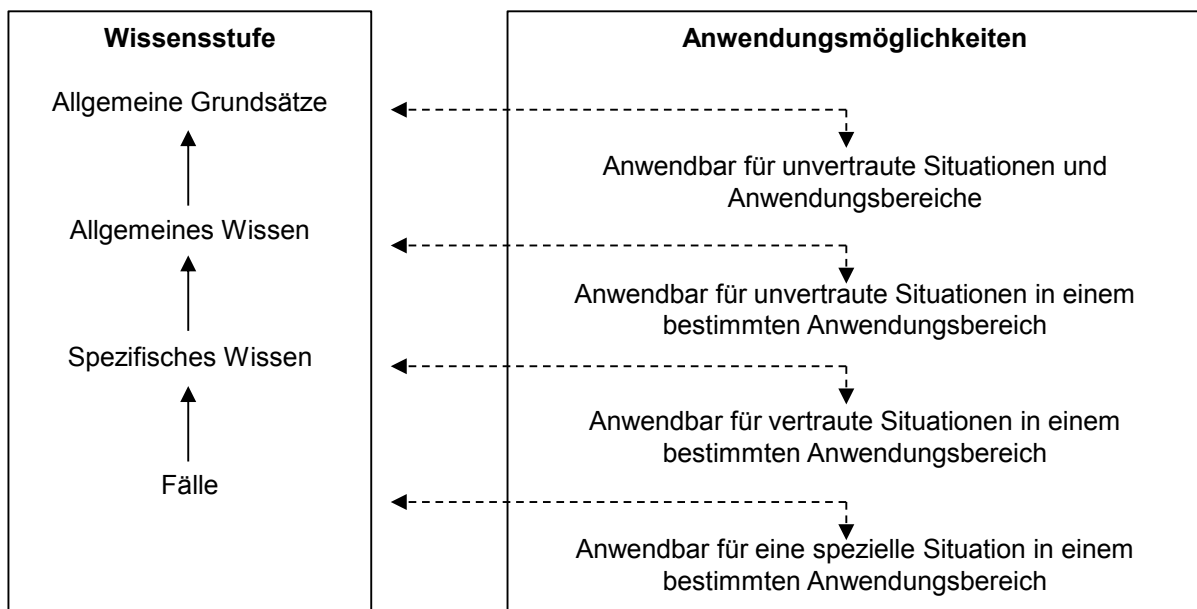


Abbildung 2-2: Wissensstufen nach HICKS et al. [2002, S. 274]

BOHN [1994, S. 63] diskutiert die Bewertung von Wissen über Prozesse als Verständnis der Wirkung der Eingangsgrößen auf die Ausgangsgrößen. Diskrete Wissensstufen werden aus einer Reifegradbetrachtung abgeleitet. Die Skala reicht von „völlige Unwissenheit“ bis zu „vollständiges Wissen“. JOHANSSON et al. [2009] unterstützen mit der Wissensreife die Entscheidungsfindung in der Entwicklung von PSS.

Die dargestellten Ansätze bieten unterschiedliche Möglichkeiten, die Qualität des vorliegenden Wissens zu bewerten. Gemein ist hierbei der Anwendungsbezug zu den mit dem Wissen handhabbaren Problemen. Während sich HICKS et al. [2002, S. 274] auf die Neuheit von Anwendungsbereich und Situation bezieht, adressieren DREYFUS & DREYFUS [1980] die Komplexität der Anwendung. BLOOM et al. [1973] definieren Wissenstufen nach den Handlungen, die mit dem Wissen ausgeführt werden können. Es wird deutlich, dass Wissen nicht nur über Träger und Inhalt zu charakterisieren ist, sondern dass auch die vorliegende bzw. benötigte Qualität des Wissens zu berücksichtigen ist.

### 2.1.6 Organisationale Wissensbasis

Nachdem der Wissensbegriff definiert und charakterisiert wurde, wird nun die organisationale Wissensbasis beleuchtet. Hierbei werden drei Aspekte adressiert: Verfügbarkeit, Bedeutung und Vorhandensein von Wissen.

PAUTZKE [1989, S. 63] definiert den Begriff der organisationalen Wissensbasis als das einer Organisation zur Verfügung stehende Wissen [PAUTZKE 1989, S. 63]. Hierbei gibt es unterschiedliche Schichten der organisationalen Wissensbasis, die die Verfügbarkeit von Wissen abbilden (Abbildung 2-3).

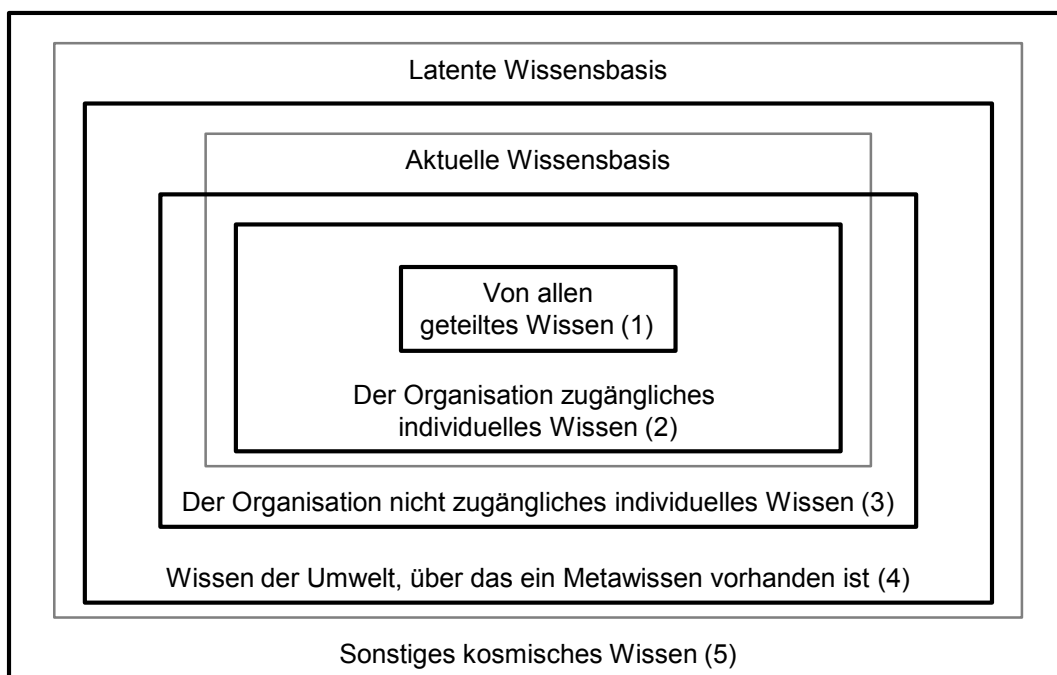


Abbildung 2-3: Schichtenmodell der organisationalen Wissensbasis nach PAUTZKE [1989, S. 79]

In der innersten Schicht (1) liegt Wissen, das von allen Organisationsmitgliedern geteilt wird. Das von einzelnen Organisationsmitgliedern vorgehaltene und mit anderen geteilte Wissen ist in der Schicht (2) angeordnet. In Schicht (3) liegt Wissen von Organisationsmitgliedern, das nicht mit der Organisation geteilt wird, beispielsweise weil es für diese nicht relevant ist oder weil Kommunikations- und Motivationsbarrieren den Wissenstransfer verhindern. Wissen außerhalb der Organisation, über dessen Existenz in der Organisation ein Metawissen vorhanden ist, liegt in der Schicht (4). In der äußersten Schicht (5) ist sonstiges Wissen [PAUTZKE

1989, S. 77ff.]. Hieraus wird die unterschiedliche Verfügbarkeit von Wissen für eine Organisation ersichtlich. Es ist also nicht nur das Vorhandensein von Wissen zu diskutieren, sondern auch die Verteilung auf die entsprechenden Wissensträger, um die Verfügbarkeit zu gewährleisten.

PROBST et al. [2012, S. 52f.] bewerten die strategische Bedeutung der organisationalen Wissensbasis mit der Fähigkeitenmatrix. In diesem Portfolio wird Wissen in den Kategorien Wissensvorsprung (im Vergleich zum Wettbewerb) und Wissensnutzung eingeordnet (siehe Abbildung 2-4). Für die vier Quadranten werden Normwissenstrategien definiert. Im ersten Quadranten angeordnete Hebelfähigkeiten sollen demnach auf neue Märkte übertragen werden. Brachliegende Fähigkeiten des zweiten Quadranten sollen verstärkt angewendet werden, um sie so in Hebelfähigkeiten zu transformieren. Im dritten Quadranten angeordnete wertlose Fähigkeiten sind zu prüfen, ob sie ausgelagert werden können. Basisfähigkeiten des vierten Quadranten sind zu bewahren oder sogar zu Hebelfähigkeiten aufzuwerten.

<b>Wissensvorsprung</b>	hoch	2. brachliegende Fähigkeit	1. Hebelfähigkeit
	gering	3. wertlose Fähigkeit	4. Basisfähigkeit
		gering	hoch
		<b>Wissensnutzung</b>	

Abbildung 2-4: Fähigkeitenmatrix nach PROBST et al. [2012, S. 53]

Einen weiteren portfoliobasierten Ansatz zur Bewertung der organisationalen Wissensbasis diskutiert DREW [1999, S. 133f.], siehe Abbildung 2-5. Wissen wird hierbei danach klassifiziert, ob sich das Unternehmen über das Wissen bewusst ist (*knowledge awareness*) und ob das Wissen vorhanden ist (*knowledge content*).

<b>Knowledge awareness</b>	2. What We Know We Know	1. What We Know We Don't Know
	3. What We Don't Know We Know	4. What We Don't Know We Don't Know
	<b>Knowledge content</b>	

Abbildung 2-5: Wissensportfolio nach DREW [1999, S. 134]

Im ersten Quadranten wird Wissen angeordnet, über das sich das Unternehmen bewusst ist, dass es nicht vorhanden ist, aber benötigen würde. Der Handlungsschwerpunkt liegt auf dem Aufbau entsprechenden Wissens. Im zweiten Quadranten ist Wissen, über das sich das Unternehmen bewusst ist, es zu haben. Der Handlungsschwerpunkt liegt darauf, dieses Wissen zu

bewahren, zu teilen und zu nutzen. Wissen über das sich das Unternehmen nicht bewusst ist es zu haben, wird im dritten Quadranten angeordnet. Es ist Transparenz über dieses versteckte oder implizite Wissen zu schaffen, beispielsweise durch Wissenslandkarten (vgl. Kapitel 2.3.2). Im vierten Quadranten liegt schließlich Wissen über das sich das Unternehmen nicht bewusst ist, dass es fehlt. Der Handlungsschwerpunkt liegt auf der Bewertung resultierender Risiken.

Die beiden oben vorgestellten portfoliobasierten Ansätze nach PROBST et al. [2012] und DREW [1999] unterstützen die Bewertung der organisationalen Wissensbasis. Während in der Fähigkeitenmatrix nur das Wissen bewertet wird, über das sich das Unternehmen bewusst ist, ist das Wissensportfolio umfassender. Hierbei werden auch Wissenslücken und Wissen, über das sich das Unternehmen nicht bewusst ist, berücksichtigt. Die Fähigkeitenmatrix verknüpft die interne Sicht (Wissensnutzung) mit der externen Sicht (Wissensvorsprung). Das Wissensportofolio enthält lediglich eine interne Sicht. Das Unternehmenswissen wird aggregiert betrachtet, die Verteilung des Wissens auf unterschiedliche Wissensträger wird nicht berücksichtigt. Insgesamt fehlt jedoch beiden Ansätzen der für Wissen charakteristische Anwendungs- bzw. Problembezug.

## 2.2 Erfolgsfaktor Wissen

Nach der Charakterisierung des Wissens wird nun dessen Bedeutung als Erfolgsfaktor für produzierende Unternehmen diskutiert. Wissen zu generieren, im Unternehmen zu verteilen und in Sach- und Dienstleistungen sowie Systemen zu nutzen ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für technologieorientierte Unternehmen [vgl. NONAKA & TAKEUCHI 1995, TEECE 2003]. Die relevanten Dimensionen im Kontext von Entwicklungsprozessen sind hierbei die Wiederverwendung, Neuentwicklung und Erschließung des Wissens [LETTICE 2006, S. 222]. Weiter verdeutlicht wird dies durch die *Service-Dominant Logic*: Diesem Paradigma des Marketing folgend, ist die Basis einer Geschäftsbeziehung nicht mehr der Austausch von Gütern. Vielmehr sind der Nutzen aus der Anwendung von Wissen und geistige sowie physische Fähigkeiten das zentrale Austauschobjekt. Güter werden hier nur noch als Träger eingebetteten Wissens betrachtet. Wissen ist somit die zentrale Quelle für Wettbewerbsvorteile [VARGO & LUSCH 2004, VARGO & LUSCH 2008a, VARGO & LUSCH 2008b, KOWALKOWSKI 2010].

Ein solcher Wettbewerbsvorteil ergibt sich insbesondere aus den Kernkompetenzen eines Unternehmens. Dies ist Wissen, das zu wesentlichem Kundennutzen beiträgt, in vielfältigen Anwendungen in unterschiedlichen Märkten eingebracht werden kann und nicht ohne Weiteres von Dritten nachgeahmt werden kann [KOTLER et al. 2007, S. 24].

REED & DEFILLIPPI [1990] sowie ZANDER & KOGUT [1995] diskutieren Einflussfaktoren auf die Nachahmbarkeit des Wissens, anhand derer sich die Nachhaltigkeit eines wissensbezogenen Wettbewerbsvorsprungs bewerten lässt. Die Imitierbarkeit wird erhöht durch Kodifizierbarkeit, Lehrbarkeit, Extrahierbarkeit aus den angebotenen Produkten, Parallelentwicklung (Wettbewerber, die ähnliche Produkte entwickeln). Komplexität und Systemabhängigkeit erschweren hingegen die Imitierbarkeit. Komplexität hängt von der Zahl an Wissens-elementen ab, die für die Erfüllung einer Aufgabe benötigt werden. Systemabhängigkeit ist die Abhängigkeit des Wissens von erfahrenen Mitarbeitern.

Das Vorhandensein des richtigen Wissens in geeigneter Qualität, dessen Verteilung im Unternehmen und Nutzung in marktgerechten Produkten stellen somit Erfolgsfaktoren für Unternehmen dar. Die Integration dieses Erfolgsfaktors in die Entwicklung von PSS ist das Ziel der vorliegenden Arbeit.

## 2.3 Wissensmanagement

Wissensmanagement zielt auf die nachhaltige Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen durch Effizienz und Effektivität des Wissens ab. Diese Kriterien werden im Kontext des Wissensmanagement wie folgt definiert: Effizienz bezieht sich darauf, dass das in Geschäftsprozessen benötigte Wissen verfügbar ist; Effektivität, dass die angebotenen Marktleistungen einen hohen Wissensanteil enthalten. Somit wird die Wettbewerbsfähigkeit durch dauerhaften Wissensvorsprung erhalten und verbessert. Wissensmanagement ist auf das Wissen über Wissen (Meta-Wissen) ausgerichtet und nicht auf das Wissen selbst [KLABUNDE 2003, S. 83f.].

WILDNER [2011, S. 41f.] definiert vier Dimensionen des Wissensmanagements:

- Wissen als Gegenstand des Wissensmanagements (vgl. Kapitel 2.1)
- Aktivitäten des Wissensmanagements, die den Gegenstand manipulieren
- Instrumente als Hilfsmittel, die Wissen bzw. Wissensträger beeinflussen
- Faktoren als individuelle, soziale, technische, organisatorische, etc. Gegebenheiten mit Einfluss auf Aktivitäten und Eigenschaften des Wissens

Wissensmanagement befasst sich mit Wissen an sich, dessen Gestaltung sowie zu berücksichtigende Rahmenbedingungen.

### 2.3.1 Ansätze des Wissensmanagements

Es existiert eine unüberschaubare Vielfalt an Wissensmanagement-Ansätzen [WILDNER 2011, S. 41]. Im Folgenden werden ausgewählte Ansätze vorgestellt, die das Spektrum des Themengebiets aufzeigen. Die Ansätze unterstützen die oben genannten Dimensionen des Wissensmanagements, indem sie Verständnis über Wissensaufbau schaffen, konkrete Handlungsanweisungen für das Wissensmanagement von Unternehmen bieten oder besonders wichtige Aspekte wie Probleme des Wissensmanagements fokussieren.

#### **NONAKA & TAKEUCHI 1995**

NONAKA & TAKEUCHI [1995, S. 70ff.] beschreiben mit der Wissensspirale den Prozess der Wissensschaffung in Unternehmen. In dem Modell werden hierbei zyklisch die Schritte Sozialisation, Externalisierung, Kombination und Internalisierung durchlaufen (vgl. Abbildung 2-6). Erfahrungen und mentale Modelle werden in der Sozialisationsphase zwischen Mitarbeitern ausgetauscht. Dieses implizite Wissen wird in der Externalisierungsphase in explizites Wissen transformiert. Durch Kombination expliziten Wissens wird neues explizites Wissen erzeugt. In der Internalisierungsphase wird dieses explizite Wissen durch „Learning by Doing“ in implizites Wissen transformiert. Die Autoren beschreiben organisationales Lernen als Interaktion expliziten und impliziten Wissens.



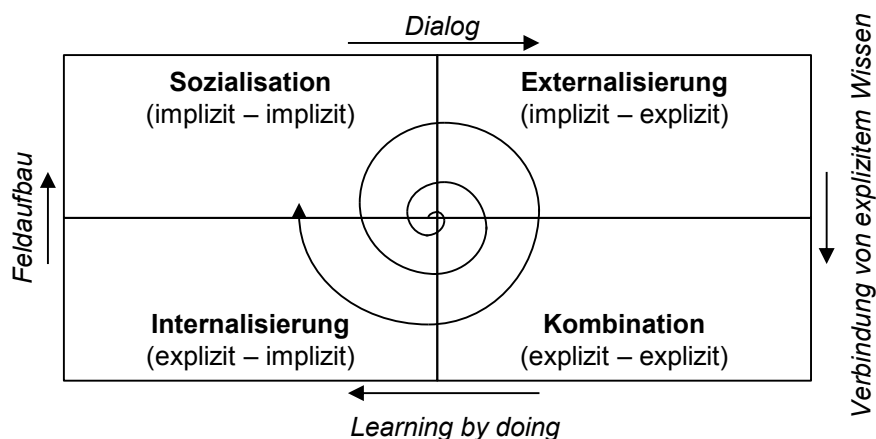


Abbildung 2-6: Wissensspirale nach NONAKA & TAKEUCHI [1995, S. 71], übersetzt nach LEHNER [2012, S. 74]

### SCHÜPPEL 1996

SCHÜPPEL [1996] adressiert innere und äußere, aktuelle und zukünftige Wissenspotenziale, die Sichtbarkeit und Kommunizierbarkeit expliziten und impliziten Wissens sowie die Reichhaltigkeit von Erfahrungs- und Rationalitätswissen. Das Management interner Wissenspotenziale fokussiert die Identifikation und Nutzung des vorhandenen Wissens. Das Management externer Wissenspotenziale zielt auf die Schließung von Wissenslücken ab, auf Basis eines Abgleichs von vorhandenem und benötigtem Wissen. Eine zeitliche Komponente wird hier durch das Management aktueller und zukünftiger Wissenspotenziale eingebracht, in dem das gegenwärtig vorhandene und in Zukunft erforderliche Wissen berücksichtigt wird. SCHÜPPEL [1996] bietet neben facettenreichen Vorgehensmodellen des Wissensmanagements für wissenszentrierte Unternehmen umfassende Methodensammlungen, die die praktische Umsetzung unterstützen.

### WILDNER 2011

WILDNER [2011] definiert den Begriff des problemorientierten Wissensmanagements. Der Fokus liegt hierbei auf konkreten wissensbezogenen Problemen anstatt eines ganzheitlichen Wissensmanagementprozesses. Auf Basis einer empirischen Studie diskutiert der Autor sechs Problemklassen im Umgang mit Wissen. Diese umfassen fehlendes Bewusstsein für die Bedeutung des eigenen Wissens, fehlender oder erschwerter Zugang zu Wissen, nicht ausreichende Qualität des Wissens sowie ein fehlender, unklarer oder nicht umgesetzter Prozess für den Umgang mit Wissen. WILDNER [2011] arbeitet somit die Handlungsschwerpunkte heraus und definiert Anforderungen an einen Wissensmanagementansatz.

### PROBST et al. 2012

PROBST et al. [2012, S. 30ff.] gliedern das Wissensmanagement in sechs Kernprozesse (vgl. Abbildung 2-7). Diese Wissensbausteine adressieren die Identifikation, Bewahrung, Nutzung und Verteilung vorhandenen Wissens sowie den Erwerb und die Entwicklung neuen Wissens. Eine alternative Klassifikation bietet das Münchner Modell nach REINMANN-ROTHMEIER [2001, S. 22ff.]. Hier werden die Prozesse des Wissensmanagements in Wissensrepräsentation, Wissensnutzung, Wissenskommunikation und Wissensgenerierung unterteilt.

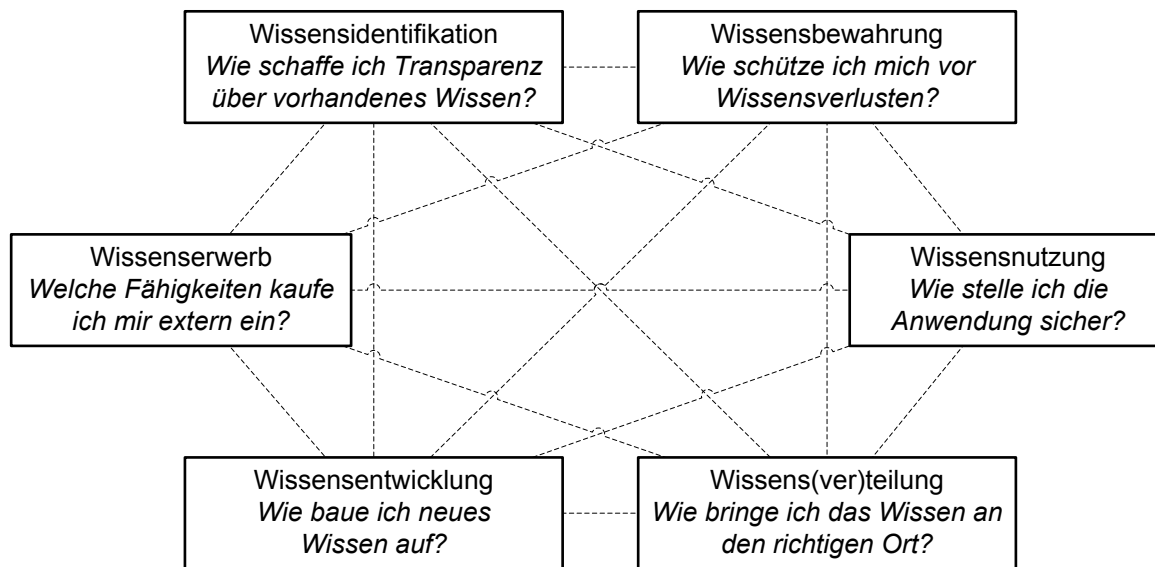


Abbildung 2-7: Kernprozesse des Wissensmanagements nach PROBST et al. [2012, S. 30ff.]

Die dargestellten Ansätze zeigen einen kleinen Ausschnitt vorhandener Ansätze des Wissensmanagements. Es werden umfassende Wissensmanagementkonzepte dargestellt, das Verständnis des Wissensaufbaus gefördert oder gezielt die Probleme des Wissensmanagements adressiert. Einen umfassenden Überblick über Ansätze des Wissensmanagements bieten unter anderem BEGONA LLORIA [2008] und HEISIG [2009]. Die dargestellten Ansätze liefern Hinweise auf Anforderungen und Lösungselemente des im Rahmen der vorliegenden Arbeit erstellten Lösungsansatzes der wissensorientierten Entwicklung von PSS (vgl. Kapitel 6).

### 2.3.2 Wissenslandkarten

Es existiert eine Vielzahl an Hilfsmitteln, die die Umsetzung der genannten Aktivitäten des Wissensmanagements unterstützen. Einen Überblick über Methoden bieten unter anderem PROBST et al. [2012] und LEHNER [2012]. Eine bedeutende Methode der Wissensrepräsentation sind Wissenslandkarten (auch: Wissenskarten). Die interne Sicht auf die wissensorientierte PSS-Entwicklung adressiert Wissen von Mitarbeitern, in Produkten sowie in Dokumenten und Systemen. Durch Wissenslandkarten kann dieses Wissen visualisiert werden. Dies bildet die Basis, um die Entwicklung eines PSS an Wissen orientieren zu können.

Wissenslandkarten sind eine grafische Repräsentation von Wissen [VAIL 1999]. Hierdurch schaffen sie Transparenz über das verfügbare Wissen und unterstützen dessen Verwendung. Dies bietet die Basis zur Weiterentwicklung des Unternehmenswissens. Durch Wissenslandkarten kann implizites Wissen sichtbar gemacht werden [EPPLER 2003, S. 190ff.]. EPPLER [2003, S. 192f.] klassifiziert Wissenslandkarten in fünf Typen: Wissensquellkarten, Wissensbestandskarten, Wissensstrukturkarten, Wissensanwendungskarten und Wissensentwicklungskarten. Diese Typen sind in Tabelle 2-3 erläutert. Eine Wissenslandkarte kann dabei die Inhalte mehrerer Typen integrieren.

Tabelle 2-3: Typen von Wissenslandkarten nach EPPLER [2003, S. 192f.]

#	Typ	Erläuterung
1	Wissensquellkarten	strukturieren Wissensträger nach bestimmten Kriterien, wie z. B. Wissensdomäne, Seniorität oder geografische Verteilung. Dies verbessert die Sichtbarkeit von Wissensträgern und erleichtert das Auffinden benötigter Expertise.
2	Wissensbestandskarten	bilanzieren das verfügbare Wissen. Dies unterstützt die Bewertung des Wissensbestands.
3	Wissensstrukturkarten	zeigen die Architektur des Wissens innerhalb einer Domäne auf und setzen es in Relation zu weiteren Wissensdomänen. Dies fördert die Interpretation und Bewertung von Wissensdomänen.
4	Wissensanwendungskarten	stellen dar, welches Wissen in einen bestimmten Prozessschritt oder in eine Aufgabe einfließt.
5	Wissensentwicklungskarten	zeigen auf, welche Schritte notwendig sind, um ein bestimmtes Wissensselement zu entwickeln.

Es gibt unterschiedliche Repräsentationsformen für Wissenslandkarten. Beispiele hierfür sind Mind Maps, Matrizen, Portfolios, Prozess- und Flussdiagramme oder Entscheidungsbäume [EPPLER 2003, S. 193]. MAURER & KESPER [2010] schlagen die Darstellung in einer Multiple-Domain Matrix (MDM) vor (vgl. Kapitel 3.1). Die Autoren bilden Aufgaben, Wissen, beherrschte Methoden und Netzwerke eines Mitarbeiters ab, mit dem Ziel den Wissenstransfer eines erfahrenen Mitarbeiters auf einen Mentee zu unterstützen. Die Darstellung als Matrix erlaubt die Berechnung von Kennzahlen, beispielsweise hinsichtlich des Nutzens eines Wissensselements oder des Aufwands, ein Wissensselement zu erlernen.

GRONAU et al. [2010] stellen einen Ansatz zur wissensorientierten Modellierung von Dienstleistungen vor. Hierbei wird der der Dienstleistung zugrunde liegende Prozess semiformal, grafisch modelliert und anschließend das für die jeweiligen Arbeitsschritte benötigte Wissen und beteiligte Personen zugeordnet. Diese Modellierung stellt eine Wissensanwendungskarte dar. Die Autoren schlagen vor, die Modellierung für die Konzeption und Planung einer Dienstleistung einzusetzen. Somit kann diese Wissensmodellierung nicht nur zur Systemanalyse eingesetzt werden, sondern sie kann auch die Synthese unterstützen.

Abbildung 2-8 stellt exemplarisch eine Wissenslandkarte derselben Wissensstruktur in drei unterschiedlichen Repräsentationsformen dar. Oben links in der Grafik ist eine Wissensstrukturkarte nach EPPLER [2003, S. 197] dargestellt. Abgebildet sind die von einem Web Publisher benötigten Wissensinhalte. Das Wissen ist in drei Ebenen strukturiert: Wissen über die Webseiteninhalte, Wissen zur Erstellung einer Webseitenstruktur sowie Kenntnisse geeigneter Programmiersprachen. Oben rechts in der Abbildung sind dieselben Wissensinhalte in einer hierarchischen Baumstruktur dargestellt, wie von GORDON [2000] vorgeschlagen. Eine Wissenslandkarte in Form eines stärkebasierten Graphen (vgl. Kapitel 3.1) ist unten abgebildet.

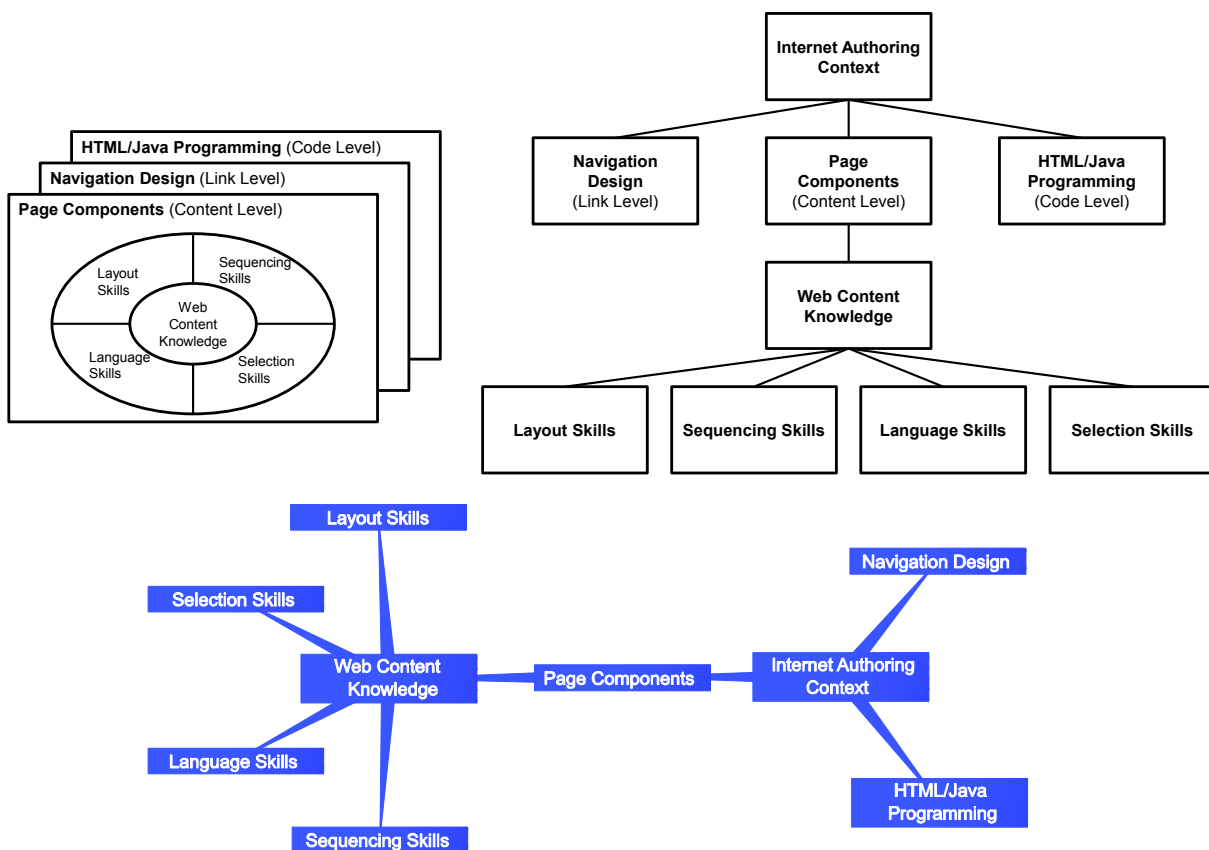


Abbildung 2-8: Repräsentationsformen einer Wissenslandkarte nach EPPLER [2003, S. 197] (oben links), GORDON [2000] (oben rechts) und MAURER & KESPER [2010] (unten), Darstellung nach WICKEL et al. [2013, S. 6]

RUEBBELKE et al. [2013] bilden in einer Wissenslandkarte Technologien und für deren Beherrschung benötigte Kompetenzen ab, unter der Berücksichtigung des Reifegrads der Kompetenz. Dies wird in einer Domain Mapping Matrix (DMM, siehe Kapitel 3.1) modelliert. Die Beschreibung von Kompetenzen besteht aus drei Komponenten:

- **Baugruppe**  
Teil des zu entwickelnden technischen Systems, in dessen Kontext die Kompetenz benötigt wird
- **Entwicklungsverb**  
Aufgabe des Entwicklungsprozesses für die die Kompetenz benötigt wird, z. B. berechnen, konstruieren, fertigen, anwenden, testen
- **Spezifische Beschreibung**  
Detaillierung der mit dem Entwicklungsverb beschriebenen Aufgabe

Somit modellieren die Autoren Wissen unter Berücksichtigung des Anwendungskontexts. Hierdurch lässt sich der Kompetenzbedarf für die Entwicklung von Sachleistungen mit den verwendeten Technologien bewerten.

Es wurde eine Auswahl an Wissenslandkarten aufgezeigt. In Abhängigkeit der spezifischen Anwendungssituation ist ein geeigneter Typ auszuwählen. Hierbei sind nach EPPLER [2008, S. 63] vier Merkmale zu berücksichtigen: Zweck der Wissenslandkarte, Wissensinhalte, Nutzer sowie grafische Repräsentation.

## 2.4 Implikationen für die Arbeit

Aus oben genannten Definitionen des Wissensbegriffs aus der Sicht der Disziplinen Unternehmensführung, Konstruktionsmethodik und Pädagogik lassen sich unterschiedliche Stoßrichtungen des Wissensbegriffs ableiten. So lässt sich, wie beispielsweise bei NORTH [2005], Wissen als Unternehmensressource betrachten. Wissen und Informationen als Eingangsgröße in Unternehmensprozesse wird von REMUS [2002] und HICKS et al. [2002, S. 266] diskutiert. HOFFMANN et al. [2010] betrachten Wissen als Qualifikation von Mitarbeitern. Dies lässt sich wie folgt zu einer Gesamtsichtweise aggregieren: Wissen wird von Personen vorgehalten bzw. Personen greifen auf stoffliche Wissensträger zu, um Unternehmensprozesse auszuführen. Folglich stellt Wissen eine Unternehmensressource dar. Wissen als Unternehmensressource ist notwendig, damit ein Unternehmen im Markt bestehen kann. Dies ist in Abbildung 2-9 visualisiert. Wissen wird hierbei „als Fähigkeit zum Handeln und (richtigen) Anwenden von Informationen angesehen“ [WILDNER 2011, S. 236]. Unter Berücksichtigung der Klassifikation von Wissen in kenntnis- und handlungsgebundenem Wissen nach AMELINGMEYER [2004, S. 45] sind Fähigkeiten und Kompetenzen dem Wissensbegriff zuzuordnen. Somit ergibt sich entsprechend dem Kontext der wissensorientierten Entwicklung von PSS ein umfassender Wissensbegriff.

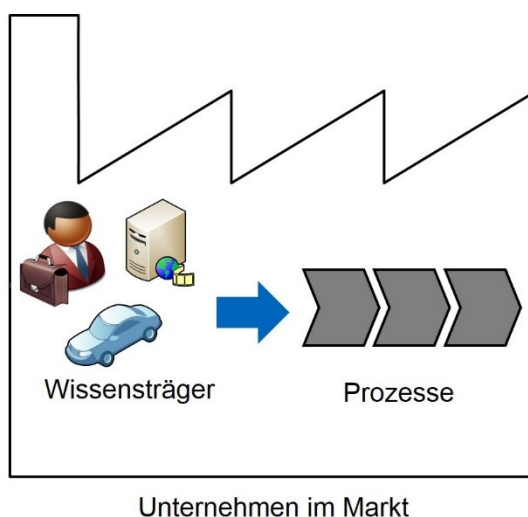


Abbildung 2-9: Wissensbezogene Betrachtungsgegenstände unterschiedlicher Disziplinen

Wissensmanagement befasst sich mit der Identifikation, Bewahrung, Nutzung, Entwicklung, Verteilung und dem Erwerb der Unternehmensressource Wissen. Um abstraktes Wissen managen zu können, kann dessen Visualisierung hilfreich sein, beispielsweise in Wissenslandkarten. Ein wichtiger Aspekt vor dem Hintergrund der wissensorientierten Entwicklung ist die Weiterentwicklung des Unternehmenswissens. Aus Wissenslandkarten kann ein Bedarf benötigten Wissens abgeleitet werden, was den Bedarf der Wissensentwicklung aufzeigt.



### 3. Modellierung und Analyse komplexer Strukturen

*Komplexität als Systemeigenschaft hängt von der Zahl der Elemente, ihren Relationen und ihrer Dynamik ab [vgl. LINDEMANN et al. 2009, S. 28f.]. Das System Unternehmenswissen umfasst die Wissens Elemente, die Wissensträger sowie Tätigkeiten, in die das Wissen eingebracht wird. Die Dynamik wird beeinflusst von einer Vielzahl sich ändernder externer und interner Einflussfaktoren. Unternehmenswissen kann somit als komplexes System betrachtet werden, womit sich die Methoden des Strukturkomplexitätsmanagements zur Analyse anbieten. Das folgende Kapitel gibt einen Abriss über die Modellierung und Analyse komplexer Strukturen unter Anwendung der Graphentheorie.*

Ein Graph besteht aus Knoten, die durch gerichtete oder ungerichtete Kanten miteinander verknüpft sind. Ein Graph kann in Matrixform dargestellt werden. Die Adjazenzmatrix enthält dabei die Kanten. Alternativ kann dies grafisch dargestellt werden. Hier erscheinen Knoten als Punkte, die mit Pfeilen (bei gerichteten Kanten) oder Linien (ungerichtete Kanten) miteinander verknüpft sind. Beide Darstellungsformen haben einen identischen Informationsgehalt und können ineinander überführt werden [BRONSTEIN et al. 1999, S. 338, ANDRÁSFÁI 1991, S. 133ff.].

#### 3.1 Modellierungsansätze des strukturellen Komplexitätsmanagements

Das strukturelle Komplexitätsmanagement unterstützt die ganzheitliche Analyse, Handhabung und Optimierung komplexer Systeme. Struktur bezieht sich auf die quantitative Vernetzung der Systemelemente [LINDEMANN et al. 2009, S. 1f.]. Hierbei können matrixbasierte Ansätze verwendet werden, wie im Folgenden vorgestellt.

STEWART [1981] führte die Design Structure Matrix (DSM) als Methode zur Planung und Kommunikation von Entwicklungsprozessen ein. Die DSM ist eine quadratische Matrix, welche in beiden Dimensionen die Systemelemente (Knoten) abbildet. Zeilen und Spalten enthalten also identische Elemente einer Domäne (z. B. Komponenten) [vgl. BROWNING 2001, S. 292]. In der Adjazenzmatrix selbst werden die Relationen zwischen den Systemelementen (Kanten) dargestellt. Abbildung 3-1 (oben) stellt drei DSMs aus drei Domänen dar. Binäre DSMs modellieren lediglich, ob eine Relation zwischen zwei Systemelementen vorhanden ist. Numerische DSMs berücksichtigen darüber hinaus die Intensität der Relationen [vgl. EPPINGER et al. 1992, S. 307f.].

EPPINGER et al. [1992] modellieren mit der DSM Prozesse, Organisationen und Systemarchitekturen [vgl. EPPINGER & BROWNING 2012, S. 14]. Die bisher genannten Ansätze berücksichtigen lediglich eine Relationsart, sind also schlichte Graphen. Mehrfachkanten werden von PIMMLER & EPPINGER [1994] eingeführt. Bei der Systemdekomposition werden dabei beispielsweise räumliche, energetische und stoffliche Abhängigkeiten sowie Informationsabhängigkeiten berücksichtigt.

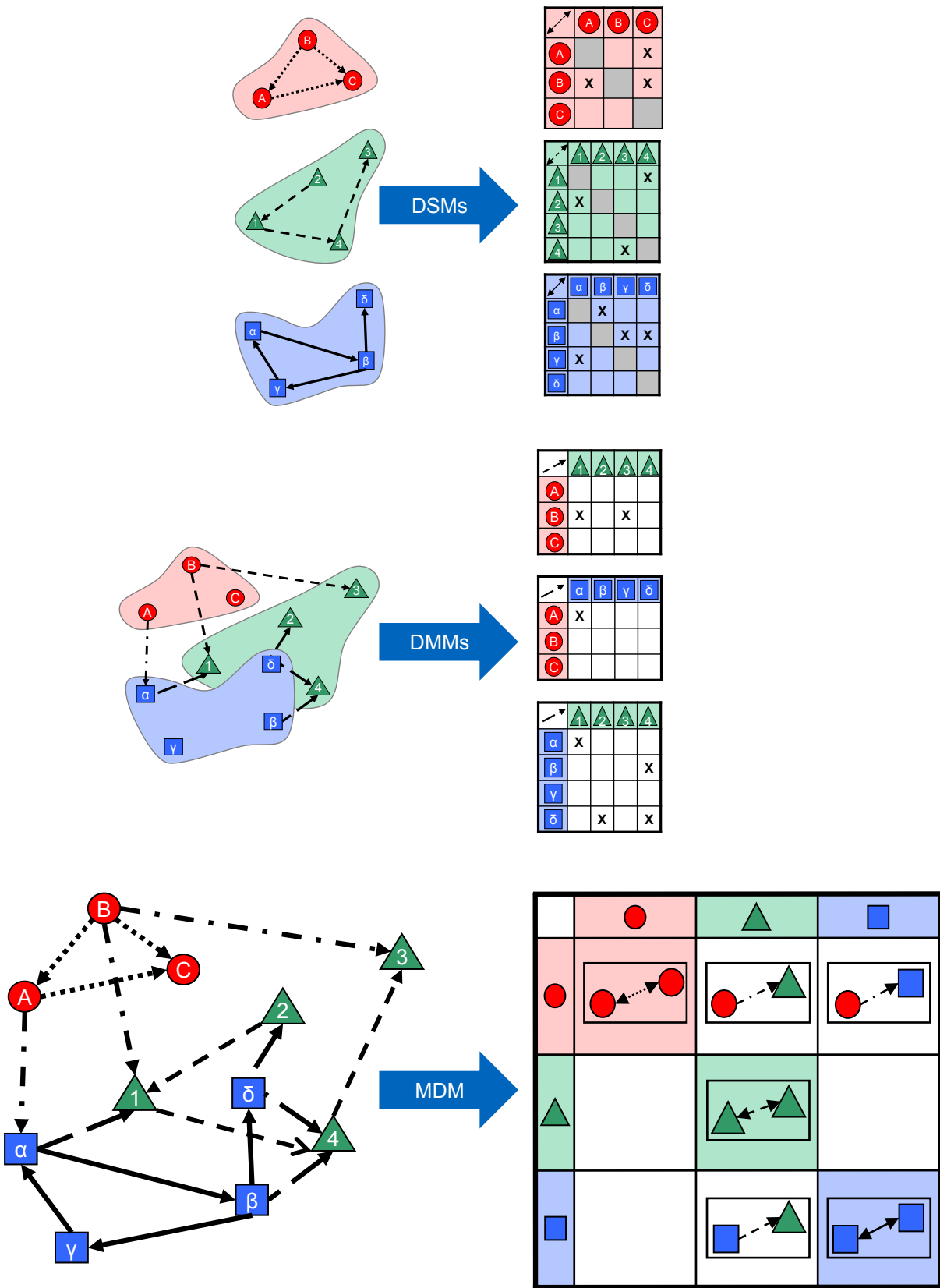


Abbildung 3-1: Graphen- und matrixbasierte Darstellung von Systemzusammenhängen in Anlehnung an LINDEMANN et al. [2009, S. 70]



BROWNING [2001] diskutiert weitere Anwendungsfelder der DSM. Hierbei unterscheidet er zwischen statischen und zeitbezogenen DSMs. Statische DSMs sind die Architektur-DSM (Modellierung von Systemarchitekturen auf Basis von Komponenten und Subsystemen und ihren Wechselwirkungen) und die Organisations-DSM (Modellierung von Organisationsstrukturen auf Basis von Personen und/oder Gruppen und ihrer Interaktion). Zeitbezogene DSMs sind die Ablauf-DSM (Modellierung von Prozessen und Tätigkeitsnetzwerken, basierend auf Tätigkeiten, Informationsflüssen und weiteren Abhängigkeiten) und die systemnahe Ablauf-DSM (Modellierung von systemnahen Beziehungen zwischen Konstruktionsentscheidungen und Gestaltungsparametern, Gleichungssystemen, etc.).

CLARKSON et al. [2004] analysieren mit der DSM Änderungsfortpflanzungen. Durch eine longitudinale Analyse statischer DSMs zu unterschiedlichen Zeitpunkten innerhalb eines Prozesses können Rückschlüsse auf die Dynamik des betrachteten Systems gezogen werden [SOSA et al. 2007]. Zahlreiche Anwendungsbeispiele aus den Bereichen Produkt-, Organisations- und Prozessarchitekturen werden von EPPINGER & BROWNING [2012] vorgestellt. VESTER [2012] diskutiert die DSM als Einflussmatrix zum Umgang mit komplexen Systemen, wie der Regionalplanung oder Klimamodellen. Die Analyse von Informationsflüssen in Entwicklungsteams wird von BATALLAS & YASSINE [2006] diskutiert. In der Szenariotechnik zur strategischen Planung nach GAUSEMEIER et al. [1998] werden matrixbasierte Analysemethoden für mehrere Anwendungsfälle eingesetzt: Schlüsselfaktoren werden durch die Analyse der gegenseitigen Beeinflussung von Einflussfaktoren anhand einer Einflussmatrix identifiziert. Die Konsistenzmatrix unterstützt die Identifikation von untereinander verträglichen Kombinationen von Schlüsselfaktoren. Somit können schlüssige Zukunftsprojektionen abgeleitet werden.

Abhängigkeiten zwischen zwei Domänen werden in der Domain Mapping Matrix (DMM) berücksichtigt [DANILOVIC & BROWNING 2004, DANILOVIC & SANDKULL 2005]. Abbildung 3-1 (mitte) stellt die drei DMMs eines Systems mit drei modellierten Domänen dar.

Die so erzeugten DSMs und DMMs mit ihren domänenspezifischen und domänenübergreifenden Relationen können nun in einer sogenannten Multiple-Domain Matrix (MDM) zusammengefasst werden. Die MDM erlaubt die systematische Modellierung von Netzwerken unter Berücksichtigung mehrerer Domänen und Relationsarten. Abstrahiert kann eine solche MDM als DSM dargestellt werden, deren Elemente die Domänen der MDM sind. Auf der Hauptdiagonale werden dabei die DSMs angeordnet und in den weiteren Zellen die DMMs [LINDEMANN et al. 2009, S. 71]. Abbildung 3-1 (unten) stellt abstrahiert eine MDM dar.

Ein mögliches Anwendungsgebiet der MDM ist die Identifikation von Bedarfen für funktions- und teamübergreifende Interaktionen in einer Organisation auf Basis von Relationen zwischen Produktkomponenten oder Prozessaktivitäten [vgl. EPPINGER & BROWNING 2012, S. 241]. HEPERLE [2013] nutzt die MDM zur Analyse von Abhängigkeiten im PSS-Lebenszyklus sowie zur Planung lebenszyklusgerechter PSS (vgl. Kapitel 4.3). HELLENBRAND [2013] unterstützt durch ein integriertes Produkt- und Prozessmodell die Planung von Entwicklungsprozessen. MAURER & KESPER [2010] nutzen eine MDM zur Unterstützung des Wissenstransfers zwischen einem erfahrenen Mentor und einem Mentee (vgl. Kapitel 2.3.2). Weitere Anwendungsbeispiele werden von EPPINGER & BROWNING [2012] diskutiert.

### 3.2 Vorgehen des strukturellen Komplexitätsmanagements

LINDEMANN et al. [2009, S. 62ff.] schlagen ein systematisches Vorgehen zum Management komplexer Probleme vor (vgl. Abbildung 3-2). Das Vorgehen unterstützt die zielgerichtete Systemmodellierung in einer MDM mit dem Ziel, das System zu gestalten oder zu adaptieren.

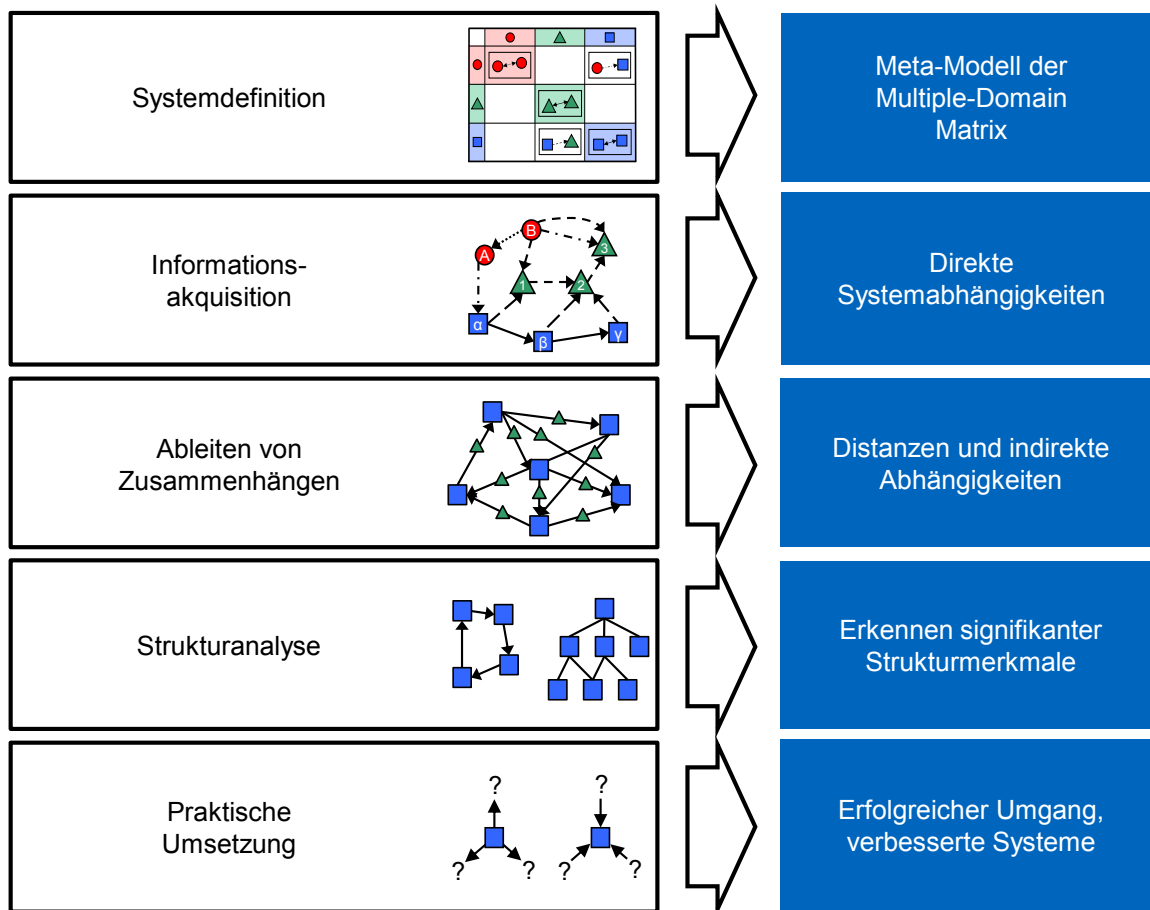


Abbildung 3-2: Vorgehen des strukturellen Komplexitätsmanagements in Anlehnung an LINDEMANN et al. [2009, S. 64]

Im ersten Schritt wird das betrachtete System modelliert. Ergebnis ist ein Meta-Modell der im weiteren Vorgehen zu erstellenden MDM. Im Meta-Modell werden die Elemente sowie die Relationsarten definiert. Es wird definiert, ob Systemabhängigkeiten direkt oder indirekt erfasst werden. In der anschließenden Informationsakquisition werden die direkten Systemabhängigkeiten erfasst. Herausfordernd ist hierbei die Sicherstellung der Datenqualität. Aus den direkt erfassten Systemabhängigkeiten können die indirekten Systemabhängigkeiten durch Matrixmultiplikation berechnet werden. Die genauen Rechenvorschriften werden von LINDEMANN et al. [2009, S. 104ff.] erläutert. Beispielsweise können zwei Entwickler als (abhängig betrachtet werden, wenn sie an der Entwicklung eines bestimmten Bauteils beteiligt sind. Diese Abhängigkeit kann über indirekte Relationen berechnet werden.

Nun wird die Struktur des vorliegenden Systemmodells mit dem Ziel analysiert, signifikante Strukturmerkmale zu identifizieren. Analyseansätze betrachten sowohl die Gesamtstruktur und

deren Verhalten als auch einzelne Elemente. Eine umfassende Sammlung von Strukturkennzahlen wird von KREIMEYER & LINDEMANN [2012] aufgelistet. Clustering, also die Identifikation von hoch vernetzten Bereichen der Matrix, unterstützt die Modularisierung von Systemen. Durch Triangularisierung können Systeme sequenziert werden [vgl. LINDEMANN et al. 2009, S. 137]. FREEMAN [1978] diskutiert im Rahmen der Analyse sozialer Netzwerke verschiedene Zentralitätskennzahlen. Ein häufig angewandtes Strukturkriterium ist die Aktiv- oder Passivsumme als Anzahl der aus- bzw. eingehenden Kanten eines Knotens. Mit der  $\Delta$ DSM wird die Differenz zwischen einem Ausgangssystem A und einem geänderten System A' dargestellt [DE WECK 2007, S. 311]:

$$\Delta A = A - A' \quad (1)$$

Im letzten Schritt erfolgt die Umsetzung auf Basis der Analyseergebnisse mit dem Ziel der erfolgreichen Gestaltung des zu entwickelnden Systems oder der Verbesserung eines existierenden Systems.

Das Vorgehen des strukturellen Komplexitätsmanagements erlaubt das systematische Verarbeiten hochvernetzter Systeme, wie es Wissensstrukturen darstellen. Besonders die MDM ist ein vielversprechender Modellierungs- und Analyseansatz, da hier mehrere Domänen modelliert werden können. In der Wissenslandkarte nach MAURER & KESPER [2010] werden Wissen und Aufgaben, in die das Wissen eingebracht wird, modelliert. Somit wird Wissen mit dem Kontext modelliert. Die Analyseansätze des strukturellen Komplexitätsmanagements bieten Potenzial, auf das Wissensmanagement adaptiert zu werden. Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit erstellte MDM-basierte Wissenslandkarte (vgl. Kapitel 6.3) bauen deshalb auf dem strukturellen Komplexitätsmanagement auf.



## 4. Grundlagen der Entwicklung von Produkt-Service-Systemen

*Dieses Kapitel beschreibt den Stand der Forschung zu Produkt-Service-Systemen (PSS). Hierfür wird der Begriff definiert und charakterisiert. Die Vorteile von PSS werden aus unterschiedlichen Blickwinkeln diskutiert. Darüber hinaus werden Herausforderungen, Risiken und die Kundenakzeptanz beleuchtet. Die Bedeutung des Unternehmenswissens für PSS sowie wissensbezogene Herausforderungen für Unternehmen im Wandel vom Sachleistungs- zum PSS-Anbieter werden geklärt. Anschließend werden ausgewählte systematische Ansätze zur Entwicklung von PSS beschrieben und vor dem thematischen Hintergrund dieser Arbeit diskutiert.*

### 4.1 Produkt-Service-Systeme (PSS)

PSS stellen eine Integration von Sach- und Dienstleistungen in einem Marktangebot dar. In diesem Abschnitt werden die Hauptkomponenten eines PSS, nämlich Sach- und Dienstleistungen definiert und darauf aufbauend der Begriff des PSS eingehend erläutert.

#### 4.1.1 Sach- und Dienstleistungen

##### Begriffsdefinitionen

Ein Produkt ist nach KOTLER et al. [2007, S. 12] „alles, was einer Person angeboten werden kann, um ein Bedürfnis oder einen Wunsch zu befriedigen“. In dieser aus dem Marketing stammenden Definition ist ein Produkt ein Oberbegriff für Sach- und Dienstleistungen. Es existieren sowohl Sach- als auch Dienstleistungsprodukte. Der Begriff des technischen Produkts (oder abgekürzt: Produkt) wird in der Konstruktionsmethodik häufig synonym mit Sachleistung verwendet, so beispielsweise bei PAHL et al. [2006], LINDEMANN [2009], PONN [2007] oder in der VDI-Richtlinie 2221 [VDI 1993]. Dies spiegelt sich auch im Begriff „Produkt-Service-System“ wider. Die vorliegende Arbeit verwendet diese Sichtweise der Konstruktionsmethodik, in die die Arbeit thematisch eingeordnet ist (vgl. Kapitel 1.3).

Sachleistungen sind materiell existierende Güter, die „angefasst und angesehen“ werden können. Sie umfassen Material, gefertigte Vorprodukte und gefertigte Endprodukte [SCHEER et al. 2006, S. 22]. Sachleistungen sind häufig mechatronische Systeme, die nach GAUSEMEIER et al. [2001, S. 27] auf dem Zusammenwirken von Mechanik, Elektronik, Regelungstechnik und Software beruhen.

In der Wissenschaft gibt es keine allgemein anerkannte Definition des Dienstleistungsbegriffs [LAURISCHKAT 2012, S. 7, AURICH et al. 2010, S. 136]. Bestehende Definitionsansätze können in mehrere Klassen eingeteilt werden: enumerativ, negativ und konstitutiv. Enumerative Definitionen nennen Beispiele für Dienstleistungen und verzichten auf eine Charakterisierung. In der negativen Definition sind alle Leistungen, die sich nicht den Sachleistungen zuordnen

lassen, Dienstleistungen. Konstitutive Definitionen gliedern sich in potenzial-, prozess- und ergebnisorientierte Definitionen [CORSTEN 2001, S. 21].

In der prozessorientierten Definition werden Dienstleistungen als Prozess beschrieben. Die Leistung als Ergebnis eines Prozesses ist im Mittelpunkt ergebnisorientierter Definitionen. Potenzialorientierte Definitionen fokussieren auf Potenzialen und Fähigkeiten eines Anbieters, eine bestimmte Leistung zu erbringen [MEFFERT & BRUHN 2009, S. 16f.]

Der Dienstleistungsbegriff kann in unterschiedliche Dienstleistungstypen differenziert werden. Einen auf B2B-Märkte fokussierten, hierarchischen Überblick gibt Abbildung 4-1. Investive Dienstleistungen (B2B-Märkte) können nach Art des Dienstleistungsanbieters in rein investive Dienstleistungen (Anbieter ist hier ein Dienstleistungsunternehmen) sowie industrielle Dienstleistungen (Anbieter ist ein produzierendes Unternehmen) untergliedert werden. Im Kontext von PSS sind die in der Grafik hervorgehobenen industriellen Dienstleistungen von Interesse. Diese können weiter untergliedert werden [BURIANEK 2009, S. 15f.].

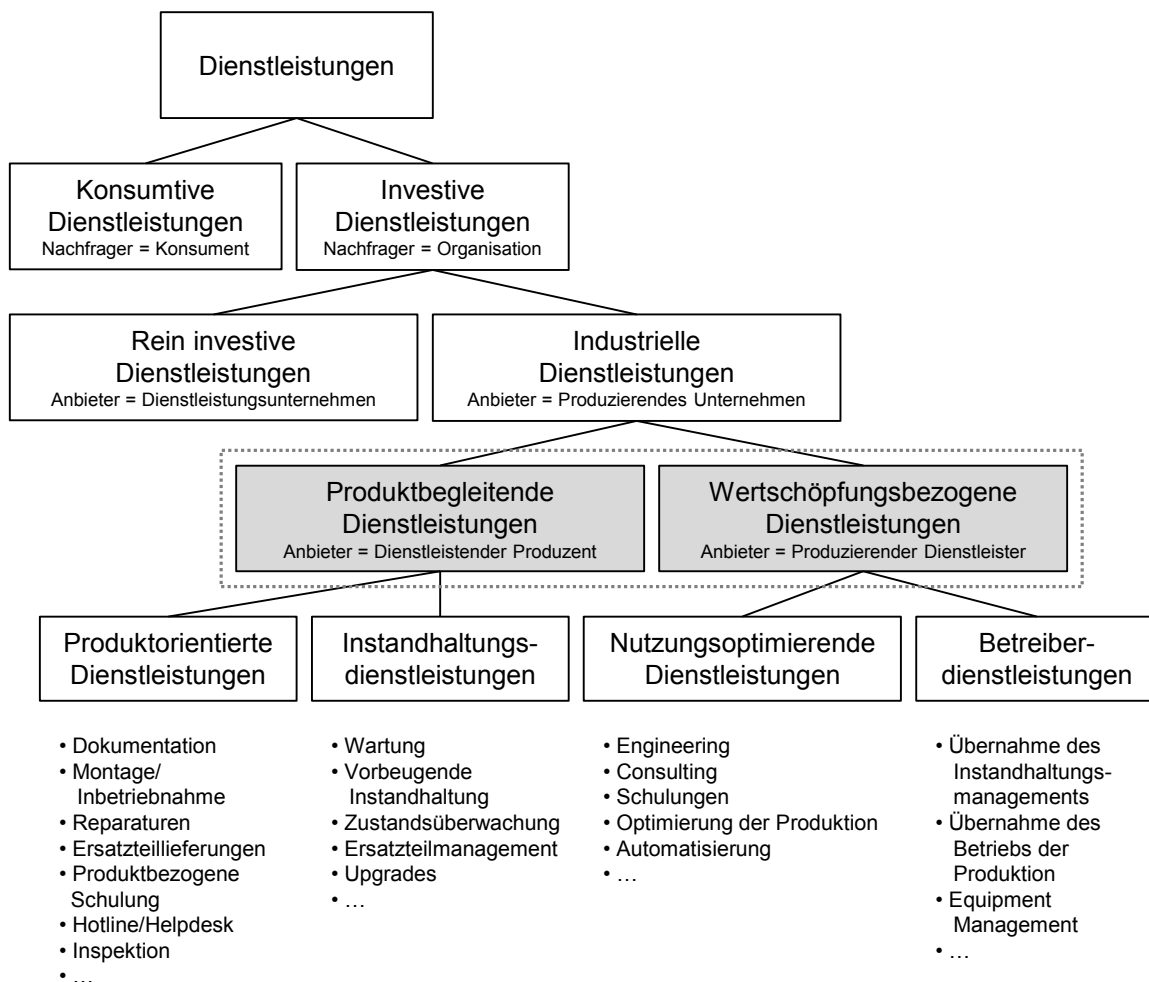


Abbildung 4-1: Differenzierung des Dienstleistungsbegriffs nach BURIANEK [2009, S. 16]

Eine Systematisierung für produktbegleitende Dienstleistungen diskutiert HUSEN [2007, S. 23.]. Dienstleistungen können demnach nach der Lebenszyklusphase, in der sie erbracht werden (Pre-Sales, Sales und After Sales), sowie in kaufmännische und technische Leistungen

klassifiziert werden. Ein Überblick über produktbegleitende Dienstleistungen ist im Anhang 10.3 dargestellt.

### Abgrenzung von Sach- und Dienstleistung

Die wesentlichen in der Literatur genannten Eigenschaften beider Leistungstypen sind in Tabelle 4-1 zusammenfassend gegenübergestellt. Sachleistungen sind als materielle Güter definiert, Dienstleistungen als immaterielle. Für Mechanik, Elektronik und Regelungstechnik ist dies nachvollziehbar. Nicht offensichtlich ist, wie Software hier einzuordnen ist. Software wird nicht isoliert angeboten, sondern ist Teil eines mechatronischen Systems oder auf einem Datenträger gespeichert. Im System betrachtet, wird Software folglich den Sachleistungen zugeordnet. Die Schwierigkeit einer trennscharfen Abgrenzung von Sach- und Dienstleistungen wird von LAURISCHKAT [2012, S. 8f.] vor dem Hintergrund der Entwicklung von PSS diskutiert. Ausgehend von den Definitionen der Hauptkomponenten Sach- und Dienstleistung wird nun im Folgenden der Begriff des Produkt-Service-Systems erläutert.

*Tabelle 4-1: Abgrenzung von Sach- und Dienstleistungen in Anlehnung an [AURICH ET AL. 2010, S. 136, KOTLER et al. 2007, S. 552f., GRÖNROOS 2006, S. 47ff., YANG 2003, S. 311, NIJHUS ET AL. 2001, S. 19, CORSTEN 2001, S. 22, LEHMANN 1995, S. 21, ENGELHARDT ET AL. 1992]*

<b>Merkmal</b>	<b>Sachleistungen</b>	<b>Dienstleistungen</b>
<b>Greifbarkeit</b>	materielle Güter	immaterielle Güter
<b>Instanziierung</b>	Dinge	Prozesse und Aktivitäten
<b>Trennbarkeit</b>	Produktion und Konsumption zu unterschiedlichen Zeitpunkten	Gleichzeitige Produktion und Konsumption (uno-actu-Prinzip)
<b>Streuung der Qualität</b>	homogen	heterogen: Qualität der Leistung von der erbringenden Person und dem Kunden abhängig
<b>Lagerfähigkeit</b>	kann gelagert werden	kann nicht gelagert werden
<b>Interaktivität</b>	keine Integration des Kunden in die Sachleistungsproduktion	starke Interaktion zwischen Kunde und Dienstleistungsanbieter, der Leistungsempfänger bringt sich als „externer Faktor“ in die Leistungserstellung ein
<b>Arbeitsintensität</b>	keine pauschale Aussage möglich	hoher Anteil an menschlicher Arbeitskraft an der Leistungserstellung

#### 4.1.2 Begriffsdefinition PSS

Als Bezeichnung der Integration von Sach- und Dienstleistungen werden in der Literatur eine Reihe an unterschiedlichen Begriffen verwendet, die jedoch einen ähnlichen Sachverhalt beschreiben: Produkt-Service-System, Produkt-Dienstleistungssystem, hybrides Produkt, hybrides Leistungsbündel, Leistungsbündel, hybride Wertschöpfung [KNACKSTEDT et al. 2008,

S. 236f., THOMAS et al. 2008, S. 208]. In der englischsprachigen Literatur wird neben *Product-Service Systems* von *functional sales* oder *functional (total care) products* gesprochen [TAN & MCALOONE 2006, S. 1]. Diese Begriffe können sich grundsätzlich sowohl auf B2B- (business-to-business) als auch B2C- (business-to-consumer) Märkte beziehen [vgl. LAURISCHKAT 2012, S. 21f.]. Einzelne Begriffe zielen jedoch ausschließlich auf B2B-Märkte ab, so z. B. *Industrial Product-Service Systems (IPSS)* [MEIER et al. 2010a] oder investive PSS [AURICH et al. 2007]. Ähnlich vielfältig sind die in der Literatur gegebenen Definitionen. Einen Überblick gibt Tabelle 4-2. Der Prozess der Transformation eines Unternehmens vom Sachleistungsanbieter zum PSS-Anbieter wird in der Literatur häufig als „*Servitization*“ bezeichnet [BAINES et al. 2009, S. 547, BIEGE 2011, S. 31].

Tabelle 4-2: Gegenüberstellung von Definitionen des Begriffs Produkt-Service-System

Quelle	Definition Produkt-Service-System
[GOEDKOOP ET AL. 1999, S. 20]	„ <i>A Product-Service System is described as a marketable set of products and services capable of jointly fulfilling a user’s need. The product/service ratio can vary, either in terms of function fulfilment or economic value.</i> “
[MONT 2002b, S. 239]	„ <i>A system of products, services, supporting networks and infrastructure that is designed to be: competitive, satisfy customer needs and have a lower environmental impact than traditional business models.</i> “
[MANZINI & VEZZOLI 2003, S. 851]	„ <i>A product service system (PSS) can be defined as an innovation strategy, shifting the business focus from designing (and selling) physical products only, to designing (and selling) a system of products, and services which are jointly capable of fulfilling specific client demands.</i> “
[SPATH & DEMUB 2006, S. 472]	„ <i>Hybride Produkte sind komplexe Problemlösungen für den Kunden, die sich aus einem stimmigen, auf den Kundennutzen ausgerichteten Mix aus materiellen und immateriellen Leistungsergebniskomponenten zusammensetzen, dabei der materielle Anteil überwiegt und der immaterielle Anteil die Integration des Kunden in den Leistungserstellungsprozess erfordert.</i> “
[TUKKER & TISCHNER 2006, S. 1552]	„ <i>Product-service systems (PSS) are a specific type of value proposition that a business (network) offers to (or co-produces with) its clients. PSS consist of a mix of tangible products and intangible services designed and combined so that they jointly are capable of fulfilling final customer needs</i> “
[AURICH et al. 2007, S. 579]	„ <i>Produkt-Service-Systeme (PSS) [...] bestehen aus einem materiellen Sachproduktkern, welcher über seine Nutzungsdauer, das heißt seinen Lebenszyklus, zielgerichtet durch verschiedene immaterielle Serviceprodukte ergänzt wird.</i> “



Tabelle 4-2 (Fortsetzung): Gegenüberstellung von Definitionen des Begriffs Produkt-Service-System

Quelle	Definition von Produkt-Service-System
[BAINES et al. 2007, S. 1543]	<i>„A PSS can be thought of as a market proposition that extends the traditional functionality by incorporating additional services. Here the emphasis is on the ‘sale of use’ rather than the ‘sale of product’.”</i>
[TAN et al. 2007, S. 2]	<i>„Product/service-system (PSS) approaches are innovation strategies where companies provide value to their customers by supporting and enhancing the utility of their products throughout their life cycle. The principle behind PSS is a shift in business perspective from product-orientation to service-orientation, where instead of the product itself, the actual activity associated with the use of the product is considered to be of more value to the customer.”</i>
[BURIANEK 2009, S. 23]	<i>„Eine hybride Leistung ist ein Leistungsbündel, das sich aus einer speziell aufeinander abgestimmten Kombination aus Sach- und Dienstleistungsanteilen zusammensetzt und auf die individuellen Bedürfnisse des Kunden ausgerichtet ist.“</i>
TR 29 [MEIER & UHLMANN 2012a, S. 6]	<i>„Ein hybrides Leistungsbündel ist gekennzeichnet durch die integrierte, sich gegenseitig determinierende Planung, Entwicklung, Implementierung, Erbringung und Nutzung von Sach- und Dienstleistungsanteilen einschließlich ihrer immanenten Softwarekomponenten in industriellen Anwendungen und repräsentiert ein wissensintensives soziotechnisches System.“</i>
SFB 768 [SCHENKL et al. 2013a, S. 919]	<i>„A Product-Service System (PSS) integrates product and service components, whereby the product components may consist of mechanics, electrics/electronics and software. In the context of cycle management for innovation processes, the dynamics and complexity involved in understanding, planning, and managing Product-Service Systems are of particular interest.“</i>

Produkt-Service-Systeme beinhalten sowohl Sach- als auch Dienstleistungsanteile. Dies trifft jedoch auf jede reale Absatzleistung zu, da reine Sach- und Dienstleistungen nicht existieren. Jede Sachleistung wird gemeinsam mit Dienstleistungen angeboten, wie Verkauf, Lieferung oder Support [BEUREN et al. 2013, S. 225, SPATH & DEMUB 2006, S. 471, TAN et al. 2006, S. 2, ENGELHARDT 1993, S. 408f.]. Zur Definition von Produkt-Service-Systemen sind also weitere Aspekte maßgeblich, die im Folgenden diskutiert werden.

PSS integrieren Sach- und Dienstleistungen [BURIANEK 2009, S. 17f., SCHENKL ET AL. 2013A], sowohl hinsichtlich der Leistungsseite [SPATH & DEMUB 2006, S. 465] als auch hinsichtlich ihrer Lebenszyklusphasen wie Planung, Entwicklung und Nutzung [MEIER & UHLMANN 2012a, S. 6, HEPERLE 2013, S. 88]. AURICH et al. [2006, S. 1481] modellieren ein PSS mit einem Sachleistungskern, umgeben von einem Dienstleistungsmantel. BURIANEK [2009, S. 23] fordert eine „speziell aufeinander abgestimmte Kombination“. Hiermit grenzen sich PSS von klassischen Absatzleistungen ab, in denen Sach- und Dienstleistungsanteile nebeneinander oder

ergänzend angeboten wurden [vgl. SPATH & DEMUB 2006, S. 465, 474]. Unterschiedliche Auffassungen bestehen im Betrachtungsobjekt: Während einige Autoren den Schwerpunkt auf die Leistungselemente legen [GOEDKOOP et al. 1999, S. 20, MONT 2002b, S. 239, AURICH et al. 2007, S. 579, SCHENKL et al. 2013a, S. 919] sehen MANZINI & VEZZOLI [2003, S. 851] und TAN et al. [2007, S. 2] PSS als eine Innovationsstrategie an. TUKKER & TISCHNER [2006, S. 1552] und BAINES et al. [2006, S. 1543] sehen in PSS ein Nutzenversprechen. MEIER & UHLMANN [2012a, S. 6] verzichten auf eine Konkretisierung des Betrachtungsobjektes und fokussieren dafür die Integration des Sach- und Dienstleistungslebenszyklus sowie charakterisieren PSS als wissensintensiv.

Sach- und Dienstleistungsanteile werden unterschiedlich priorisiert: Während AURICH et al. [2007, S. 579] und SPATH & DEMUB [2006, S. 472] das Sachprodukt im Kern der Marktleistung sehen, sehen TAN et al. [2007, S. 2] einen Wechsel des Schwerpunkts von Sachleistungen zu Dienstleistungen. GOEDKOOP et al. [1999, S. 20], MANZINI & VEZOLLI [2003, S. 851] und TUKKER & TISCHNER [2006, S. 1552] rücken die gemeinsame Funktionserfüllung bzw. Nutzenbefriedigung durch die integrierten Sach- und Dienstleistungen ins Zentrum. MONT [2002b, S. 239] sieht unterstützende Netzwerke und Infrastruktur als weitere Bestandteile eines PSS neben Sach- und Dienstleistungsanteilen. MÜLLER et al. [2010, S. 110] bezeichnen dies als Kontext, bestehend aus technischer Peripherie (Werkzeuge, Anlagen, Infrastruktur, Unterstützungs- und Ausführungssysteme). Weiterhin werden Stakeholder (Anbieternetzwerke, Lieferanten, Kunden) und der PSS-Vertrag genannt.

BAINES et al. [2006, S. 1543] und TAN et al. [2007, S. 2] sehen einen Paradigmenwechsel des Anbieters vom Verkauf von Sachleistungen hin zur Erfüllung von Kundenwünschen. MANZINI & VEZZOLI [2003, S. 851] sprechen sogar vom Verkauf von Zufriedenheit. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass der Kundennutzen nicht aus dem Eigentum an einer Sachleistung entsteht, sondern aus deren Nutzung [HOCKERTS et al. 1994, S. 12]. Bei PSS rückt die Nutzenstiftung in den Vordergrund. BURIANEK [2007, S. 18] spezifiziert dies als funktionalen Nutzen. Hierdurch heben sich PSS von der reinen Kombination von Sach- und Dienstleistungen ab, die bei allen realen Absatzobjekten vorhanden ist. MONT [2002b, S. 239] fordert darüber hinaus die reduzierte Umweltwirkung von PSS, womit PSS als Mittel zur Steigerung der Nachhaltigkeit verstanden werden (vgl. Kapitel 4.1.3).

In der Definition des Sonderforschungsbereichs 768 [SCHENKL et al. 2013a, S. 919] werden die Komplexität und die Dynamik für das Verständnis, die Planung und das Management von PSS innerhalb des Innovationsprozesses als besondere Handlungsfelder hervorgehoben. Diese Definition fokussiert die Prozessperspektive auf PSS.

PSS umfassen Sach- und Dienstleistungsanteile. Die Sachleistung kann Mechanik, Elektrik/Elektronik und Software umfassen [SCHENKL et al. 2013a, S. 919, BURIANEK 2009, S. 20]. Der Dienstleistungsanteil enthält unterschiedliche Dienstleistungen und Dienstleistungstypen (siehe Abbildung 4-2). Je stärker das Leistungsangebot auf die Probleme des Kunden ausgerichtet ist, desto vollständiger die integrierten Dienstleistungsanteile. Den Extremfall stellt hier die vollständige Übernahme der Kundenaktivitäten über den kompletten Lebenszyklus dar [BURIANEK 2009, S. 12].

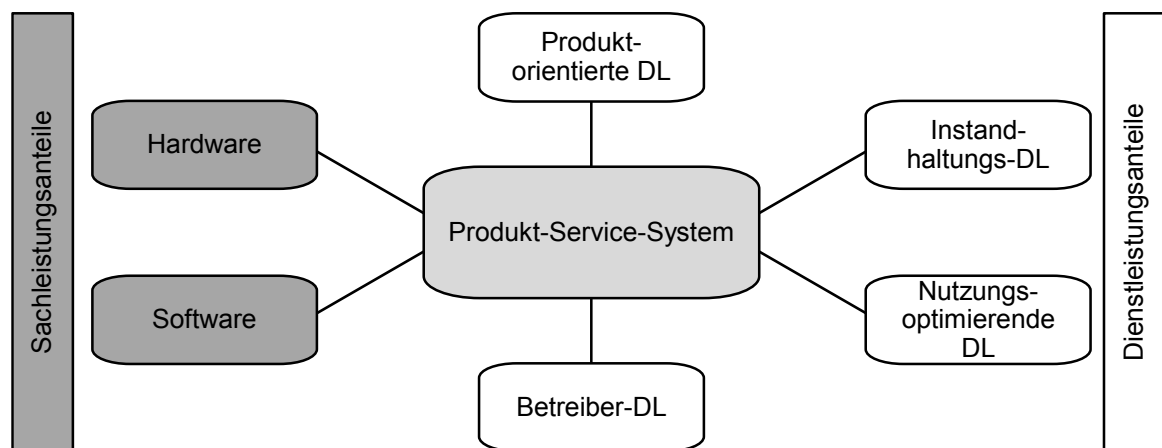


Abbildung 4-2: Bestandteile eines PSS nach BURIANEK [2009, S. 20]

TUKKER [2004, S. 248f.] klassifiziert PSS in produktorientiert, nutzungsorientiert und ergebnisorientiert. Diese Typen sind in Abbildung 4-3 zusammenfassend dargestellt und anhand ihres Sach- und Dienstleistungsanteils gruppiert. Im Folgenden werden die drei Typen charakterisiert.

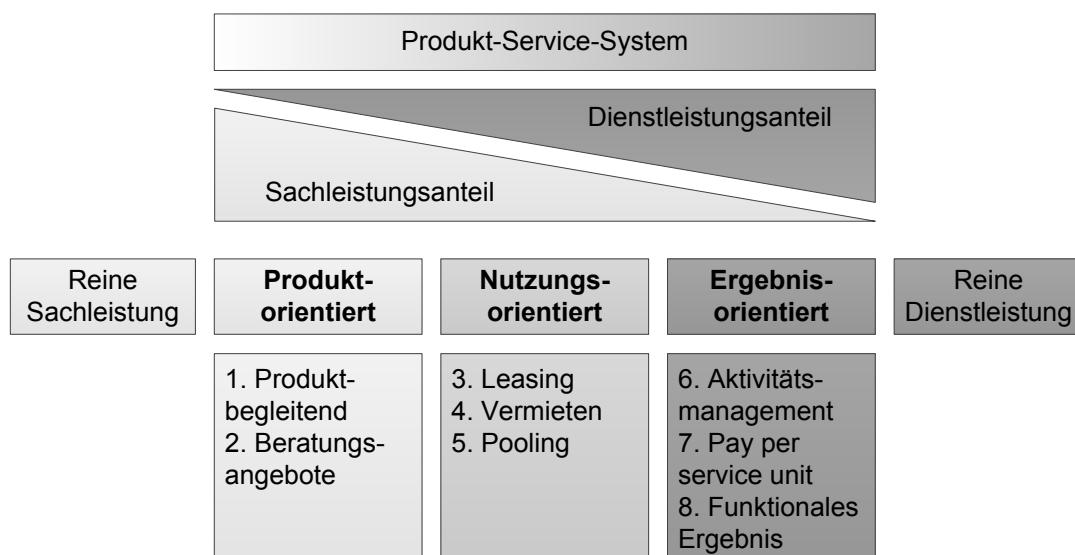


Abbildung 4-3: PSS-Typen nach TUKKER [2004, S. 247]

- Produktorientiert:**  
 Das klassische Geschäftsmodell des Verkaufs von Sachleistungen wird beibehalten, jedoch um Dienstleistungen ergänzt. Diese umfassen Dienstleistungen für die Nutzungsphase, wie Finanzierungen, Wartungsverträge oder Rücknahmevereinbarungen, oder Beratungsangebote, um die Effizienz der Produktnutzung zu steigern.
- Nutzungsorientiert:**  
 In diesem Fall steht die Sachleistung weiterhin im Kern der Marktleistung, jedoch verbleibt das Eigentum beim Anbieter. Die Sachleistung wird dem Kunden durch Vermietung, Leasing oder Sharing zur Verfügung gestellt.

- **Ergebnisorientiert:**  
Hier vereinbaren Anbieter und Kunde ein Resultat, ohne die genaue Leistungserbringung festzulegen. Hierunter fällt das in Kapitel 1 erwähnte Konzept „power-by-the-hour“. Ein weiteres Beispiel ist das Angebot des Transports einer Person von A nach B, ohne festzulegen, ob dies per Mietwagen, Eisenbahn, Flugzeug oder Taxi geschieht.

Insgesamt zeigt sich in der Klassifikation nach TUKKER [2004] die hohe Bandbreite an möglichen Ausprägungen von PSS. Die Bandbreite reicht von produktorientierten PSS mit einem nur geringen Dienstleistungsanteil bis hin zu ergebnisorientierten PSS, bei denen der Dienstleistungsanteil überwiegt.

Aus den obigen Definitionen wird die folgende Begriffsdefinition für die vorliegende Arbeit abgeleitet:

*Produkt-Service-Systeme integrieren Sach- und Dienstleistungsanteile in einem Leistungsbündel (Produktsicht) und sind gekennzeichnet durch einen sach- und dienstleistungsintegrierenden Innovationsprozess (Prozesssicht).*

Teilziele dieser Arbeit sind es, sowohl Verständnis über den Entwicklungsgegenstand PSS zu schaffen als auch eine Methodik der wissensorientierten PSS-Entwicklung zu erarbeiten (vgl. Kapitel 1.2). Diesen Zielen trägt die obige Definition Rechnung, indem sie Produkt- und Prozesssicht auf PSS vereint. Nachdem der Begriff des Produkt-Service-Systems definiert wurde, werden in den folgenden Abschnitten Vorteile, Herausforderungen und Risiken von PSS diskutiert.

### 4.1.3 Vorteile von PSS

PSS versprechen Vorteile für drei Stakeholdergruppen, nämlich Kunden, Anbieter und Gesellschaft. Idealerweise ergeben sich Vorteile nicht nur für einzelne Stakeholder, sondern für alle drei genannten Gruppen [MCALOONE & ANDREASEN 2002, S. 51].

#### **Vorteile für den Kunden**

PSS erlauben es, den Kundennutzen zu erhöhen [TUKKER 2004, S. 247]. Ermöglicht wird dies durch den besseren Einblick in die Kundenbedürfnisse [BAINES et al. 2009, S. 558] und eine höhere Flexibilität, sich ändernde Kundenbedürfnisse zu erfüllen [MONT 2002b, S. 240]. Kunden profitieren darüber hinaus vom Expertenwissen des Anbieters, das in die Erbringung von PSS einfließt [MONT 2002a, S. 93, WANG et al. 2011, S. 6868]. Vorteile reichen von einer höheren Produktivität durch bessere Nutzung von Anlagen über eine längere Sachleistungsdauer [MEIER et al. 2010a, S. 608] bis hin zur Nutzung der Entwicklungsfähigkeiten des Anbieters [WANG et al. 2011, S. 6868].

Das Auslagern von Aktivitäten auf einen PSS-Anbieter erlaubt es dem Kunden, sich auf seine Kernaktivitäten und -kompetenzen zu konzentrieren [TUKKER 2004, S. 247]. Eng verknüpft damit ist die geringere Verantwortung des Kunden über die Sachleistung [BEUREN et al. 2013, S. 225, BAINES et al. 2007, S. 1543, MONT 2002a, S. 93]. Administrations- und Überwachungstätigkeiten werden an den PSS-Anbieter ausgelagert [BAINES et al. 2007, S. 1548]. Ein weiterer

Vorteil ist der Transfer von Risiken, beispielsweise hinsichtlich Maschinenausfalls, auf den Anbieter. PSS können hierbei als Versicherung betrachtet werden [MEIER et al. 2010a, S. 609].

### **Vorteile für den Anbieter**

Die Vorteile aus Anbietersicht lassen sich klassifizieren in Wettbewerb, Unternehmensentwicklung, Kundenbeziehung, gesetzliche Rahmenbedingungen und Finanzen. Diese Aspekte werden im Folgenden detailliert betrachtet.

PSS erlauben es dem Anbieter, sich vom Wettbewerb zu differenzieren [VELAMURI et al. 2011, S. 4, ISAKSSON et al. 2011, S. 46, CAVALIERI & PEZZOTTA 2012, S. 278, TUKKER & TISCHNER 2006, S. 1555, OMANN 2003, S. 4, GOEDKOOP et al. 1999, S. 22], aufgrund der Integration neuen Wissens und neuer Technologien sowie neuartiger Gesamtkonzepte [YU et al. 2008, S. 49]. PSS sind schwerer nachzuahmen als reine Sachleistungen [VASANTHA et al. 2012, S. 636, OLIVA & KALLENBERG 2003, S. 160, VANDERMERWE & RADA 1988, S. 319]. Die immateriellen Dienstleistungsanteile sind schwer nachzuahmen [WANG et al. 2011, S. 6868], da beispielsweise das zur Erbringung notwendige Wissen nicht durch Reengineering von Dritten rekonstruiert werden kann [SCHENKL et al. 2013b, S. 486]. Für die Dienstleistungserbringung ist ein enger Kundenkontakt notwendig. Diesen scheuen Produktpiraten, da sie häufig unerkannt bleiben möchten [KOKOSCHKA 2012, S. 47ff.]. PSS ermöglichen es, preisbasierten Wettbewerb zu umgehen, da die Lebenslaufkosten an Bedeutung gewinnen im Vergleich zu den Anschaffungskosten [SAKAO et al. 2009, S. 759].

Hinsichtlich der Kundenbeziehung versprechen PSS eine Reihe von Vorteilen. Kunden von PSS werden in einer langfristigen Geschäftsbeziehung gebunden [VASANTHA et al. 2012, S. 636]. Es kann eine Steigerung der Kundenloyalität erzielt werden [TUKKER 2004, S. 247]. Darüber hinaus wird der Kundenkontakt intensiviert [TUKKER 2004, S. 253] aufgrund der Dienstleistungen kennzeichnenden uno-actu-Prinzips [THOMAS 2008, S. 212]. Der Anbieter bekommt einen tieferen Einblick in die Produktnutzung sowie Kundenbedarfe und kann so sein Angebot verbessern [TAN et al. 2007, S. 4].

PSS fördern Innovationen. Sie sind auf den Kundenbedarf fokussiert und erlauben deshalb, schneller zu innovieren [TUKKER 2004, S. 252] und unterstützen die Diffusion von Innovationen [VANDERMERWE & RADA 1988, S. 320]. Gesetzliche Anforderungen können die Markteinführung von PSS fördern [MONT 2002a, S. 92].

Die Erweiterung des Angebots eines Unternehmens erlaubt es, neue Absatzmöglichkeiten zu nutzen. Das traditionelle Geschäftsmodell produzierender Unternehmen (nämlich der Verkauf von Sachleistungen) wird um Dienstleistungen erweitert, wodurch PSS insbesondere in gesättigten Märkten eine Erfolg versprechende Wachstumsstrategie sind [MONT 2002a, S. 93, MONT 2002b, S. 240, VANDERMERWE & RADA 1988, S. 319].

PSS versprechen umfassende finanzielle Vorteile: Umsatzsteigerungen [MEIER et al. 2010, S. 608] bei höheren Margen [CAVALIERI & PEZZOTTA 2012, S. 278, SUNDIN et al. 2009, S. 724] sowie Verstetigung der Umsätze und damit eine geringere Abhängigkeit von ökonomischen Zyklen [CAVALIERI & PEZZOTTA 2000, S. 278]. Während Umsatzsteigerungen aufgrund der Erweiterung der Geschäftsaktivitäten sowie die Verstetigung von Umsätzen nicht weiter in der Literatur diskutiert werden, diskutiert NEELY [2008, S. 114] die mögliche Margenerhöhung.

Eine Studie bei PSS-Anbietern („servitized firms“) ergab, dass dies differenziert zu betrachten ist: Großunternehmen konnten zwar die Umsätze steigern, erzielten dabei jedoch geringere Margen. Mittelständische Unternehmen konnten hingegen die versprochenen Margensteigerungen erreichen.

### **Gesellschaftlicher Nutzen**

Der am häufigsten in der Literatur genannte Vorteil von PSS ist eine Steigerung der Nachhaltigkeit (vgl. Abbildung 4-4). Nachhaltigkeit wird in vielfältigen Facetten diskutiert [vgl. u. a. YOON et al. 2012, S. 3100, GEUM et al. 2011, MORELLI 2003, S. 1500, GOEDKOOP et al. 1999].

PSS entkoppeln ökonomisches Wachstum von Ressourceneinsatz [OMANN 2003, S. 4]: PSS-Anbieter müssen die gesamten Lebenszykluskosten berücksichtigen. Somit gewinnen die Betriebskosten in der Nutzungsphase für den Anbieter an Bedeutung [BEUREN et al. 2013, S. 224]. Eine höhere Lebensdauer kann ökonomisch vorteilhafter werden [BRANDSTOTTER et al. 2003, S. 799]. Da der Anbieter nun eine intrinsische Motivation hat, die Lebenslaufkosten zu minimieren, können Ressourcen durch geringeren Energiebedarf oder eine längere Lebensdauer eingespart werden. Aufarbeitung [SUNDIN et al. 2009, S. 724] sowie Upgrading [EHRENSPIEL et al. 2014, S. 136, MÖRTL 2002] können die Lebensdauer erhöhen und haben so einen positiven Einfluss auf den Ressourcenverbrauch. Jedoch sind PSS nicht per se nachhaltig, wie TUKKER & TISCHNER [2006, S. 1555] treffend formulieren: „*Having and depicting sustainable PSS-dreams in them-selves will not save the earth. Understanding what it takes to realise such dreams will (...)*“. Somit ist auch die Nachhaltigkeit von PSS differenziert zu betrachten, da der erzielte Nutzen von der konkreten Ausgestaltung des PSS abhängt.

Ein weiterer gesellschaftlicher Nutzen ist die Schaffung oder zumindest Erhaltung von Arbeitsplätzen [MEIER et al. 2010a, S. 608]. Der Grund liegt in der höheren Arbeitsintensität von Dienstleistungen [OMANN 2003, S. 4].

### **Zusammenfassung der Vorteile**

Die aufgeführten Vorteile sind in Abbildung 4-4 zusammengefasst und anhand der Häufigkeit ihrer Nennung in den betrachteten Veröffentlichungen sortiert. Der am häufigsten genannte Vorteil ist die Nachhaltigkeit, die von 58 % der Veröffentlichungen diskutiert wird. Mit 48 % am zweithäufigsten wird die mögliche Differenzierung vom Wettbewerb als ein Vorteil des Anbieters genannt. Der höhere Kundennutzen ist der am häufigsten genannte Vorteil aus Kundensicht.

#### **4.1.4 Herausforderungen und Risiken für PSS-Anbieter**

Neben den oben dargestellten Vorteilen bestehen jedoch auch einige Herausforderungen und Risiken für PSS-Anbieter. In der Literatur werden diese jedoch häufig ignoriert [NORDIN et al. 2011, S. 402]. Der folgende Abschnitt gibt einen Abriss über die wesentlichen Aspekte.

Einer der diskutierten Vorteile des Kunden ist es, Risiken mit dem PSS-Anbieter zu teilen. Somit wird das Risiko z. B. von Produktfehlern und -versagen auf den Anbieter übertragen

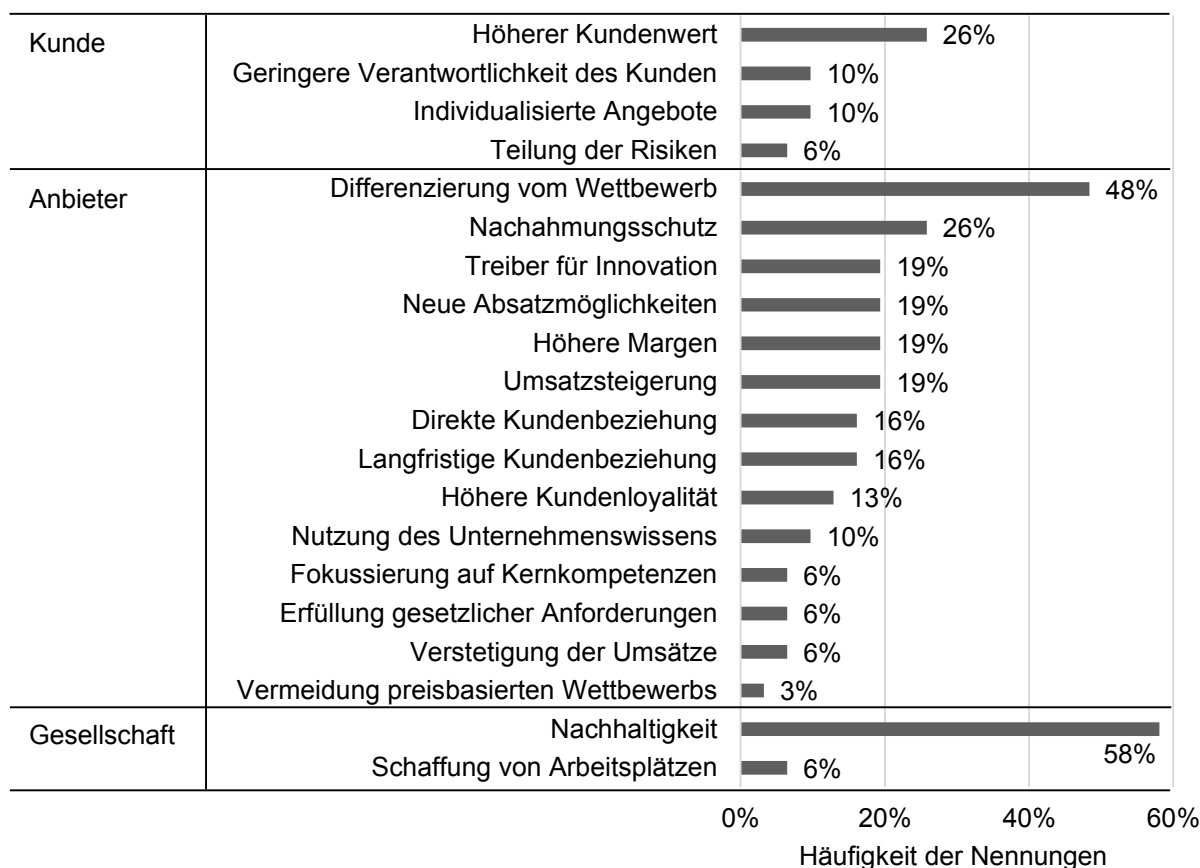


Abbildung 4-4: Vorteile von PSS

[SAKAO et al. 2013, S. 432, NG & YIP 2009, S. 211, SAWHNEY et al. 2004, S. 40]. Auch Risiken aus dem wirtschaftspolitischen Umfeld, wie Gesetzesänderungen, können auf den Anbieter übergehen [SAKAO et al. 2013, S. 432]. Weitere Risiken bestehen aus dem nötigen kostenintensiven Ersetzen obsoleter und damit kostenintensiver Komponenten eines PSS [vgl. ROMERO ROJO et al. 2010].

Marktrisiken resultieren aus der ungewissen Kundenakzeptanz. Dieser Aspekt wird im folgenden Abschnitt 4.1.5 vertieft diskutiert. Wie oben dargestellt, versprechen einige Autoren höhere Gewinnmargen aus PSS, was jedoch in der Literatur umstritten ist. Dies bedeutet für den Anbieter ein finanzielles Risiko. Darüber hinaus bestehen fähigkeitsbezogene Risiken, die versprochenen Leistungen zu erfüllen [SAWHNEY et al. 2004, S. 40].

Herausforderungen für PSS-Anbieter liegen unter anderem in der höheren Komplexität der Marktleistung, dem notwendigen Wandel in der Unternehmenskultur hinsichtlich Wertvorstellungen und Normen während der Servitization sowie der gegenseitigen Abhängigkeit vom Kunden [STOLL et al. 2010, S. 710, NG & NUDURUPATI 2010, S. 664f.].

#### 4.1.5 Kundenakzeptanz von PSS

Die Literatur verspricht mannigfaltige Vorteile von PSS für Anbieter, Kunden und Gesellschaft. Dies ist jedoch nicht mit der Kundenakzeptanz solcher Angebote gleichzusetzen. Der Begriff der Akzeptanz setzt sich aus drei Erklärungsebenen zusammen: Einstellungsebene (die

sich aus der Bewertung der Vor- und Nachteile, z. B. eines PSS-Angebots ergibt), Handlungsebene (als die Umsetzung der Bereitschaft, z. B. durch Vertragsabschluss eines PSS) und die Nutzungsebene (die tatsächliche Nutzung unter Berücksichtigung der Nutzungsintensität) [KOLLMANN 2000, S. 71].

Eine allgemeingültige Theorie der Diffusion von Innovationen wurde von ROGERS [2003] aufgestellt. Er beschreibt fünf sachleistungsbezogene Adoptionsfaktoren, vor allem für Gebrauchsgüter: relativer Vorteil, Kompatibilität, Komplexität, Erprobbarkeit sowie Kommunizierbarkeit. Diese Faktoren wurden für die Akzeptanz von PSS in B2C-Märkten adaptiert [SCHRADER 1999]. Auch andere Autoren betrachten lediglich B2C-Märkte [vgl. MEIJKAMP 1998, REXFELDT & AF ORNÄS 2009]. Eine plakative Prognose der Kundenakzeptanz nennen MANZINI & VEZZOLI [2003, S. 851]: „*A major element of PSS is that a client (...) demand is met by selling satisfaction instead of a product. (...) If the satisfaction is evident, then customers would see a PSS as a preferable choice*“. Einige Autoren räumen jedoch die mangelnde Kundenakzeptanz von PSS ein, sowohl für B2C-Märkte [REXFELT & AF ORNÄS 2009] als auch für B2B-Märkte [OMANN 2003, S. 2, MONT 2002a, S. 94].

Der von der Forschung versprochene Erfolg von PSS basiert auch auf der Annahme, dass Kunden auf den Nutzen eines Produktes abzielen und nicht auf das Eigentum der Sache [vgl. MANZINI & VEZZOLI, S. 855]. Für B2C-Märkte ist diese Annahme nicht immer zutreffend. Den „eigentumslosen Konsum“ erfolgreich anzubieten stellt sich hier als Herausforderung dar [MONT 2002, S. 94, BEUREN 2013, S. 228]. In den in dieser Arbeit fokussierten B2B-Märkten kann dies dagegen ausdrücklich gewünscht sein: die angestrebten Vorteile sind hier höhere Effizienz und Flexibilität bei geringeren Kosten [TUKKER 2015, S. 88, ALEXANDER 1997, S. 787].

Weitere Faktoren, die die Kundenakzeptanz negativ beeinflussen, sind der durch den Kunden wahrgenommene Verlust an Kontrolle [NG & YIP 2009, S. 211] und der mögliche Zugang zu sensiblem Unternehmenswissen des Kunden durch das Personal des Anbieters während der Dienstleistungserbringung [MONT 2002a, S. 97]. Kunden, denen ausreichendes Wissen über die Lebenszykluskosten fehlt, können ein PSS-Angebot als teurerer im Vergleich zum Kauf einer vergleichbaren Sachleistung ansehen [vgl. MONT 2002a, S. 94].

#### 4.1.6 Zusammenfassung

PSS integrieren Sach- und Dienstleistungsanteile sowohl aus Produkt- als auch Prozesssicht. In der Literatur werden zahlreiche Vorteile von PSS für Anbieter, Kunden und die Gesellschaft diskutiert.

Daneben sind jedoch eine Reihe an Herausforderungen und Risiken für PSS-Anbieter zu beachten. Die Risiken resultieren hierbei aus Unsicherheit und Ungewissheit, beispielsweise hinsichtlich der Produktnutzung sowie der Kundenakzeptanz. Ein über die Diskussion von Vorteilen von PSS hinausgehendes Verständnis des Kundenverhaltens ist lediglich in Ansätzen vorhanden und stellt somit eine Forschungslücke dar [vgl. MONT 2002a, S. 94]. Nachdem nun PSS charakterisiert und die externe Marktsicht diskutiert wurden, wird im folgenden Kapitel die interne wissensbezogene Sicht auf PSS beleuchtet.



## 4.2 Wissen von PSS-Anbietern

Wie in Kapitel 2.2 gezeigt wurde, ist Wissen eine Kernressource von Unternehmen. Im Folgenden wird die Bedeutung von Wissen für PSS-Anbieter diskutiert. In diesem Kapitel soll die Rolle des Wissens in der Entwicklung von PSS sowie die wissensbezogenen Herausforderungen von produzierenden Unternehmen im Wandel zu einem PSS-Anbieter aufgezeigt werden.

Das Wissen produzierender Unternehmen liegt typischerweise in der Entwicklung von Sachleistungen, deren Produktion sowie der Gestaltung des Lieferantennetzwerks [WALLIN et al. 2013, S. 270, ISAKSSON et al. 2012, S. 340, TAN et al. 2007, S. 4]. Die Entwicklung von Sachleistungen benötigt Wissen über zukünftige Marktanforderungen, neue Technologien sowie die fertigungs-, montage- und recyclinggerechte Konstruktion [GAUSEMEIER et al. 2006, S. 347]. Der Fokus der Entwicklung von PSS verglichen mit traditionellen Sachleistungen wandert von Eigenschaften der Sachleistung hin zu ihrem Verhalten im Lebenszyklus [CHIRUMALLA et al. 2013]. Für die Erbringung von PSS ist ein breiteres Wissen in mehreren Domänen notwendig [MORELLI 2003, S. 98]. Wie in Kapitel 4.1.3 diskutiert, können durch ein PSS Risiken vom Kunden auf den Anbieter übertragen werden. Folglich benötigt der Anbieter hinreichendes Wissen über die entsprechenden Risiken. Zahlt der Kunde für die Nutzung einer Sachleistung oder ein funktionales Ergebnis anstatt für den Besitz an einer Sache, so trägt der Anbieter die Verantwortung für Wartung und Reparaturen und benötigt deshalb vertieftes Wissen über die Lebenslaufkosten [vgl. ERKOYUNCU et al. 2009]. Es wird Wissen über die Preisgestaltung und Ablaufplanung der Dienstleistungserbringung [OMANN 2003, S. 6] sowie breiteres Marktwissen [SHARMA & MOLLOY 1999, S. 12] benötigt. BRADY et al. [2005, S. 364] listen weiteres Wissen auf: Wissen über die Geschäftsprozesse der Kunden, Kunden der Kunden, Finanzierungsmodelle, Kapitalbeschaffung, Vertragsgestaltung, Informationsmanagement, usw.

In einer empirischen Untersuchung bewerteten sechs von sieben befragten Unternehmen das vorhandene Unternehmenswissen als Einflussfaktor mit einer hohen oder sehr hohen Relevanz für die Erbringung von PSS. Nur eines der befragten Unternehmen betrachtete dies lediglich als Thema von mittlerer Relevanz [vgl. BAUER 2011, S. 152].

Zusammenfassend benötigen PSS-Anbieter breiteres und tieferes Wissen, das bei produzierenden Unternehmen häufig nicht vorhanden ist [WALLIN et al. 2013, S. 270]. Eine allgemeingültige Aussage über das zusätzlich benötigte Wissen ist aufgrund der Diversität an spezifischen Unternehmen, Kunden und PSS-Typen nicht möglich [ISAKSSON et al. 2012, S. 342]. Somit ergibt sich der Bedarf nach einer Methodik, die situationsspezifische Wissenslücke zu ermitteln.

## 4.3 Entwicklung von PSS

Im Folgenden werden ausgewählte Ansätze zur Entwicklung von PSS vorgestellt und vor dem Hintergrund des in Kapitel 1.1 beschriebenen Spannungsfeldes der wissensorientierten Entwicklung von PSS diskutiert. Zusätzlich werden exemplarische Ansätze der Sach- und Dienst-

leistungsentwicklung dargestellt. Aus den dargestellten Ansätzen werden schließlich die Handlungsschwerpunkte für diese Arbeit basierend auf der in Kapitel 1.2 aufgestellten Zielsetzung der Arbeit konkretisiert.

### **Entwicklung von Sachleistungen**

Die Entwicklung von Sachleistungen wird durch zahlreiche Vorgehensmodelle unterstützt. Beispiele sind das generelle Vorgehen zum Entwickeln und Konstruieren der VDI-Richtlinie 2221 [VDI 1993], der generische Produktentwicklungsprozess nach ULRICH & EPPINGER [2012], das Münchner Vorgehensmodell zur Problemlösung in Entwicklungsprozessen [LINDEMANN 2009], der eigenschaftsgetriebene Prozess des Property Driven Development nach WEBER et al. [2003] oder der Stage-Gate-Prozess nach OTTO & WOOD [2000]. Das Münchner Produktkonkretisierungsmodell orientiert sich an den wesentlichen Eigenschaften der für Entwicklungsprozesse relevanten Produktmodelle [PONN & LINDEMANN 2011].

Das V-Modell der VDI-Richtlinie 2206 für mechatronische Produkte berücksichtigt die Besonderheiten domänenübergreifender Entwicklung [VDI 2004]: Nach einem Systementwurf zur Entwicklung eines domänenübergreifenden Konzepts erfolgt der domänenspezifische Entwurf in den drei Teildisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik. Abschließend erfolgt die Systemintegration. Das V-Modell dient als Makrozyklus, der mehrmals hintereinander mit zunehmendem Konkretisierungsgrad durchlaufen wird.

Das 3-Zyklen-Modell nach GAUSEMEIER & PLASS [2014, S. 25ff.] modelliert den Produktentstehungsprozess in den drei Zyklen „Strategische Produktplanung“, „Produktentwicklung“ und „Produktionssystementwicklung“. Im ersten Zyklus der strategischen Produktplanung werden zukünftige Erfolgspotenziale identifiziert, Sach- und Dienstleistungsideen entwickelt und der Geschäftsplan aufgestellt. Im zweiten Zyklus der Produktentwicklung wird mit integrierter Sachleistungskonzipierung und -integration sowie domänenspezifischem Entwurf und Ausarbeitung das V-Modell aufgegriffen. Parallel hierzu erfolgt die Produktionssystementwicklung im dritten Zyklus. Das 3-Zyklen-Modell adressiert in der strategischen Planung bereits die Berücksichtigung von Dienstleistungen neben Sachleistungen, unterstützt in den folgenden Phasen jedoch lediglich die Entwicklung von Sachleistungen und deren Produktionssystemen.

### **Entwicklung von Dienstleistungen**

Die systematische Dienstleistungsentwicklung wird häufig auch als „Service Engineering“ bezeichnet. Service Engineering ist die zielgerichtete und methodische Entwicklung von Dienstleistungen. Vorgehensweisen aus der klassischen Produktentwicklung werden für die Dienstleistungsentwicklung nutzbar gemacht [BULLINGER & MEIREN 2001, S. 152]. Im Folgenden wird ein exemplarischer Ansatz vorgestellt.

MEIREN & BARTH [2002] beschreiben ein Rahmenkonzept zur Entwicklung von Dienstleistungen. Die Entwicklungsaufgabe wird in die drei Dienstleistungsdimensionen Potenzial, Prozess und Ressourcen aufgeteilt (vgl. Abbildung 4-5). Zusätzlich wird die Markt-Dimension eingeführt, um die Marktorientierung sicherzustellen. Nach der Ideenfindung und -bewertung sowie der Anforderungsanalyse wird die Dienstleistung in den genannten Dimensionen konzipiert, implementiert und schließlich am Markt eingeführt. Zur Konzeption werden das

Produkt-, Prozess-, Ressourcenmodell sowie das Marketingkonzept definiert. Im Produktmodell werden der Kundennutzen, die Leistung sowie logische Zusammenhänge festgelegt. Das Prozessmodell bildet die Dienstleistungserbringung sowie deren Schnittstellen ab, also wie die im Produktmodell definierten Ergebnisse erreicht werden können. Im Ressourcenmodell werden schließlich die für die Dienstleistungserbringung benötigten Ressourcen (Infrastruktur, Betriebsmodell, Mitarbeiter) geplant. Im Rollenkonzept wird festgelegt, welches Wissen die in der Dienstleistungserbringung eingebundenen Mitarbeiter des Anbieters benötigen. Eine Rolle beschreibt, losgelöst von bestimmten Mitarbeitern, Wissen und Verantwortlichkeiten. Somit können Soll-Qualifikationsprofile ermittelt werden und aus dem Abgleich mit Ist-Qualifikationsprofilen der Mitarbeiter der Qualifizierungsbedarf bestimmt werden. Darüber hinaus können Kapazitätsengpässe identifiziert werden.

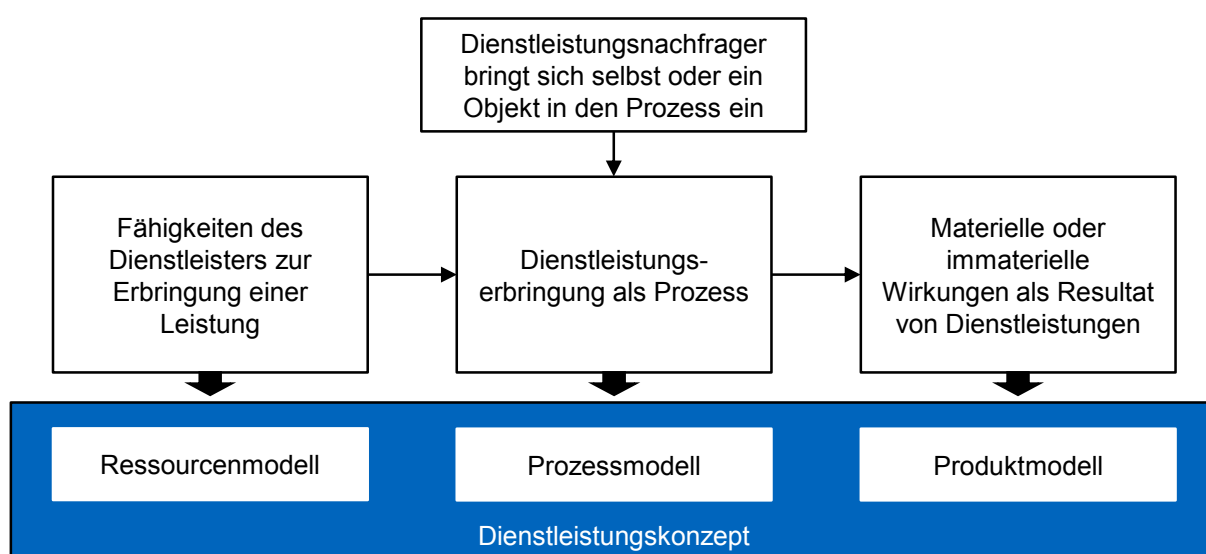


Abbildung 4-5: Dienstleistungen als Entwicklungsobjekt [MEIREN & BARTH 2002, S. 15]

Dieser Ansatz beschreibt die Entwicklung von Dienstleistungen und nicht von PSS als Integration von Sach- und Dienstleistungen. Jedoch gibt insbesondere das Rollenkonzept im Ressourcenmodell Hinweise für das benötigte Unternehmenswissen in der Erbringungsphase. Einen Überblick über weitere Ansätze des Service Engineering gibt u. a. SCHNEIDER et al. [2006].

### OLIVA & KALLENBERG 2003

OLIVA & KALLENBERG [2003] beschreiben auf Basis einer empirischen Untersuchung in elf Investitionsgüterherstellern einen umfassenden Prozess für Unternehmen im Wandel vom Sachleistungs- zum PSS-Anbieter. Hierbei werden sowohl die zeitliche Taktung der einzuführenden Dienstleistungen als auch organisationale Aspekte diskutiert.

In der ersten Phase ist das bestehende Angebot an produktbezogenen Dienstleistungen (wie Verkauf, Wartung) zu konsolidieren. Dies bedeutet, dass die entsprechenden Aktivitäten in einem eigenständigen Unternehmensbereich zu bündeln sind und das bestehende Angebot hinsichtlich Effizienz und Effektivität zu verbessern ist. Anschließend werden weitere Dienstleistungen für die bestehenden Kunden eingeführt. Erfolgsfaktor ist hierbei, Dienstleistungen

nicht länger als Zusatz, sondern als Kerngeschäft anzusehen. Eine Veränderung der Unternehmenskultur, weg von der Sachleistungs-, hin zur Dienstleistungsorientierung, ist zu vollziehen. Die Autoren empfehlen hierzu einen eigenständigen Dienstleistungsbereich im Unternehmen zu schaffen. Weiterhin ist eine geeignete Dienstleistungsinfrastruktur aufzubauen. Nun kann das Dienstleistungsgeschäft an der installierten Basis sukzessive ausgebaut werden. Hierbei wird ein Wandel des Dienstleistungsangebots in zwei Dimensionen vollzogen (Tabelle 4-3): Beziehungsbasierte Dienstleistungen ersetzen transaktionsbasierte Dienstleistungen, wodurch sich die Auslastung der geschaffenen Dienstleistungsinfrastruktur erhöht. Dazu ist geeignetes Wissen aufzubauen, beispielsweise über die Anlagenverfügbarkeit bei verfügbarkeitsorientierten Geschäftsmodellen oder die Bewertung der damit verbundenen Risiken. Daneben ersetzen prozessorientierte Dienstleistungen produktorientierte, um im Unternehmen vorhandenes Produktwissen besser zu nutzen. Die Autoren betonen, dass durch die neu angebotenen Dienstleistungen ein Mehrwert für den Kunden entstehen muss, damit diese Angebote am Markt akzeptiert werden. Im letzten Schritt kann der Anbieter den Betrieb der Sachleistungen von den Kunden übernehmen, also ein ergebnisorientiertes PSS anbieten.

Das Vorgehen nach OLIVA & KALLENBERG [2003] fokussiert den Transformationsprozess der Servitization, also wie ein Unternehmen befähigt werden kann, kundenwerte PSS anzubieten. Der Sachleistungsanteil wird nicht diskutiert. Neben Hinweisen, wie der notwendige Wandel in der Unternehmenskultur vollzogen werden kann, zeigen die Autoren auf, welches Wissen aufzubauen ist und wie das vorhandene Unternehmenswissen für das erweiterte Leistungsangebot genutzt werden kann. Die Bedeutung der Kundenakzeptanz wird hervorgehoben, jedoch nicht weiter vertieft.

Tabelle 4-3: Dienstleistungen an der installierten Basis nach OLIVA & KALLENBERG [2003, S. 168]

	<b>Product-oriented services</b>	<b>End-user's process-oriented services</b>
<b>Transaction-based services</b>	<i>Basic installed base services</i> Documentation Transport to client Installation/commissioning Product-oriented training Hot line/help desk Inspection/diagnosis Repairs/spare parts Product updates/upgrades Refurbishing Recycling/machine brokering	<i>Professional services</i> Process-oriented engineering (tests, optimization, simulation) Process-oriented R&D Spare parts management Process-oriented training Business-oriented training Process-oriented consulting Business-oriented consulting
<b>Relationship-based services</b>	<i>Maintenance services</i> Preventive maintenance Condition monitoring Spare parts management Full maintenance contracts	<i>Operational services</i> Managing maintenance function Managing operations

**AURICH et al. 2006**

AURICH et al. [2006] beschreiben einen modularen Sach- und Dienstleistungs-Entwicklungsprozess. Ausgangspunkt sind separate Entwicklungsprozesse für Sach- und Dienstleistungen. Der Sachleistungsentwicklungsprozess wird von WHEELWRIGHT & CLARK [1992] übernommen. Der Prozess wird für die Entwicklung technischer Dienstleistungen adaptiert: Auf Basis einer Analyse der Kundenbedarfe sowie einer Machbarkeitsstudie wird ein Dienstleistungskonzept entwickelt und anschließend werden die Dienstleistungen modelliert. Dies umfasst die Modellierung der Dienstleistung, deren zugrunde liegenden Prozesse sowie die Spezifikation der Dienstleistung. Anschließend wird die Umsetzung geplant. Dies umfasst die Planung der benötigten (physischen und nicht-physischen) Ressourcen, die Identifikation von Wissensanforderungen sowie die Qualifizierung der Mitarbeiter. Im letzten Schritt wird die Dienstleistung getestet.

Diese beiden Entwicklungsprozesse werden nun durch Dekomposition schrittweise in Prozessmodule zerlegt. Aus diesen Prozessmodulen wird nun situationsspezifisch ein integrierter Sach- und Dienstleistungsentwicklungsprozess erstellt. Somit stellt der Ansatz nach AURICH et al. [2006] weniger einen PSS-Entwicklungsprozess dar, als ein Vorgehen zur präskriptiven Prozessdefinition. Der Bedarf der Entwicklung des Unternehmenswissens wird angeschnitten, jedoch nicht vertieft erläutert.

**EGELING & NIPPA 2009**

Den notwendigen Wissensaufbau für die Transformation zu einem PSS-Anbieter betrachten EGELING & NIPPA [2009]. Die Autoren stellen einen Bezugsrahmen zur Abschätzung der Komplexität eines PSS auf, um daraus Wissensbedarfe abzuleiten. Aus dieser Wissensbedarfsanalyse ergeben sich Hinweise für Personalauswahl und -entwicklung.

Der aufgespannte Bezugsrahmen besteht aus den Dimensionen Produktkomplexität und Beziehungskomplexität. Die Produktkomplexität hängt u. a. von der Art des Kundennutzens, dem Grad der Integration des Anbieters in die Wertschöpfungskette des Kunden und der Veränderlichkeit der Lösungserbringung ab. Die Beziehungskomplexität ergibt sich aus der Anzahl der Projektteilnehmer, ihrer Verteilung, ihrer gegenseitigen Abhängigkeit sowie ihrer kulturellen Verschiedenheit. Auf Basis einer Prozessanalyse werden Beziehungs- und Produktkomplexität bewertet. Daraus leiten die Autoren allgemein Wissen ab, das von Unternehmen, die sich zu einem PSS-Anbieter entwickeln wollen, benötigt wird. Das Wissen umfasst dabei Metawissen, Fachwissen, Methodenwissen (Preis- und Vertragswissen) sowie Soft Skills, in den drei Stufen gering, mittel, hoch.

Der von EGELING & NIPPA [2009] vorgeschlagene Ansatz setzt einen Rahmen für den notwendigen Wissensaufbau während der Servitization. Hierbei schlagen die Autoren allgemeingültig vor, welches Wissen, in welcher Wissensstufe benötigt wird. Es wird jedoch auch darauf hingewiesen, dass diese Empfehlung nur als grober Hinweis zu sehen ist, der vor der spezifischen Situation zu reflektieren und zu modifizieren ist. Der Fokus des Ansatzes liegt auf der Vertrags- und Preisgestaltung von PSS. Weitere Aspekte werden nicht berücksichtigt.

**SUNDIN et al. 2009**

Die notwendige Anpassung des Sachleistungsanteils in einem ergebnisorientierten PSS wird von SUNDIN et al. [2009] unter dem Stichwort „Design for PSS“ diskutiert. Hierbei nehmen die Autoren an, dass die Sachleistung mehrere Nutzungszyklen durchläuft (also sequenziell bei mehreren Kunden eingesetzt wird), zwischen denen die Sachleistung wiederaufgearbeitet wird („Remanufacturing“). Die Autoren stellen einen generischen Aufarbeitungsprozess auf und diskutieren Gestaltungshinweise hinsichtlich der Schritte des Prozesses. Dies wird anhand mehrerer Fallstudien verdeutlicht. Somit diskutieren die Autoren einen spezifischen Aspekt der Anpassung der Sachleistung eines PSS.

**HEPPERLE 2013**

Um ein ganzheitliches Verständnis des Lebenszyklus von PSS zu gewinnen, stellt HEPPERLE [2013, S. 81ff.] das Modell des integrierten Leistungsbündellebenszyklus vor. Das literaturbasiert erarbeitete Modell gliedert den Lebenszyklus in drei parallele Stränge: Sach- und Dienstleistungsstrang modellieren die jeweiligen spezifischen Phasen. Der übergreifende „integrierte Leistungsbündellebenszyklus“ umfasst die Sach- und Dienstleistungsintegrierenden Phasen.

Zur Entwicklung konsistenter PSS-Konzepte schlägt HEPPERLE [2013, S. 131ff.] die Kompatibilitätsanalyse vor. Hierbei werden Lösungselemente zur Erreichung des definierten Zielsystems ermittelt. Diese Lösungselemente werden in technische Parameter heruntergebrochen und anschließend die Kompatibilität der Lösungselemente über die Kompatibilität der technischen Parameter analysiert. So können alternative, konsistente Lösungsszenarios entwickelt werden.

HEPPERLE [2013] legt somit zwei Schwerpunkte: zum einen die temporalen Aspekte des PSS-Lebenszyklus unter besonderer Berücksichtigung der Sach- und Dienstleistungs-spezifischen sowie -integrierenden Phasen. Zum anderen die Planung kompatibler Lösungskonzepte. Hierbei wird jedoch überwiegend der Sachleistungsanteil berücksichtigt.

**HERZBERGER et al. 2013**

HERZBERGER et al. [2013] beschreiben die Methodik zur interaktiven Entwicklung und Bewertung von PSS. Neben der systematischen Generierung des PSS liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung des Geschäftsmodells. Das Vorgehen umfasst die Analyse des aktuellen Leistungsangebots hinsichtlich gelöstem Kundenproblem, Sachleistungsfunktionen, Aktivitäten von Anbieter und Kunden in der Nutzungsphase sowie dem zugrunde liegenden Geschäftsmodell. Auf Basis der so identifizierten Schwächen werden durch Auslagern, Ersetzen oder Ergänzen von Aktivitäten und Funktionen PSS-Ideen sowie entsprechende Geschäftsmodelle entwickelt. Durch die Analyse von Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken wird die Bewertung der Alternativen unterstützt. Zur Unterstützung bieten die Autoren drei Methoden an: „Business Model Canvas“, „PSS life-cycle“ und „PSS Configurator“.

Die Geschäftsmodellentwicklung wird durch den Business Model Canvas nach OSTERWALDER & PIGNEUR [2010] unterstützt. Dieses umfasst die Themenbereiche Nutzenversprechen,

Kundenschnittstelle, Infrastruktur und Finanzen. Im PSS life-cycle werden Sachleistungsfunktionen, Kunden- und Anbieteraktivitäten sowie die unterstützende Infrastruktur über den Lebenszyklus, von der Konzeption bis hin zur Nutzungsphase, aufgetragen. So unterstützen die Autoren die umfassende Analyse des Lebenszyklus auf funktionaler Ebene, und damit losgelöst vom physikalischen Produkt. Mit dem PSS Configurator übertragen die Autoren die Grundidee der Systematischen Variation der Gestalt nach EHRENSPIEL & MEERKAMM [2013, S. 459ff.] auf PSS. Hierfür werden die Ausprägungen von Gestaltparametern von PSS variiert, z. B. die Initiierung einer Dienstleistung durch den Anbieter, den Kunden/Nutzer oder Dritten sowie die Rechte von Anbieter und Kunden die Sachleistung zu nutzen, modifizieren und Umsatz daraus zu generieren.

Die Autoren bieten eine umfassende Methodik zur PSS-Entwicklung. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der systematischen Entwicklung der Dienstleistungsanteile sowie des Geschäftsmodells. Die Entwicklung der Sachleistung wird nicht näher konkretisiert. Durch die Referenzierung des Business Modell Canvas wird zwar die Definition der für die Erbringung benötigten Ressourcen adressiert, das benötigte Unternehmenswissen wird jedoch nicht diskutiert.

### **TR29 – Engineering Hybrider Leistungsbündel**

Die durch den Forschungsverbund TR29 – Engineering Hybrider Leistungsbündel erarbeiteten Ansätze zur Planung und Entwicklung werden von MEIER [2013] dargestellt. Dies umfasst den PSS-Lebenszyklus, den generischen PSS-Entwicklungsprozess sowie unterstützende Methoden und Werkzeuge. Der generische PSS-Entwicklungsprozess für die Phasen Planung, Entwicklung und Erbringung ist ein V-Modell, untergliedert in die Markt-/Kunden-/Umwelt-Ebene, Wertebene, Funktionsebene sowie Modul- und Baugruppenebene. Die Produktsicht wird mit der Ebenenmethode adressiert, die ein PSS-Modell aus Kunden- und Konzeptsicht aufstellt. Die Konzeptsicht adressiert u. a. Aktivitäten im Lebenszyklus des PSS, Stakeholder, die Sachleistung, unterstützende Elemente wie Infrastruktur sowie die Vertragsgestaltung. Mit der PSS-Konzeptmodellierung stellt das Forschungsprojekt einen Modellierungsansatz von PSS dar, der Anforderungen, Leistungselemente, Funktionen und Prozesse des PSS sowie deren Verknüpfung berücksichtigt. Das Assistenzsystem stellt ein Konstruktionssystem für PSS dar. Zur Unterstützung von Entscheidungen wurde ein IT-System entwickelt, das zielgerichtet benötigtes Wissen zur Verfügung stellt [vgl. BOCHNIG et al. 2011].

Darüber hinaus werden die Konfiguration von PSS sowie die Dienstleistungsentwicklung adressiert. Da der Mehrheit der Entwickler Konstruktionsmethoden von Sachleistungen vertraut sind, jedoch nicht Entwicklungsmethoden von Dienstleistungen, wird Letzteres explizit adressiert. Die Dienstleistungsentwicklung wird durch ein IT-System unterstützt. Wissen der Entwickler wird in einem Informationssystem archiviert und wiederverwendet.

Der Fokus dieser Betrachtungen liegt sowohl auf der Produktsicht (durch die Modellierung von PSS) als auch auf der Prozesssicht. Vorgeschlagene Methoden und Werkzeuge unterstützen den Planungs- und Erbringungsprozess. Während der Entwicklung benötigtes Wissen wird den Entwicklern hierbei zielgerichtet durch Informationssysteme zur Verfügung gestellt. Eine weitergehende Betrachtung des für die Erbringung von PSS benötigten Wissens, insbesondere des Wissens der Mitarbeiter des PSS-Anbieters, findet jedoch nicht statt.

### **WALLIN 2013**

WALLIN [2013] beschreibt die Entwicklung von PSS-Konzepten auf Basis des vorhandenen Unternehmenswissens in einer Fallstudie aus der Luftfahrtindustrie. Das betrachtete Unternehmen, ein Hersteller von militärischen Flugzeugturbinen, nutzt vorhandene Betriebsdaten seiner Sachleistung in Kombination mit dem vorhandenen Produktwissen zur Antizipation des Lebensdauerverbrauchs und somit für eine bedarfsgerechte Wartung der einzelnen Komponenten. Die Autorin beschreibt die Entwicklung dieses PSS und stellt die bewältigten Herausforderungen dar. So musste das Unternehmen vertieftes Wissen über die Kundenbedürfnisse sowie Wissen in der Softwareentwicklung aufbauen. Eine intensive Kommunikation der Wissensträger ist notwendig, um das für die Entwicklung benötigte Wissen zu den richtigen Stellen zu transferieren. Es wird aufgezeigt, welche Fähigkeiten erforderlich sind, um diese Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen. Der Fokus liegt hier auf dem benötigtem und aufzubauendem Unternehmenswissen während der PSS-Entwicklung. Eine Betrachtung der Dienstleistungsentwicklung findet nur im Rahmen der Fallstudie statt.

### **BAUREIS 2013**

BAUREIS [2013] beschreibt eine Methode zur Identifikation erforderlicher Kompetenzen für PSS. Kompetenzen sind hierbei als die zielorientierte Anwendung von Wissen definiert. Der Ansatz basiert auf der Funktionenanalyse. Aus der funktionalen Beschreibung einer PSS-Idee werden unternehmensbezogene Funktionen abgeleitet. Diese unternehmensbezogenen Funktionen stellen Anforderungen an die vom Anbieter zur Erbringung des PSS benötigten Ressourcen dar (z. B. Fräsmaschinenmitarbeiter bereitstellen). Auf dieser Grundlage werden die organisationalen Fähigkeiten ermittelt, die zur Erfüllung dieser Anforderungen benötigt werden (z. B. Weiterbildungssystem implementieren). Der Kompetenzentwicklungsbedarf wird durch den Abgleich von Ist- und Soll-Zustand der einzelnen Kompetenzen ermittelt. Der Fokus des Ansatzes liegt auf der Wissensperspektive. Kompetenzen (also anwendbares Wissen) werden hierbei in abstrakten Funktionen der für die Gesamtorganisation benötigten Inhalte modelliert. Einzelne Wissensträger werden nicht berücksichtigt. Betrachtungsgegenstand sind dabei diejenigen Kompetenzen, die benötigt werden, um die zur Erbringung des PSS erforderlichen Ressourcen bereitzustellen. Hierbei wird auch der Bedarf einer allgemeinen Wissensentwicklung aufgezeigt, jedoch ohne konkrete Wissensinhalte zu benennen. Konkrete Kompetenzen zur Erbringung des PSS bleiben unberücksichtigt. Insgesamt erscheint der Ansatz aufgrund des hohen Abstraktionsgrades nicht geeignet, umsetzbare Empfehlungen für die Wissensentwicklung während der Servitization zu geben. Die erzielbaren Ergebnisse zeigen lediglich die groben Handlungsfelder auf und liefern somit Indikatoren, in welchen Bereichen die notwendige Wissensentwicklung detailliert zu untersuchen ist.

### **PROTEUS**

Aus dem Forschungsprojekt PROTEUS (PROduct/service-system Tools for Ensuring User-Oriented Services) ist eine siebenteilige Serie von Arbeitsbüchern entstanden, die verschiedene Aspekte der Einführung von PSS adressieren.

Das „PSS Readiness Manual“ gibt Hinweise, wie produzierende Unternehmen die Eignung zum Wandel zu einem PSS-Anbieter überprüfen können. Analysiert werden hierbei unter



anderem das im Unternehmen insgesamt vorhandene Wissen (Ist das Wissen vorhanden, um Dienstleistungen anzubieten?) sowie das Wissen einzelner Mitarbeitergruppen (Hat das Servicepersonal ausreichend Wissen, um Beratungsleistungen anzubieten?). Daneben werden das Marktumfeld, Geschäftsmodelle, die Kunden- und Lieferantenbeziehungen, die eigene Organisation sowie mögliche Nutzenversprechen diskutiert [AVLONITIS et al. 2013].

Das „PSS Tool Book“ beschreibt ein Entwicklungsvorgehen für PSS sowie unterstützende Methoden und Werkzeuge. Das Vorgehen umfasst die Analyse sowohl des Marktes als auch der unternehmenseigenen Fähigkeiten, die Definition von Zielen, die Entwicklung des PSS-Konzepts sowie dessen Bewertung. Hierbei unterstützen u. a. die „PSS Audit Matrix“ (Analyse des aktuellen Sach- und Dienstleistungsangebots), die „Ecosystem Map“ (Stakeholderanalyse), der „User Activity Cycle“ (Analyse der Aktivitäten des Nutzers), der „Service Blueprint“, das „TCO Chart“ (Antizipation der Lebenslaufkosten), der „PSS Configurator“, die „PSS Morphology“ (Konfiguration eines PSS-Konzepts) und der „PSS Concept Evaluator“ (Bewertung von Konzeptalternativen) [FINKEN et al. 2013].

Im Band „PSS Organisation“ wird ein Vorgehen zur Organisationsentwicklung von Unternehmen im Wandel zu einem PSS-Anbieter beschrieben. Berücksichtigt wird hier u. a. die Aufbauorganisation, die Unternehmenskultur und die interne Kommunikation [APITZ et al. 2013].

Insgesamt wird eine umfassende, praxisorientierte Methodik geboten, die Unternehmen dabei unterstützt, PSS am Markt einzuführen. Die Autoren erwähnen, dass das vorhandene Unternehmenswissen weiterzuentwickeln ist, geben jedoch keine Hinweise darauf, welches Wissen aufgebaut werden muss und wie dies konkret erfolgen kann.

### **Implikationen für die Arbeit**

Die analysierten Ansätze zur Entwicklung von Produkt-Service-Systemen werden in Tabelle 4-4 hinsichtlich der für diese Arbeit relevanten Aspekte zusammenfassend dargestellt. Die hierbei berücksichtigten Kriterien werden im Folgenden erläutert. Sach- bzw. Dienstleistungsperspektiven adressieren, ob die vorgeschlagenen Ansätze die beiden Leistungsanteile von PSS explizit berücksichtigen. Die Wissensperspektive diskutiert, ob das zur Erbringung von PSS genutzte oder erforderliche Wissen berücksichtigt wird. Während die Produktsicht auf das PSS an sich abzielt, referenziert die Prozesssicht auf die während dem Lebenszyklus ablaufenden Prozesse wie Planungs- oder Entwicklungsprozess. Die Technologiesicht diskutiert, inwieweit Technologien in der PSS-Entwicklung berücksichtigt werden. Der Kunde wird durch die Marktsicht adressiert, die beispielsweise Kundenakzeptanz oder Marktanforderungen umfasst.

Es existieren zahlreiche systematische Ansätze zur Entwicklung von PSS. Hierbei werden sowohl die Sach- als auch die Dienstleistungsentwicklung, -anpassung sowie deren Integration adressiert. Der Schwerpunkt der Unterstützung liegt häufig auf der Dienstleistungsentwicklung sowie der Integration von Sach- und Dienstleistungen. Dies lässt sich dadurch motivieren, dass aus der Konstruktionmethodik umfassende Ansätze zur Sachleistungsentwicklung existieren, während eine Entwicklungsmethodik von Dienstleistungen nur in Ansätzen vorhanden ist [SPATH & DEMUB 2006, S. 477].

Tabelle 4-4: Adressierte Aspekte bestehender Ansätze zur Planung und Entwicklung von PSS

	Sachleistungs- perspektive	Dienstleistungs- perspektive	Wissens- perspektive	Produktsicht	Prozesssicht	Technologiesicht	Marktsicht
MEIREN & BARTH 2002	○	●	●	●	●	○	◐
OLIVA & KALLENBERG 2003	○	●	◐	◐	◐	○	◐
AURICH et al. 2006	●	●	◐	○	●	○	◐
EGELING & NIPPA 2009	○	○	●	○	●	○	○
SUNDIN et al. 2009	●	○	○	●	○	○	○
HEPPERLE 2013	●	◐	○	●	●	●	○
HERZBERGER et al. 2013	○	●	○	●	●	○	◐
TR 29	●	●	◐	●	●	○	○
WALLIN et al. 2013	○	◐	●	○	○	○	○
BAUREIS 2013	○	○	●	◐	◐	○	○
PROTEUS	○	●	●	◐	●	○	●
Legende: ● – wird betrachtet, ◐ – wird teilweise betrachtet, ○ – wird nicht betrachtet							

Während die Entwicklung des Unternehmenswissens sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus praktischer Perspektive als eine der Kernherausforderungen der Servitization angesehen wird, wird diese Herausforderung von den analysierten Ansätzen nur vereinzelt explizit adressiert: MEIREN & BARTH [2002] diskutieren den Wissensaufbau in der Erbringungsphase; EGELING & NIPPA [2009] für die Vertrags- und Preisgestaltung. Das über den gesamten Lebenszyklus von PSS benötigte Wissen wird in den beiden Ansätzen nicht berücksichtigt. BAUREIS [2013] untersucht Kompetenzen als anwendbares Wissen ganzheitlich, aufgrund des hohen Abstraktionsgrades der Analysen wird jedoch lediglich aufgezeigt, in welchen Bereichen der konkrete Wissensentwicklungsbedarf detailliert zu analysieren ist.

Technologien stellen zwar einen wesentlichen Innovationstreiber dar [vgl. SPATH & WARSCHAT 2009, S. 1, PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 90], werden jedoch nur von HEPPERLE [2013] beachtet. Er adressiert vorrangig Technologien aus der Sachleistungssicht und diskutiert nicht deren Rolle im Gesamtsystem.

Die Marktsicht wird nur von wenigen Autoren adressiert. Die analysierten Ansätze zur PSS-Entwicklung diskutieren teilweise Kundenanforderungen oder das Nutzenversprechen des PSS. Insbesondere Barrieren der Kundenakzeptanz werden jedoch nicht explizit beleuchtet und in der PSS-Entwicklung berücksichtigt.

Zusammenfassend lassen sich hieraus die Handlungsschwerpunkte für die vorliegende Arbeit festhalten:

H<sub>1</sub>: Berücksichtigung von Technologien

H<sub>2</sub>: Integration des Wissensmanagements in eine PSS-Entwicklungsmethodik

H<sub>3</sub>: Berücksichtigung der Kundenakzeptanz

Diese Handlungsschwerpunkte werden in den folgenden Kapiteln aufgegriffen. Das PSS-Ebenenmodell bildet die Produktsicht auf PSS ab unter Berücksichtigung der eingesetzten Technologien (H<sub>1</sub>). Die Methodik zur wissensorientierten Entwicklung von PSS integriert das Wissensmanagement in eine PSS-Entwicklungsmethodik (H<sub>2</sub>) und fokussiert darüber hinaus die Kundenakzeptanz des zu entwickelnden PSS (H<sub>3</sub>). Schließlich werden Technologien zur Ableitung von Innovationspfaden von PSS herangezogen (H<sub>1</sub>).



## 5. PSS-Ebenenmodell

In diesem Kapitel wird ein Ebenenmodell als Ordnungsrahmen der Produktsicht auf PSS vorgestellt. Der Ordnungsrahmen bildet auf drei Ebenen die Zielsetzung, Sach- und Dienstleistungselemente sowie eingesetzte Technologien ab. Das Ebenenmodell stellt eine ganzheitliche Beschreibung der Produktsicht auf PSS dar und fördert so das Verständnis über den Entwicklungsgegenstand.

### 5.1 Überblick und Modellzweck

Das PSS-Modell wurde literaturbasiert entwickelt. Es aggregiert die Kernelemente eines PSS auf drei Ebenen (siehe Abbildung 5-1):

- Zielebene  
In der obersten Ebene werden Motivation und Zielsetzung des PSS abgebildet.
- Leistungsebene  
Die mittlere Leistungsebene bildet die technische Umsetzung des PSS ab. Sie umfasst die Sach- und Dienstleistungsanteile sowie die integrierende Infrastruktur.
- Technologieebene  
In der untersten Ebene werden die im PSS eingesetzten Technologien abgebildet.

Die Ebenen stehen durch Mittel-Zweck-Beziehungen in Relation zueinander: Die Leistungsebene modelliert die Umsetzung der Zielebene durch Sach- und Dienstleistungen (Leistungselemente). Die Technologieebene bildet die technische Umsetzung der Leistungselemente ab. In anderer Richtung bildet die Leistungsebene ab, wie Technologien in dem PSS genutzt werden und die Zielebene, was mit den Leistungselementen erreicht werden soll. Die drei Ebenen werden jeweils durch die Zeitdimension und die Varietätsdimension aufgespannt. Die einzelnen Ebenen werden in den folgenden Teilkapiteln detailliert erläutert.

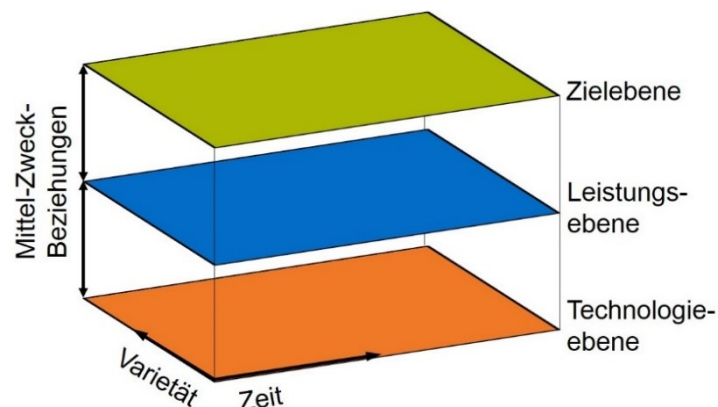


Abbildung 5-1: PSS-Ebenenmodell

Der Modellzweck des PSS-Ebenenmodells wird im Folgenden erläutert. Das Modell stellt eine Repräsentation der Produktsicht auf PSS dar. Die Zielebene erfasst, strukturiert und dokumentiert geforderte Systemeigenschaften und stellt somit nach PONN & LINDEMANN

[2011, S. 20] ein Zielmodell dar. Mit der Leistungsebene wird die Struktur des zu entwickelnden PSS auf unterschiedlichen Konkretisierungsstufen visualisiert. Insgesamt können mit dem Modell die Komponenten des PSS, deren Motivation und technische Umsetzung integriert dokumentiert werden. Diese Bestandteile werden nicht isoliert dargestellt, sondern mit ihren wechselseitigen Zusammenhängen. Somit fördert das Modell ein ganzheitliches Problemverständnis. Die Technologieebene bildet eine Schnittstelle zwischen der PSS-Entwicklung und dem Technologiemanagement. Das zu entwickelnde PSS wird durch das Modell visualisiert, womit die Kommunikation zwischen den am Entwicklungsprozess Beteiligten unterstützt wird. Ein gemeinsames Problemverständnis wird so gefördert. In der im folgenden Kapitel 6 erläuterten Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS wird das Modell zur Unterstützung der Entwicklung eingesetzt. Dies geschieht durch die Darstellung von Innovationspfaden (siehe Kapitel 6.4.1) anhand derer das Gesamtkonzept des PSS entwickelt wird.

## 5.2 Zielebene

In der Zielebene wird das Zielsystem des zu entwickelnden PSS beschrieben. Das Zielsystem besteht aus drei Bereichen: strategische Ziele, PSS-spezifische Ziele, Qualitätsziele (siehe Abbildung 5-2).

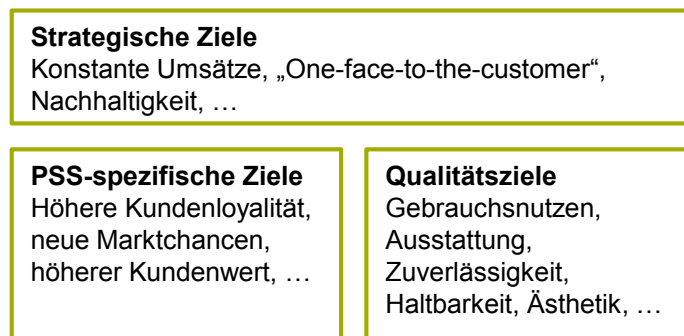


Abbildung 5-2: Zielsystem

**Strategische Ziele** adressieren die übergeordneten Beweggründe des PSS, also welche Nutzenpotenziale erschlossen werden sollen. Dies kann unter anderem eine Verstärkung der Umsätze durch PSS im Vergleich zu reinen Produktverkäufen [CAVALIERI & PEZZOTTA 2012, S. 278], eine „One-face-to-the-customer“-Strategie [MEIER et al. 2010b, S. 332] oder eine Verbesserung der Nachhaltigkeit [u. a. TUKKER 2004, GOEDKOOP et al. 1999] darstellen. Daraus abgeleitet werden die PSS-spezifischen Ziele sowie die Qualitätsziele.

**PSS-spezifische Ziele** leiten sich aus den durch PSS versprochenen Vorteilen für Anbieter und Kunden ab. Diese Ziele umfassen u. a. höhere Kundenloyalität, höhere Kundenbindung, Differenzierung vom Wettbewerb, Umsatzsteigerung, Steigerung des Kundennutzens oder Fokussierung des Kunden auf Kernaktivitäten und -kompetenzen. Eine detaillierte Beschreibung dieser Vorteile findet sich in Kapitel 4.1.3. Die PSS-Ziele beinhalten auch finanzielle Ziele aus Kunden- und Anbietersicht.

**Qualitätsziele** werden umfassend durch GARVINS [1987] acht Qualitätsdimensionen beschrieben: Gebrauchsnutzen (messbare Primäreigenschaften einer Sach- oder Dienstleistung),

Ausstattung (zusätzliche Eigenschaften einer Sach- oder Dienstleistung), Zuverlässigkeit (Beständigkeit der Leistungsfähigkeit über der Zeit), Haltbarkeit (Lebensdauer von Sach- oder Dienstleistungen), Kundendienst (Lösung von Problemen und Beschwerden), Normgerechtigkeit (Einhalten versprochener Spezifikationen und Normen), Ästhetik (sensorische Eigenschaften) und Qualitätsimage (subjektiver Qualitätseindruck) [GARVIN 1987, KLASSEN & MENOR 2006, S. 197]. Diese Ziele sind prinzipiell sowohl für Sach- als auch Dienstleistungen anwendbar. Für Dienstleistungen sind weitere prozessbezogene Faktoren zu berücksichtigen, die nach PARASURAMAN et al. [1988] die folgenden Dimensionen umfassen<sup>1</sup>: Annehmlichkeit des tangiblen Umfelds (Erscheinungsbild von physischen Einrichtungen, Geräten, Personal und Dokumenten), Zuverlässigkeit (Fähigkeit, die Dienstleistung zuverlässig und korrekt zu erbringen), Reaktionsfähigkeit (Bereitschaft, dem Kunden zu helfen und die Dienstleistung pünktlich zu erbringen), Leistungskompetenz (Wissen, Zuvorkommenheit der Mitarbeiter und ihre Fähigkeit, Vertrauen zu schaffen), Einfühlungsvermögen (individuelle Aufmerksamkeit für den Kunden) [KLASSEN & MENOR 2006, S. 198]. Qualitätsziele bilden die Kundenanforderungen hinsichtlich der Funktionalität des PSS ab.

### 5.3 Leistungsebene

In der Leistungsebene werden die Komponenten des PSS beschrieben, mit denen die Ziele der obersten Ebene erreicht werden sollen (siehe Abbildung 5-3). Hierbei werden drei unterschiedliche Typen an Leistungsanteilen adressiert: Sachleistung, Dienstleistung und Infrastruktur. Die Leistungsanteile Sach- und Dienstleistung leiten sich ab aus der Produktsicht von PSS als Integration dieser beiden Leistungsbestandteile. Die Infrastruktur bezieht den Kontext der Sach- und Dienstleistungsanteile des PSS in das Leistungsmodell ein. Somit wird ein ähnlicher Ansatz verfolgt wie in der vereinfachten PSS-Architektur nach MÜLLER et al. [2010, S. 110]. Hier werden die einzelnen Leistungsbestandteile durch den integrierenden Kontext miteinander verknüpft (vgl. Kapitel 4.3).

Die Sachleistung wird anhand des Münchner Produktkonkretisierungsmodells (MKM, vgl. Kapitel 4.3) abgebildet, das im Lösungsraum die drei Konkretisierungsstufen Funktionsmodell, Wirkmodell und Baumodell umfasst. Das Funktionsmodell ist eine abstrakte, zweckorientierte Beschreibung der Sachleistung. Das Wirkmodell konkretisiert das Funktionsmodell durch die Darstellung prinzipieller Lösungen. Das Baumodell beschreibt die konkrete Gestalt der Sachleistung, also seine stofflichen und geometrischen Merkmale [PONN & LINDEMANN 2011, S. 26f.].

Der Dienstleistungsanteil wird in den ähnlichen Konkretisierungsstufen Funktionsmodell, Ressourcenmodell und Prozessmodell beschrieben. Hierbei wird auf den drei Teilmodellen eines Dienstleistungskonzeptes nach MEIREN & BARTH [2002, S. 15] sowie BULLINGER et al. [2003, S. 277] aufgebaut (vgl. Kapitel 4.3). Dieses umfasst die drei Modelle Produktmodell, Ressourcenmodell und Prozessmodell. Das Produktmodell beschreibt die Ergebnis-Dimension der Dienstleistungsanteile, also die materiellen und immateriellen Wirkungen der Dienstleistungserbringung. Um einen möglichst ähnlichen Konkretisierungsgrad wie im MKM zu er-

---

<sup>1</sup> Übersetzung nach BRUHN [2013, S. 132]

reichen, wird das Produktmodell als Funktionsmodell ausgeführt. Es modelliert also die Dienstleistungsfunktionen. Das Prozessmodell beschreibt den Erbringungsprozess der Dienstleistungsanteile. Die vorhandenen und notwendigen Potenziale zur Erbringung der Dienstleistungen werden im Ressourcenmodell beschrieben. Hierbei wird unter anderem das Wissen adressiert [MEIREN & BARTH 2002, S. 15].

Die materiellen Sachleistungen und immateriellen Dienstleistungen werden in domänenspezifischen Modellen abgebildet. Die Verknüpfung der Leistungsanteile erfolgt über die Infrastruktur. Infrastruktur ist definiert als die Gesamtheit aller Ressourcen, die den Erbringungsprozess des PSS ermöglichen. Hierzu zählen unter anderem Informations- und Kommunikationssysteme, Verkehrswege, Energie- oder Stoffversorgung. Beispielsweise benötigen Remote-Services wie Fernwartung eine Netzwerkverbindung mit der Anlage beim Kunden sowie Software zur Durchführung des Remote-Services.

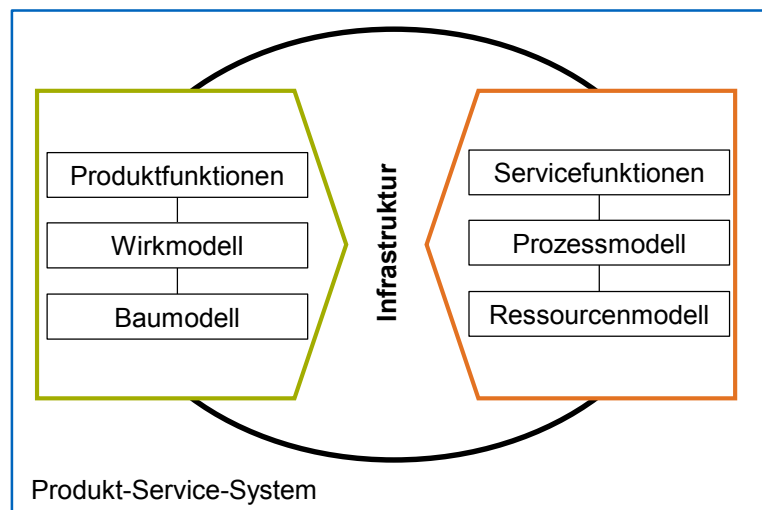


Abbildung 5-3: Leistungsebene

## 5.4 Technologieebene

In der Technologieebene werden die Technologien modelliert, die zur Umsetzung der Leistungsebene benötigt werden. Hiermit wird die Technologiesicht auf PSS adressiert, die in Kapitel 4.3 als Handlungsbedarf identifiziert wurde.

Im Kontext von PSS werden im Folgenden zwei Rollen diskutiert, die Technologien einnehmen können: zum einen ist es die Leistungsverbesserung bestehender Technologien, zum anderen die Förderung neuer Technologien. Beiden Fällen liegen Engpasstechnologien zugrunde, die die Leistungsfähigkeit einer Sach- oder Dienstleistungsfunktion begrenzen [vgl. LÖFFLER & BOUTELLIER 2009, S. 141]. Durch die Integration in ein PSS kann so – verglichen mit einer herkömmlichen Sachleistung – entweder die Leistungsfähigkeit bestehender Technologien verbessert werden oder neue Technologien befähigt werden. Beide Fälle werden als Hypothese formuliert. Im Rahmen der Evaluierung des Lösungsansatzes wird für jeden Fall jeweils ein real existierendes PSS dargestellt, in welchem die Hypothese bestätigt wurde (vgl. Kapitel 7.1f.).



### 5.4.1 Verbesserung der Leistungsfähigkeit bestehender Technologien

Im Falle der Leistungsverbesserung bestehender Technologien ist der Ausgangspunkt des PSS eine bestehende Sachleistung, deren Leistungsfähigkeit durch Engpasstechnologien begrenzt ist. Durch die Anwendung des Unternehmenswissens produzierender Unternehmen in geeigneten Dienstleistungen kann so die Leistungsfähigkeit des Angebots insgesamt gesteigert werden [vgl. BAINES et al. 2007, S. 1545].

Dies ist in Abbildung 5-4 illustriert: Die gestrichelte Linie stellt die Leistungsfähigkeit mit den bestehenden Technologien anhand der für die Modellierung der Zielebene herangezogenen Qualitätsdimensionen nach GARVIN [1987] dar. Eine Verbesserung dieser Eigenschaften wird durch Engpasstechnologien verhindert oder zumindest erschwert. Der Kundenwert kann jedoch durch die Integration in ein PSS verbessert werden. So können beispielsweise Experten des Herstellers als Anlagenbediener den Gebrauchsnutzen einer Produktionsmaschine steigern [MONT 2002a, S. 93]. Dieser Fall gilt insbesondere für Technologien in ihrer Reifephase.

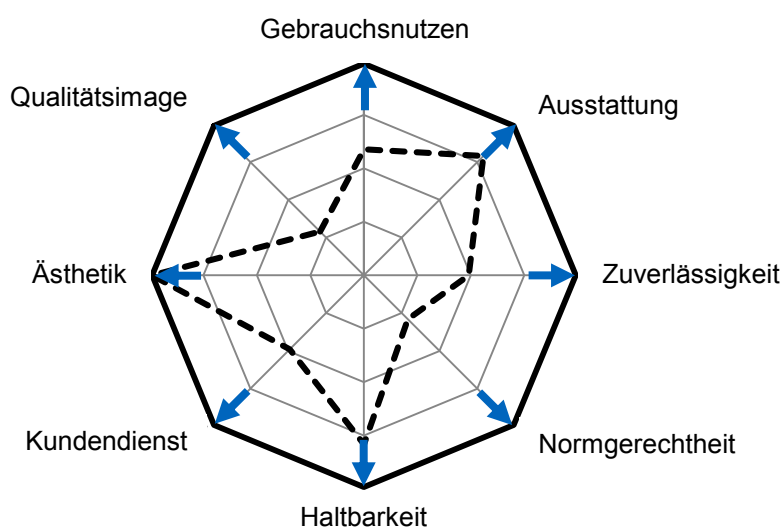


Abbildung 5-4: Verbesserung der Leistungsfähigkeit bestehender Technologien

### 5.4.2 Befähigen neuer Technologien

Im zweiten Fall ist die Zielsetzung, neue Technologien zur Marktreife zu befähigen. Wie in Abbildung 5-5 dargestellt, lässt sich der Reifegrad über der Zeit bzw. dem kumulierten Forschungs- und Entwicklungsaufwand idealisiert mit einer S-Kurve modellieren [vgl. CHRISTENSEN 1992, BULLINGER 1994, S. 124]. Substitutionstechnologien haben zu Beginn ihres Lebenszyklus, also in der Einführungsphase, häufig nur eine geringere Leistungsfähigkeit verglichen mit den substituierten Technologien [CHRISTENSEN 1997, S. 39ff.]<sup>2</sup>. In einer differenzierten Betrachtung erfordern Substitutionstechnologien Kompromisse: Während

<sup>2</sup> Anzumerken ist hierbei, dass sowohl der S-Kurven-förmige Verlauf als auch die geringere Leistungsfähigkeit neuer Technologien nicht zwangsläufig auftreten müssen. So wurden in empirischen Studien andere Verläufe der Leistungsfähigkeit und eine höhere Leistungsfähigkeit neuer Technologien gezeigt [vgl. SOOD & TELLIS 2005].

einige Eigenschaften verbessert werden, sind Nachteile hinsichtlich anderer Eigenschaften vorhanden. Jedoch werden die Nachteile von den Kunden sehr viel höher bewertet als die Vorteile [vgl. GOURVILLE 2006]. Detailliert analysiert werden kann dies durch das Kano-Modell [vgl. KANO et al. 1984, WITTELL & LÖFGREN 2007], das den Zusammenhang zwischen dem Erfüllungsgrad von Kundenanforderungen und der resultierenden Kundenzufriedenheit darstellt. Es werden drei Anforderungsarten unterschieden: Basismerkmale, die häufig implizit erwartet werden, führen bei Nichterfüllung zu Unzufriedenheit, bei Erfüllung jedoch nicht zu Zufriedenheit. Bei Leistungsmerkmalen besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Erfüllungsgrad und Zufriedenheit. Begeisterungsmerkmale werden vom Kunden nicht vorausgesetzt und führen bei Nichterfüllung zu keiner Unzufriedenheit. Eine Leistungslücke hinsichtlich Basismerkmalen ist als besonders kritisch zu sehen, da diese vom Kunden implizit vorausgesetzt werden und eine Nichterfüllung zu überproportionaler Unzufriedenheit führt.

Diese Leistungslücke kann durch geeignete Dienstleistungsanteile eines PSS überbrückt werden, wodurch der Wechsel von einer bestehenden Technologie zu einer Substitutionstechnologie zu einem früheren Zeitpunkt möglich ist. Mit Dienstleistungen können die Nachteile ausgeglichen werden, während die Vorteile der neuen Technologie weiterhin zum Tragen kommen. Folgendes Beispiel verdeutlicht dies: Die Kapazität von Lithium-Ionen-Akkus begrenzt als Engpasstechnologie die Reichweite von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Diese Leistungslücke kann durch ein PSS überbrückt werden, indem der Nutzer ein Elektrofahrzeug für alltägliche kurze und mittlere Distanzen leaset und bei Bedarf Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor für Langstrecken auf Tagesbasis mieten kann (vgl. Kapitel 7.1).

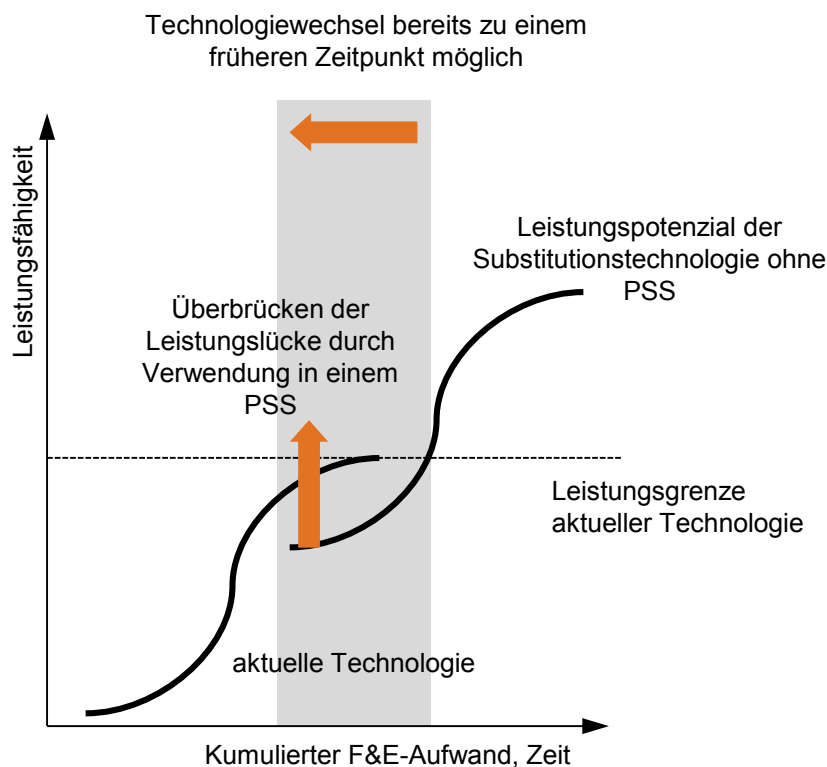


Abbildung 5-5: Befähigung einer Technologie

## 5.5 Zeit- und Varietätsdimension

Neben der Ziel-, Leistungs- und Technologieebene existieren im Modell die Zeit- und die Varietätsdimension. Mit der Zeitdimension berücksichtigt das PSS-Ebenenmodell die temporale Komponente.

Auf der Zielebene adressiert die Zeitdimension beispielsweise Änderungen der Kundenanforderungen, der Wettbewerbssituation sowie des Unternehmensumfelds. Die Zeitkomponente auf der Leistungsebene bezieht sich auf die Dynamik des PSS, beispielsweise bei neuen oder geänderten Leistungselementen im Rahmen einer PSS-Überarbeitung. Auf der Technologieebene bezieht sich die Zeitdimension, wie bereits oben beschrieben, auf die Technologiereife und mögliche Technologiewechsel [vgl. SCHENKL et al. 2013a, S. 922, HEPERLE 2012, S. 111ff.].

Eine weitere Dimension neben der Zeit ist die Varietät. Varietät ist definiert als „*die Anzahl und [der] Grad der Streuung der Elemente einer Menge*“ [BUCHHOLZ & SOUREN 2008, S. 15]. Auf der Zielebene bezieht sich das auf unterschiedliche Markt- und Kundenanforderungen. Deshalb kann auf der Leistungsebene ein PSS-Programm mit unterschiedlichen Varianten erforderlich sein [vgl. SCHUH 2005, S. 9f.], für die wiederum unterschiedliche Technologien auf der untersten Technologieebene zum Einsatz kommen können. Die Zeit- und Varietätsdimension können nicht isoliert betrachtet werden, da sie sich gegenseitig beeinflussen [vgl. SCHENKL et al. 2011].

## 5.6 Reflexion

Die Produktsicht auf PSS wird durch das Ebenenmodell beschrieben. Es umfasst die intendierten Ziele des PSS, die Sach- und Dienstleistungsanteile sowie die benötigte Infrastruktur, mit denen die Ziele erreicht werden sollen, und die verwendeten Technologien. Technologien können hierbei sowohl das PSS befähigen als auch durch das PSS befähigt werden. Diese zwei Rollen von Technologien werden im folgenden Kapitel in der wissensorientierten Entwicklung von PSS zur Ableitung von Innovationspfaden genutzt.

Neben den beiden diskutierten Rollen von Technologien sind weitere denkbar, werden aber im Kontext dieser Arbeit nicht weiter vertieft. So beschreiben SAKAO et al. [2013], wie durch Integration in einem PSS Technologien verkapselt werden können, um sie so geheim zu halten. Motivation des PSS ist also der Schutz von Technologiewissen.

Das für die Erstellung von PSS benötigte Wissen wird im Ebenenmodell direkt und indirekt adressiert. Die Definition des Zielsystems in der obersten Ebene benötigt beispielsweise Wissen über Kundenbedarfe. Wissen über die Erbringung fließt in die Leistungsebene ein. Ein Partialmodell der Dienstleistungselemente ist das Ressourcenmodell. Dies umfasst unter anderem das Wissen der Mitarbeiter für die Dienstleistungserbringung. Technologien können, wie bereits in Kapitel 1.1 beschrieben, als Wissen interpretiert werden.

Mit dem PSS-Ebenenmodell wird die Produktsicht beschrieben. Im folgenden Kapitel wird nun darauf aufbauend die Prozesssicht durch die Methodik zur wissensorientierten Entwicklung von PSS dargestellt.



## **6. Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS**

*In diesem Kapitel wird die Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS als zentraler Lösungsansatz dieser Arbeit vorgestellt. Hierzu werden Anforderungen an die Methodik definiert und anschließend die einzelnen Schritte und zugehörige Methoden erläutert. Die Methodik fußt auf zwei Strängen: die PSS-Entwicklung sowie das Wissensmanagement. Die MDM-basierte Wissenslandkarte stellt neben dem bereits eingeführten PSS-Ebenenmodell das zentrale Modell des Lösungsansatzes dar. Diese Elemente der Methodik werden in dem in Kapitel 6.2 vorgestellten Vorgehensmodell integriert. Die MDM-basierte Wissenslandkarte wird in Kapitel 6.3 detailliert erläutert. Die nachfolgenden Teilkapitel erläutern die einzelnen Schritte des Vorgehensmodells und bieten unterstützende Methoden an.*

### **6.1 Anforderungen an den Lösungsansatz**

Im Folgenden werden qualitative Anforderungen aufgeführt, die an den systematisch-methodischen Ansatz zur Entwicklung von Produkt-Service-Systemen gestellt werden. Hierbei werden drei Anforderungsklassen unterschieden: (1) Allgemeine Anforderungen an den Lösungsansatz beziehen sich auf das Vorgehen und eingesetzte Methoden. (2) Das Ergebnis-potenzial definiert die Zielsetzung der Methodik zur wissensorientierten Entwicklung von PSS. (3) Anforderungen an das Wissensmanagement fokussieren schließlich die Wissensmanagement-bezogenen Aktivitäten des Lösungsansatzes. Die Anforderungen spezifizieren die in Kapitel 1.2 erläuterte Zielsetzung der Arbeit unter Berücksichtigung der eingeführten Randbedingungen.

Die Anforderungen wurden herausgearbeitet aus den in der Analyse des Stands der Technik identifizierten Handlungsschwerpunkten. Ergänzende Anforderungen wurden aus der Checkliste nach BLESSING & CHAKRABARTI [2009, S. 302ff.] abgeleitet und spezifiziert für die Anwendung im Kontext der wissensorientierten Entwicklung von PSS. Die Anforderungen an das Wissensmanagement wurden auf Basis der von WILDNER [2011, S. 239ff.] identifizierten Probleme im Umgang mit Wissen sowie den Forderungen an ein Wissensmanagementkonzept nach PROBST et al. [2012, S. 29] entwickelt.

#### **6.1.1 Allgemeine Anforderungen**

Anforderungen an die Methodik berücksichtigen die Funktionen der Unterstützung, die Anwendungssituation, die Wirtschaftlichkeit der Anwendung sowie Nutzer des Lösungsansatzes.

##### **Funktionen der Unterstützung**

Der Fokus der Unterstützung liegt auf der Entwicklung des PSS-Gesamtkonzepts sowie auf der Konzeption der Dienstleistungsanteile. Die Sachleistungsentwicklung bzw. die Anpassung der Sachleistungsanteile an das PSS werden nicht detailliert betrachtet. Hier folgt die Arbeit der Argumentation von SPATH & DEMUB [2003, S. 477] und MEIER [2013], dass für die Sachleistungsentwicklung umfangreiche Ansätze aus der Konstruktionsmethodik existieren und

weiterer Unterstützungbedarf vorrangig für die Dienstentwicklung und die Integration der Leistungsbestandteile besteht. Existierende Ansätze vernachlässigen den Aspekt der Kundenakzeptanz von PSS. Ein weiteres Augenmerk ist auf Wissen, als wichtigste Unternehmensressource, zu legen. Diese Funktionen der Unterstützung adressieren die in Kapitel 4.3 identifizierten Handlungsschwerpunkte H<sub>1</sub> (Berücksichtigung von Technologien), H<sub>2</sub> (Integration des Wissensmanagements in eine PSS-Entwicklungsmethodik) und H<sub>3</sub> (Berücksichtigung der Kundenakzeptanz) aufgegriffen. Im Einzelnen ergeben sich folgende Anforderungen an die Funktionen des Lösungsansatzes:

- Konzeptentwicklung von PSS unterstützen
- Dienstleistungsentwicklung unterstützen
- Wissensmanagement unterstützen
- PSS- und Wissensentwicklung abstimmen
- Kundenakzeptanz des PSS sicherstellen
- Leistungsfähigkeit reifer Technologien durch Integration in ein PSS verbessern
- Neue Technologien befähigen

### **Anwendungssituation**

Der Lösungsansatz soll mittelständische Unternehmen beim Wandel vom Sachleistungs- zu einem PSS-Anbieter unterstützen. Der Fokus liegt auf produzierenden Unternehmen im B2B-Bereich. Hierbei wird auf Basis der bestehenden Marktleistung ein PSS-Konzept entwickelt. Diese Situation orientiert sich am Transformationsprozess zu einem PSS-Anbieter nach OLIVA & KALLENBERG [2003, S. 165]. Im Einzelnen ergeben sich somit folgende Anforderungen an die Anwendungssituation des Lösungsansatzes:

- Anwendbarkeit für mittelständische Unternehmen
- Anwendbarkeit für produzierende Industrie
- Anwendbarkeit für B2B-Bereich
- Unterstützung der Transformation zu einem PSS-Anbieter
- „Servitization“ von Sachleistungen

### **Wirtschaftlichkeit**

Eine weitere Anforderung an den Lösungsansatz ist die wirtschaftliche Anwendbarkeit in der industriellen Praxis. Die Wirtschaftlichkeit ergibt sich aus dem Verhältnis von Aufwand und Nutzen. Der Nutzen wird unter dem Punkt „Ergebnispotenzial“ diskutiert. Einflussfaktoren auf den Aufwand sind der Einarbeitungsaufwand für die Anwender des Lösungsansatzes, der Zeitaufwand für die Anwendung sowie der Ressourcenaufwand, beispielsweise für notwendige Investitionen in Softwareprogramme oder externe Dienstleister (vgl. WACH 1994, S. 44).

### **Nutzer des Lösungsansatzes**

Der Lösungsansatz soll die unterschiedlichen von der Servitization betroffenen Unternehmensbereiche integrieren. Hiermit wird das Bewusstsein der betroffenen Mitarbeiter über den not-

wendigen Veränderungsprozess während der Transformation gestärkt. Die teilweise divergierenden Sichten der unterschiedlichen Domänen sind zu berücksichtigen und nutzenstiftend zusammenzuführen. Von besonderer Bedeutung ist die Einbeziehung von Entscheidungsträgern des Unternehmens, was die erfolgreiche Umsetzung der Veränderung fördert [vgl. KOTTER 2013, S. 45ff.]. Der Lösungsansatz soll durch Entwicklungs- oder Serviceingenieure sowie Manager aus den von der Transformation zu einem PSS-Anbieter betroffenen Bereichen (z. B. Entwicklung, Vertrieb, Service, IT) umgesetzt werden können. Um dies sicherzustellen, sollen, soweit möglich, den Anwendern vertraute Methoden und Modelle eingesetzt werden. Die Einbeziehung der unterschiedlichen Stakeholder wird anhand des RACI-Modells vorgenommen: **R**esponsible (verantwortlich), **A**ccountable (rechenschaftspflichtig), **C**onsulted (konsultiert) und **I**nformed (zu informieren) [vgl. DREWS & HILLEBRAND 2010, S. 215]. Somit ergeben sich folgende Anforderungen hinsichtlich der Nutzer des Lösungsansatzes:

- Integration der unterschiedlichen von der Servitization betroffenen Unternehmensbereiche, wie Entwicklung, Vertrieb, Service oder Marketing (konsultiert)
- Einbeziehung von Entscheidern (konsultiert)
- Anwendung durch Entwicklungsingenieure (verantwortlich)
- Anwendung durch Serviceingenieure (verantwortlich)
- Anwendung durch das Management der betroffenen Unternehmensbereiche (verantwortlich oder konsultiert, ggf. rechenschaftspflichtig)
- Verwendung etablierter Methoden und Modelle der Konstruktionsmethodik

### 6.1.2 Ergebnispotenzial

Während der Anwendung des Lösungsansatzes soll der Lösungsraum möglichst umfassend berücksichtigt werden. Entsprechend der obigen Fokussierung der Anwendbarkeit betrifft dies einerseits das Gesamtkonzept des zu entwickelnden PSS und andererseits die detaillierten Dienstleistungsanteile. Der Lösungsansatz soll die Entwicklung kundenwerter PSS unterstützen. Hinsichtlich des Wissensmanagements soll der Lösungsansatz Transparenz über das vorhandene und benötigte Unternehmenswissen schaffen sowie notwendige Veränderungen und konkrete Maßnahmen zur Umsetzung aufzeigen. Diese Anforderungen leiten sich aus dem Ziel ab, das Wissensmanagement in die PSS-Entwicklung zu integrieren (vgl. Kapitel 1.2). Im Einzelnen ergeben sich somit folgende Anforderungen an das Ergebnispotenzial des Lösungsansatzes:

- Umfassende Exploration des Lösungsraumes für das PSS-Gesamtkonzept
- Umfassende Exploration des Lösungsraumes für die Dienstleistungsanteile
- Entwicklung kundenwerter PSS-Konzepte
- Transparenz über das vorhandene Unternehmenswissen
- Transparenz über das benötigte Unternehmenswissen
- Prognose notwendiger Veränderungen des Unternehmenswissens
- Vorschlag konkreter Maßnahmen der Wissensentwicklung
- Relevanz der Ergebnisse aus wissenschaftlicher und praktischer Sicht

### 6.1.3 Anforderungen an das Wissensmanagement

In der Analyse des Stands der Technik wurde die Bedeutung der Wissensentwicklung für die Servitization herausgearbeitet (vgl. Kapitel 4.2). Wie in der Zielsetzung der Arbeit diskutiert (vgl. Kapitel 1.2), soll ein Schwerpunkt des Lösungsansatzes auf dem Wissensmanagement liegen. Aus den Problemklassen im Umgang mit Wissen nach WILDNER [2011] sowie den von PROBST et al. [2012, S. 29] aufgestellten Forderungen an das Wissensmanagement ergeben sich folgende Anforderungen an das Wissensmanagement (vgl. Kapitel 2.3.1):

- Bewusstsein für die Bedeutung von Wissen schaffen
- Zugang zu Wissen ermöglichen
- Qualität des Wissens berücksichtigen
- Prozesse im Umgang mit Wissen definieren
- Unternehmensprobleme in Wissensprobleme übersetzen
- Entscheidungen hinsichtlich ihrer Wirkung auf das Unternehmenswissen beurteilen
- Individualisierte Lösungen, keine Pauschallösungen anbieten
- An konkreten Problemen orientierten
- Erprobte Instrumente zur Verfügung stellen

Auf Basis dieser Anforderungen wurde die Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS entwickelt. Die Methodik ist der Beitrag der vorliegenden Arbeit zur Prozesssicht auf PSS.

## 6.2 Vorgehensmodell

In diesem Abschnitt wird das zugrunde liegende Vorgehensmodell der Methodik zur wissensorientierten Entwicklung von PSS erläutert. Die zentralen Begriffe des Vorgehens werden in Tabelle 6-1 erläutert.

Tabelle 6-1: Zentrale Begriffe des Vorgehens

<b>Begriff</b>	<b>Erläuterung</b>
Sach-/Dienstleistungselement	Komponenten eines PSS; lassen sich entweder den Sach- oder Dienstleistungen zuordnen
Ist-Wissen	aktuell in einer Organisation vorhandenes Wissen
Soll-Wissen	zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft in einer Organisation benötigtes Wissen
Ist- bzw. Soll-Wissenslandkarte	Abbildung des Ist- bzw. Soll-Wissens der betrachteten Organisation
Mitarbeiterwissenslandkarte	Wissenslandkarte eines einzelnen Mitarbeiters
Wissenslücke	Setzt sich zusammen aus fehlenden Wissens-elementen und mangelnder Wissensstufe des Ist-Wissens verglichen mit dem Soll-Wissen



Das Vorgehensmodell ist in Abbildung 6-1 dargestellt. Die einzelnen Schritte sowie die jeweils anzuwendenden Methoden sind in den nachfolgenden Kapiteln eingehend beschrieben. Innerhalb des in Kapitel 1.1 dargestellten Innovationsprozesses von PSS ordnet sich das Vorgehen in die Phase Konzeption ein.

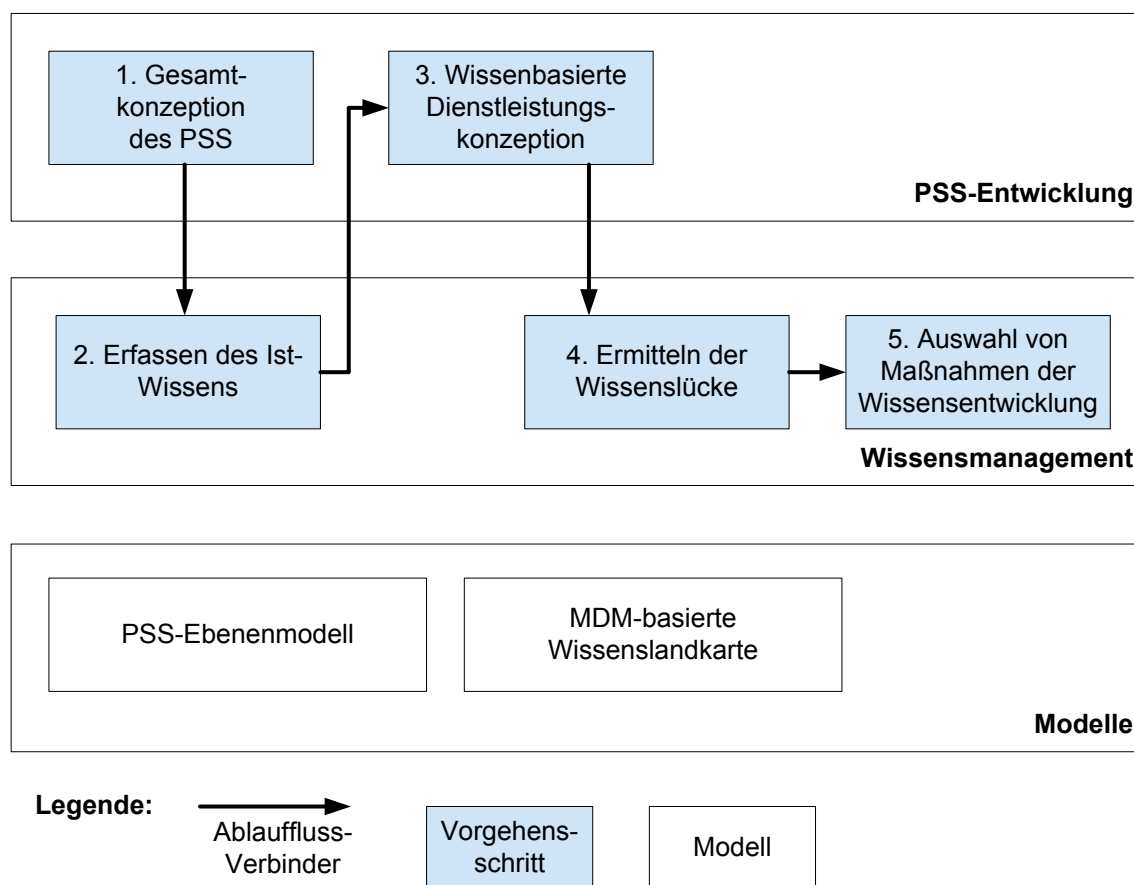


Abbildung 6-1: Vorgehensmodell der wissensorientierten Entwicklung von PSS

Das Vorgehensmodell besteht aus den zwei Strängen PSS-Entwicklung und Wissensmanagement. Verwendete Modelle sind die MDM-basierte Wissenslandkarte zur Abbildung des Ist- und Soll-Wissens (Kapitel 6.3), sowie das PSS-Ebenenmodell zur Darstellung des entwickelten PSS-Konzepts (vgl. Kapitel 5). Im ersten Schritt wird das Gesamtkonzept des PSS erstellt (Kapitel 6.4). Mögliche strategische Zielsetzungen von PSS werden anhand des in Kapitel 5 beschriebenen Ebenenmodells diskutiert. Der Lösungsansatz unterstützt die Konzeptauswahl durch Diskussion eines PSS-Zielsystems sowie Faktoren der Kundenakzeptanz. Ergebnis des Schrittes ist die Definition der Kerneigenschaften des PSS auf den drei Ebenen des PSS-Ebenenmodells. Dies könnte beispielsweise für den in Kapitel 1.1 beschriebenen Hersteller von Wasserstrahlenschneidemaschinen wie folgt aussehen: Auf der Zielebene stehen die übergeordneten strategischen Ziele der Wettbewerbsdifferenzierung sowie des Nachahmungsschutzes. Auf der Leistungsebene ist ein ergebnisorientiertes PSS auf Basis der Sachleistung definiert. Die angestrebte Leistungssteigerung etablierter Technologien ergibt sich aus der untersten Technologieebene.

Anschließend wird das Ist-Wissen in einer Ist-Wissenslandkarte erfasst (Schritt 2, Kapitel 6.5). Auf dieser Basis wird im dritten Schritt der Dienstleistungsanteil des PSS-Gesamtkonzepts

durch die wissensbasierte Konzeption von Dienstleistungen detailliert und ergänzt (Kapitel 6.6). Es werden mit dem vorhandenen Unternehmenswissen darstellbare Dienstleistungen entwickelt. Im obigen Beispiel wird so das ergebnisorientierte PSS um weitere Dienstleistungen wie eine Produktivitätsberatung für den Kunden sowie Trainings für die Fertigungsmitarbeiter des Kunden ergänzt. Nun liegt das PSS-Konzept vor. Im vierten Schritt, der dem Wissensmanagement zuzuordnen ist, wird nun die Wissenslücke ermittelt. Hierfür wird das Soll-Wissen ermittelt, also das Wissen, das für die Erbringung des PSS-Konzepts benötigt wird (Kapitel 6.7). Auf Basis der Wissenslücke werden Maßnahmen definiert, um das Wissen zielgerichtet zu entwickeln (Schritt 5, Kapitel 6.8).

Gesamtergebnis der Anwendung der Methodik ist ein PSS-Konzept. Ein Konzept ist ein prinzipieller Lösungsvorschlag für eine technische Problemstellung [PONN 2007, S. 209]. Die Problemstellung wird auf der Zielebene des PSS-Ebenenmodells modelliert, das Konzept auf der Leistungs- und Technologieebene. Das Konzept ist sowohl auf die Unternehmenspotenziale hinsichtlich der Ressource „Wissen“ als auch die Kundenbedarfe abgestimmt, womit die Handlungsbedarfe  $H_1$  und  $H_2$  adressiert werden (vgl. Kapitel 4.3). Notwendige Veränderungen des Wissens werden prognostiziert. Das Vorgehen fokussiert auf die Dienstleistungs- und Wissensentwicklung, da diese den in Kapitel 6.1.1 spezifizierten Kern der Arbeit bilden. Die Sachleistungsentwicklung wird nicht detailliert betrachtet. Für die Anpassung der Sachleistung wird an den entsprechen Stellen auf geeignete Ansätze verwiesen. Technologien werden für die Gesamtkonzeption von PSS berücksichtigt. Auf Basis der in Kapitel 5.4 diskutierten Rollen von Technologien (Verbesserung der Leistungsfähigkeit reifer Technologien, Befähigen neuer Technologien) werden Innovationspfade abgeleitet. Somit wird auch der Handlungsschwerpunkt  $H_3$  adressiert (vgl. Kapitel 4.3).

## 6.3 MDM-basierte Wissenslandkarte

Der Lösungsansatz nutzt für das Wissensmanagement die Modellierungsmethode der MDM-basierten Wissenslandkarte. In diesem Kapitel wird das Metamodell der Wissenslandkarte vorgestellt, die berücksichtigten Wissensarten werden definiert und ein Ansatz zur Bewertung der Wissensstufe erläutert.

### 6.3.1 Metamodell der Wissenslandkarte

Die für den Lösungsansatz verwendeten Wissenslandkarten werden als Multiple-Domain Matrix (MDM) modelliert [vgl. WICKEL et al. 2013]. Das zugrundeliegende Metamodell wird im folgenden Abschnitt vorgestellt. Die Wissenslandkarte wird im Lösungsansatz herangezogen, um das Ist- und Soll-Wissen abzubilden. Die Wissenslandkarte modelliert das Wissen der betrachteten Mitarbeiter und verknüpft es mit Aufgaben. Wissen wird somit in einem Aufgaben- und Personenkontext modelliert. Die drei Domänen der MDM sind **Aufgaben**, **Wissen** und **Mitarbeiter**. Die Relationen zwischen den Domänen sind in Abbildung 6-2 dargestellt und nachfolgend erläutert.



Abbildung 6-2: Metamodell der Wissenslandkarte

## Aufgaben

Diese Domäne umfasst alle Aufgaben der betrachteten Mitarbeiter im Rahmen ihrer Tätigkeit. Die Ist-Wissenslandkarte bildet dabei die aktuellen Aufgaben der Mitarbeiter ab, die Soll-Wissenslandkarte die zukünftig auszuführenden Aufgaben.

## Wissen

Das Wissen wird in fünf Klassen unterteilt, siehe Tabelle 6-2. Die Wissensklassen wurden auf Basis der Klassen von Wissensinhalten nach PETERMANN [2011, S. 208ff.] durch geeignete Aggregation im Abgleich mit den im Rahmen einer Fallstudie erhobenen Daten (siehe Kapitel 7.3) definiert. PETERMANN [2011] klassifiziert Wissen von Unternehmen der Investitionsgüterindustrie umfassend.

Tabelle 6-2: Klassifizierung der Wissensinhalte

Wissensinhalt	Erläuterung
Fachwissen	Dieses allgemein anwendbare, produkt- und unternehmensspezifische Grundlagenwissen wird verwendet, um situations- und fachübergreifend zu planen, entscheiden und organisieren. Es wird typischerweise in der Ausbildung und in Weiterbildungen der Mitarbeiter erworben und in der Praxis vertieft.
Produktwissen	Diese Klasse umfasst jegliches Wissen über das unternehmensspezifische Portfolio an Sach- und Dienstleistungen. Dieses Wissen ist produkt- und unternehmensspezifisch. Beispiele sind Wissen zu Produktgestalt und -eigenschaften, Wissen zu den Gründen von Gestaltungsentscheidungen und zu Produkt- und Dienstleistungsfunktionen.

Tabelle 6-2: Klassifizierung der Wissensinhalte (Fortsetzung)

Wissensinhalt	Erläuterung
Prozesswissen	Wissen zu Prozessabläufen, das von den Mitarbeitern beherrscht werden muss, um im Unternehmen agieren zu können. Beispiele sind Wissen über den Entwicklungsprozess, den Zertifizierungsprozess oder den Änderungsmanagementprozess. Dieses Wissen ist häufig unternehmens- oder branchenspezifisch.
Soft Skills	Soft Skills adressieren die soziale und persönliche Kompetenz und „sind über das Fachwissen hinaus notwendig, um eine Aufgabe zu erfüllen (...)“ [BOHINC 2011, S. 11]. Beispiele sind Wissen zur Problemlösung oder zur interkulturellen Zusammenarbeit [vgl. STIFTUNG MERCATOR 2008, S. 13f., BRANDSTETTER 2012, S. 105]
Netzwerke	Dieses Wissen liegt bei internen und externen Lieferanten und Kunden. Grundsätzlich können hier Fach-, Produkt- und Prozesswissen sowie Soft Skills berücksichtigt werden.

Fach-, Produkt- und Prozesswissen sowie Soft-Skills beziehen sich auf das Wissen, das die Mitarbeiter selbst besitzen. Es wird deshalb als direktes Wissen bezeichnet. Wissen, das in Netzwerken liegt, ist indirektes Wissen.

Wissenslandkarten enthalten Meta-Wissen. Somit kann explizites und implizites, kenntnisgebundenes und handlungsgebundenes Wissen abgebildet werden (vgl. Kapitel 2.1.2).

### Mitarbeiter

Diese Domäne bildet die in der Wissenslandkarte berücksichtigten Mitarbeiter ab. Die Ist-Wissenslandkarte modelliert das Wissen der aktuellen Mitarbeiter; die Soll-Wissenslandkarte kann entweder auf Basis der aktuellen Mitarbeiter entwickelt werden oder die zukünftig benötigten Mitarbeiter idealtypisch darstellen.

Die Domäne der Mitarbeiter modelliert Wissensträger. Nicht-personelle Wissensträger, wie Informationssysteme, werden indirekt über das Wissen der Mitarbeiter modelliert, die entsprechenden Systeme zu nutzen.

In Kapitel 2.1 wurden drei Dimensionen des Wissens diskutiert: Wissensinhalt, Wissensträger und Wissensstufe. Nachdem oben erläutert wurde, wie die MDM-basierte Wissenslandkarte Wissensinhalt und -träger abbildet, wird im Folgenden dargestellt, wie die dritte Dimension, Wissensstufen, in die Wissenslandkarte integriert werden.

### 6.3.2 Berücksichtigung der Wissensstufe

Im Lösungsansatz sind Wissensstufen zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 6.1.3). Hierzu wird im Folgenden ein Bewertungsansatz vorgestellt. Als diskrete Wissensstufen wird hierbei die in

Kapitel 2.1.5 eingeführte Skala nach CROOK [1988] mit den Stufen (1) Kenntnis, (2) Anwendung und (3) Problemlösung herangezogen. Diese handlungsbezogene Abstufung wird verwendet, um das vorhandene oder benötigte Wissen in einer Wissenslandkarte zu bewerten.

Die einfachste Bewertung von Wissensstufen wäre es, die Mitarbeiter direkt nach einer Selbsteinschätzung zu fragen. Jedoch ist eine solche Bewertung nicht verlässlich. Aufgrund von fehlender und unterdrückter Information neigen Menschen tendenziell zur Selbstüberschätzung des eigenen Wissens [ZELL & KRIZAN 2014, DOBELLI 2011, S. 13, DUNNING et al. 2004]. Unabhängige Tests sind notwendig, auch wenn diese aufwändig sind [DUNNING et al. 2004, S. 99]. Der folgende Ansatz gibt eine hinreichend präzise Abschätzung der Wissensstufe bei vertretbarem Aufwand.

In der Klassifikation von Lernzielen anhand der Taxonomie nach BLOOM et al. [1973] wird der Wissensinhalt durch ein Substantiv und der zugrundeliegende kognitive Prozess mit einem Handlungsverb beschrieben [KRATHWOHL 2002, S. 213]. Hierdurch wird die Formulierung von Prüfungsfragen unterstützt: Eine bestimmte Wissensstufe ist vorhanden, wenn der Prüfling die Antwort richtig beantwortet. Zur Unterstützung dienen Tabellen, die Verben kognitiver Prozesse den Wissensstufen zuordnen [LORD & SANDHYA 2007].

Dies wird für die Bewertung der Wissensstufe adaptiert. Während das Wissensselement den Wissensinhalt beschreibt, lässt sich der entsprechende kognitive Prozess aus der Aufgabe extrahieren, also aus der Verwendung des Wissensinhalts für die Aufgabe. Dies ist exemplarisch in Abbildung 6-3 dargestellt.

Aufgabe	Wissenselement	Kognitiver Prozess (Wissensstufe)
Um dem Kunden Telefon-Support bereitzustellen, muss der Mitarbeiter ...	... Fähigkeiten der Kommunikation und Sprache ...	...beherrschen (2 – Anwendung).
	... Dokumentation ...	...kennen (1 – Kenntnis).
	... Maschinenfehler (Diagnose) ...	... anhand der Symptome erkennen, bewerten und lösen können (3 – Problemlösung).

Abbildung 6-3: Ansatz zur Bewertung der Wissensstufe

In den MDM-basierten Wissenslandkarten können nun anhand der *DMM Aufgaben – Wissen* die für eine Aufgabe erforderlichen Stufen der benötigten Wissensselemente ermittelt werden. Die Stufe, in der der betrachtete Mitarbeiter ein bestimmtes Wissensselement beherrscht, entspricht der höchsten Wissensstufe der von ihm bearbeiteten Aufgaben. Die zugrunde liegende Annahme ist, dass sein Aufgabenprofil annähernd sein Wissensspektrum bestimmt. Diese Annahme wird in der Reflexion des Ansatzes in Kapitel 6.3.3 diskutiert.

Tabelle 6-3 listet Handlungsverben kognitiver Prozesse auf und ordnet diese den drei Wissensstufen Kenntnis, Anwendung und Problemlösung zu. Diese Einordnung unterstützt als Hilfsmittel die Wissensstufenbewertung. Die kognitiven Prozesse sowie ihre Zuordnung sind LORD & SANDHYA [2007] entnommen. Hieraus wurden die im Kontext der PSS-Erbringung relevanten kognitiven Prozesse ausgewählt und weitere Prozesse hinzugefügt. Hierzu wurde

das Fachbuch MEIER & UHLMANN [2012b] herangezogen, das die PSS-Erbringung umfänglich beschreibt. Es wurden Handlungsverben identifiziert. Von diesen Verben wurden die für die Wissensbewertung relevanten ausgewählt und unter Verwendung der entsprechenden Definitionen den Wissensstufen zugeordnet. Anhand des beschriebenen Ansatzes können für eine Ist- bzw. Soll-Wissenslandkarte die vorhandenen bzw. benötigten Wissensstufen ermittelt werden.

Tabelle 6-3: Bewertung der Wissensstufe in Anlehnung an LORD & SANDHYA [2007, S. 43] und MEIER & UHLMANN [2012b]

<b>(1) Kenntnis</b>	<b>(2) Anwendung</b>	<b>(3) Problemlösung</b>
<i>beschreibt das Erinnern und Erkennen von Fakten, Mustern, Prozessen, Klassifikationen, Kriterien und Kategorien. Kenntnis ist charakterisiert durch passives Wissen und die eingeschränkte Fähigkeit, die Wissensinhalte zu erläutern.</i>	<i>umfasst Verständnis und Anwendung. Verständnis ist die Fähigkeit, einfache Zusammenhänge zu erkennen und die Wissensinhalte zu erläutern. Anwendung ist die Fähigkeit, Wissen in neuen Situationen anzuwenden.</i>	<i>umfasst Analyse, Synthese und Evaluation. Analyse ist die Fähigkeit, ein komplexes Problem in handhabbare (essenzielle) Elemente zu zerlegen und die Relationen zwischen diesen Elementen zu erkennen. Synthese ist die Fähigkeit, aus essenziellen Elementen durch Entwicklung einer neuartigen Struktur ein neues System zu entwickeln. Evaluation ist die Fähigkeit, interne und externe Validität anhand bestimmter Kriterien zu bewerten.</i>
benennen	einordnen	entwickeln
identifizieren	erläutern	erfinden
aufzählen	interpretieren	planen
definieren	vergleichen	vorschlagen
beschreiben	unterscheiden	entwerfen
berichten	prognostizieren	bewerten
auffinden	anwenden	entscheiden
angeben	berechnen	empfehlen
	aufzeigen	verifizieren
	einrichten	rechtfertigen
	implementieren	Verantwortung übernehmen
	in Betrieb nehmen	untersuchen
	realisieren	optimieren

### 6.3.3 Reflexion

Die MDM-basierte Wissenslandkarte modelliert das Wissen eines abgegrenzten Personenkreises sowie die Verwendung des Wissens für das Aufgabenspektrum der Personen. Hiermit kann die organisatorische Wissensbasis modelliert werden. Als Mehrwert gegenüber den in Kapitel 2.1.6 dargestellten Ansätzen wird die Verteilung des Wissens in der Organisation abgebildet. Durch die Berücksichtigung von Aufgaben in der Wissenslandkarte wird der Kontextbezug des Wissens explizit modelliert.

Die Aussagekraft ist beschränkt auf das Wissen, das für das Erledigen der betrachteten Aufgaben benötigt wird. Nicht berücksichtigt wird hierbei Wissen, das der Mitarbeiter in der Vergangenheit aufgebaut hat und für seine aktuellen Aufgaben nicht mehr benötigt. Wissen, das ein Mitarbeiter beispielsweise für Hobbys und weitere außerberufliche Aktivitäten benötigt, wird ebenfalls nicht modelliert. Dies sollte bei der Anwendung der Wissenslandkarte berücksichtigt werden: Die Analyseergebnisse sind zur Ergebnisabsicherung mit den Mitarbeitern zu diskutieren, wodurch solche „Blinden Flecken“ des Ansatzes identifiziert werden können. Eine weiter umfassende Wissenserfassung würde die Datenmenge sowie den damit verbundenen Erhebungs- und Analyseaufwand erheblich steigern, weshalb dies nicht zielführend ist. Bei der Bewertung der Wissenslücke muss das nicht abgebildete Wissen berücksichtigt werden, indem geprüft wird, ob das fehlende Wissen nicht doch vorhanden ist (vgl. Kapitel 6.7).

In der Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS wird dieser Ansatz sowohl für die Modellierung des Ist-Wissens als auch des Soll-Wissens verwendet. Je nach Anwendungsfall ist die Wissenslandkarte einem unterschiedlichen Typ nach EPPLER [2003] zuzuordnen (vgl. Kapitel 2.3.2): Die DMM *Mitarbeiter – Wissen* ist eine Wissensquellenkarte. Sie beantwortet die Frage: Welches Wissen hat ein Mitarbeiter bzw. welche Mitarbeiter stellen ein Wissensselement bereit? Eine Wissensanwendungskarte ist die DMM *Aufgaben – Wissen*, die die Frage beantwortet: Welches Wissen wird für eine Aufgabe benötigt bzw. in welche Aufgaben fließt ein Wissensselement ein? Die gesamte Wissenslandkarte ist eine Wissensstrukturkarte. Durch Gegenüberstellung von Ist- und Soll-Wissen erhält man eine Wissensentwicklungskarte (vgl. Kapitel 6.7.1).

Der beschriebene Ansatz zur Bewertung von Wissensstufen nutzt die in einer Wissenslandkarte abgebildeten Aufgaben zur Bewertung des Wissens der Mitarbeiter, die die Aufgaben durchführen. Der Ansatz objektiviert so die Wissensbewertung im Vergleich zur Selbsteinschätzung. Eine Zuverlässigkeit der Ergebnisse ähnlich den in der Literatur geforderten unabhängigen Tests ist unrealistisch. Jedoch kann mit dem dargestellten Ansatz eine hinreichende Ergebnisqualität bei vertretbarem Zeitaufwand erzielt werden, was in der industriellen Anwendung von erheblicher Bedeutung ist.

## 6.4 Schritt 1: Gesamtkonzeption des PSS

Im ersten Schritt der wissensorientierten Entwicklung von PSS wird das Gesamtkonzept entwickelt. Anhand des Ebenenmodells lassen sich mit dem Bottom-up- und dem Top-down-Innovationspfad zwei grundsätzliche technologiebezogene Ausrichtungen von PSS darstellen. Die Innovationspfade wurden basierend auf den in Kapitel 5.4 diskutierten Rollen von Technologien in PSS entwickelt. Die im Folgenden beschriebenen Innovationspfade bieten einen

Handlungsrahmen für die Definition des PSS-Gesamtkonzepts. Zur Unterstützung der Lösungsauswahl wird die Kundenakzeptanz von PSS diskutiert (siehe Kapitel 6.4.2). Die Gesamtkonzeption fokussiert die in Kapitel 4.3 identifizierten Handlungsschwerpunkte H<sub>1</sub> (Berücksichtigung von Technologien) und H<sub>3</sub> (Berücksichtigung der Kundenakzeptanz).

### 6.4.1 Innovationspfade anhand des PSS-Ebenenmodells

Die beiden Innovationspfade lassen sich anhand des PSS-Ebenenmodells darstellen: (1) Top-down und (2) Bottom-up. Top-down als Form der marktinduzierten Innovation (*market-pull*) geht von den Wünschen und Anforderungen des Kunden, des Anbieters oder des Marktes aus. Auf dieser Basis werden Leistungselemente definiert, die geeignet sind, die Wünsche und Anforderungen zu erfüllen und schließlich Technologien zur Umsetzung der Leistungselemente identifiziert. Im Bottom-up-Pfad als Form der technologieinduzierten Innovation (*technology-push*) werden ausgehend von neuen Technologien neue Potenziale auf der Leistungs- und Zielebene ermöglicht. Neben diesen technologiebezogenen Innovationspfaden sind weitere Pfade, beispielsweise entlang der Zeit- oder Varietätsdimension, denkbar. So beschreibt SCHUH [2005, S. 107ff.] wie durch Servitization Produktvielfalt kompensiert werden kann, also die Zahl unterschiedlicher Varianten in der Varietätsdimension reduziert.

#### Top-down-Innovation

In diesem Innovationspfad werden zuerst die übergeordneten Ziele des geplanten PSS definiert (vgl. Abbildung 6-4). Mögliche Zielsetzungen sind hierbei unter anderem gesteigerte Nachhaltigkeit, Wettbewerbsdifferenzierung, Nachahmungsschutz oder Steigerung des Kundennutzens. Die Ziele ergeben sich aus den Nutzenpotenzialen von PSS, wie sie in der Literatur diskutiert werden. Diese sind im Anhang 10.1 zusammenfassend dargestellt. Diskussionspunkte sind hierbei unter anderem mögliche Kunden, deren Wünsche und Bedürfnisse sowie das Nutzungsverhalten. Darüber hinaus sind konkurrierende Angebote am Markt zu diskutieren und die Alleinstellungsmerkmale des PSS herauszuarbeiten.

Anschließend werden geeignete Sach- und Dienstleistungselemente sowie die notwendige Infrastruktur identifiziert und konzipiert. Zuletzt werden geeignete Technologien identifiziert, mit denen sich die Leistungsebene darstellen lässt. Der Impuls zur Entwicklung des PSS geht hier von der Zielebene aus. So wird der Bedarf nach geeigneten Technologien ausgelöst, die das PSS ermöglichen.

Diesem Innovationspfad liegt die in Kapitel 5.4.1 beschriebene Verbesserung der Leistungsfähigkeit bestehender Technologien zugrunde. Die Servitization erlaubt es, durch neue PSS-bezogene Funktionalitäten höhere Ziele zu erreichen. So kann die Verfügbarkeit von Produktionsanlagen durch Remote Services gesteigert werden, die Lebenslaufkosten können durch optimierte Wartung reduziert werden. Hierfür werden beispielsweise Technologien zur Fernwartung, -diagnose und -reparatur benötigt. Weiterhin sind eine Kommunikationsinfrastruktur sowie die entsprechenden Informations- und Kommunikationstechnologien erforderlich.



## Bottom-up-Innovation

Im umgekehrten Fall des Bottom-up-Innovationspfads ergeben sich neue Potenziale der Befriedigung von Marktbedürfnissen durch neue Technologien (vgl. Abbildung 6-4). Die Technologie ist hier der Treiber neuer Funktionalitäten. Technische Grenzen oder schädliche Funktionen einer neuen Technologie (verglichen mit bestehenden Technologien) können durch ihre Einbettung in ein PSS reduziert oder sogar eliminiert werden. Dies bringt die Technologie in eine wettbewerbsfähige Marktposition. In dieser Konstellation liegt ein hohes Innovationspotenzial, da neue Kundenbedarfe erzeugt oder bestehende Kundenbedarfe erheblich besser erfüllt werden können. Marktpioniere definieren neue Standards und Nutzungsweisen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich technologische Grenzen auch auf die Infrastruktur beziehen können. Diesem Innovationspfad liegt die in Kapitel 5.4.2 beschriebene Befähigung neuer Technologien zugrunde.

Anhand dieser Innovationspfade kann das Gesamtkonzept entwickelt werden. Die Innovationspfade legen hierbei den Handlungsrahmen fest, um sukzessive die Elemente des PSS-Ebenenmodells zu definieren.

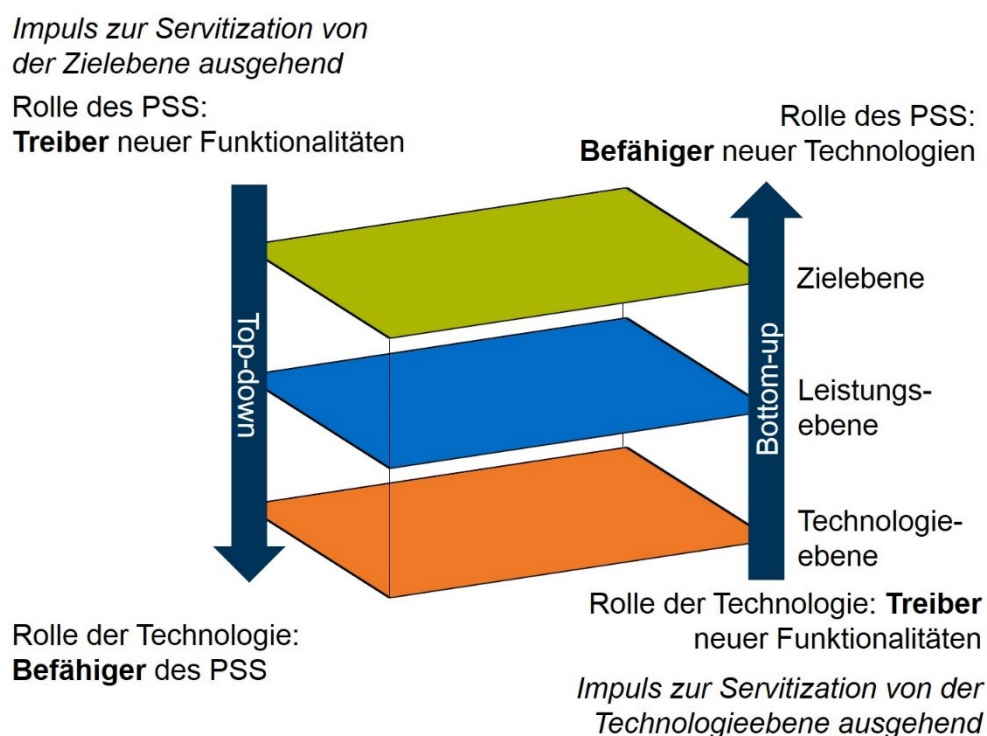


Abbildung 6-4: Innovationspfade im PSS-Ebenenmodell

### 6.4.2 Bewertung der Kundenakzeptanz

Um die Auswahl geeigneter PSS-Gesamtkonzepte zu unterstützen, werden im Folgenden Einflussfaktoren auf die Kundenakzeptanz diskutiert. Weiterhin können die Einflussfaktoren als Gestaltungsrichtlinien für die Konzeptentwicklung verwendet werden.

## **Forschungsansatz**

Wie im Kapitel 4.1.5 gezeigt, besteht eine Forschungslücke hinsichtlich Erklärungsmodellen der Kundenakzeptanz von PSS. Um diese Forschungslücke zu schließen, wurden Veröffentlichungen benachbarter Themengebiete analysiert. Es wurden hieraus Artefakte zur Kundenakzeptanz isoliert und auf PSS extrapoliert.

Im Einzelnen wurden die folgenden Themengebiete adressiert:

- Betreibermodelle (industrielle Anwendungen)
- Performance Based Contracting
- Outsourcing von Leistungen

Diese Ansätze basieren auf dem Wirkprinzip, die Verantwortung und Durchführung von Aktivitäten des Nutzers oder Kunden auf einen Anbieter auszulagern. Aus Kundensicht entspricht dies dem Konzept von PSS, das einem ähnlichen Wirkprinzip unterliegt. Ergebnisorientierte PSS umfassen Betreibermodelle sowie Performance Based Contracting (TUKKER 2004). Maintenance Outsourcing ist so produktorientierten PSS zuzuordnen (TUKKER 2004, S. 248). Dieses Wirkprinzip machen sich mehrere Entwicklungsmethoden von PSS zunutze, die auf der systematischen Variation von Verantwortlichkeit für Leistungen oder Aktivitäten im Produktlebenszyklus basieren [siehe z. B. HERZBERGER et al. 2013, PANSHEF et al. 2009]. Es wurden insgesamt 18 relevante Veröffentlichungen analysiert. Originalarbeiten, die qualitative Empfehlungen enthielten, wurden als relevant erachtet. Die Veröffentlichungen wurden auf Faktoren untersucht, die die Motivation positiv oder negativ beeinflussen, Leistungen auszulagern. Es wurden 120 Textpassagen gesammelt und hinsichtlich der Art ihres Einflusses (positiv, negativ, fallabhängig) klassifiziert. Anschließend wurden die Aussagen zu sieben übergreifenden Faktoren aggregiert. Die Ergebnisse werden im Folgenden diskutiert.

## **Einfluss auf die Motivation, Leistungen auszulagern**

Dieser Abschnitt beschreibt die in der Literatur identifizierten Faktoren, welche die Motivation von Unternehmen beeinflussen, Leistungen auszulagern (vgl. Abbildung 6-5). Dies ist die Basis für die Ableitung von Faktoren der Kundenakzeptanz von PSS. Einen Überblick über die berücksichtigte Literatur und die jeweils erwähnten Einflussfaktoren gibt Tabelle 6-4.

Die Einflussfaktoren adressieren das Unternehmenswissen des Kunden ausgeprägt in dessen Kernkompetenzen sowie das Wissen des Anbieters als dessen Wissensvorsprung. Eng damit zusammen hängt der Wissenstransfer vom Anbieter auf den Kunden bzw. der Zugang zu Wissen des Anbieters. Ein weiterer Einflussfaktor ist der Transfer von Risiken vom Kunden auf den Anbieter sowie eine erhöhte Flexibilität. Vertrauen benötigt der Kunde in den Anbieter. Der Faktor Technologie und Leistungsfähigkeit bezieht sich auf das PSS an sich. Finanzen betreffen schließlich die Wirkungen auf die mit dem PSS verbundenen Kosten des Kunden.

## **Finanzen**

Ein häufig genanntes Motiv, Aktivitäten auszulagern ist es, sowohl kurz- als auch langfristig Kosten einzusparen [vgl. FORD & FARMER 1986, S. 56]. Dieser Kostenvorteil kann aus dem

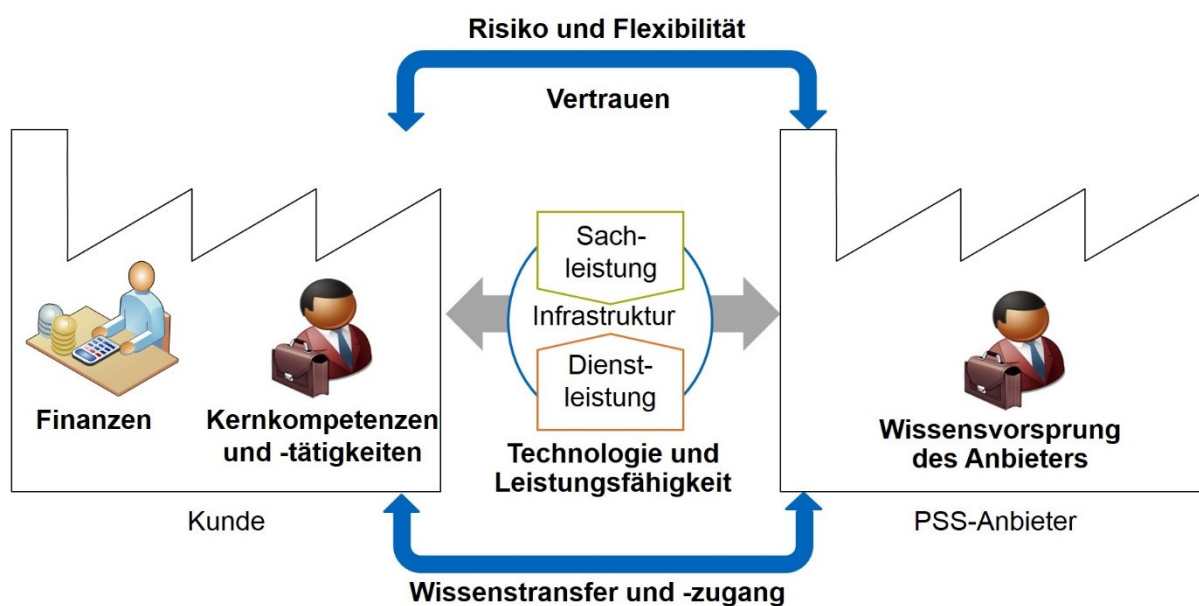


Abbildung 6-5: Einflussfaktoren auf die Kundenakzeptanz

umfassenderen Wissen des Anbieters hinsichtlich der Bedienung der Sachleistungen entstehen [GÓMEZ et al. 2009, S. 830) oder aus Skaleneffekten des Anbieters [SRUMF 2006, S. 308]. Zu beachten ist hierbei jedoch, dass Kunden die Lebenslaufkosten häufig nicht kennen und sie unterschätzen [MONT 2002a, S. 94]. Die Bilanz des Kunden wird verkürzt [SIEMER 2004, S. 3]. Ein weiterer Beweggrund ist die Transparenz über die Lebenszykluskosten [SRUMF 2006, S. 308, MEIER 2004, S. 5] sowie Budgetsicherheit [STRAUB 2011, S. 180]. Der Vorteil geringerer nötiger Investitionen ergibt sich aus der Bezahlung für die Nutzung der Sachleistung anstatt für das Eigentum [STRAUB 2011, S. 180], besonders für Unternehmen, denen die finanziellen Ressourcen für Investitionen in neue Anlagen fehlen [HORNSCHILD et al. 2003, S. 777] und wenn der Nutzungszeitraum einer Sachleistung kürzer ist, als die Amortisationsdauer [LAY & SCHRÖTER 2006, S. 339f.].

### Risiko und Flexibilität

In engem Bezug zu den finanziellen Aspekten steht die Risikoreduktion des Kunden. Finanzielle Risiken werden durch die Umwandlung von Fixkosten (bei gekauften Sachleistungen) in variable Kosten (nutzungsabhängige Abrechnung) reduziert [GÓMEZ et al. 2009, S. 830, SIEMER 2004, S. 4, GARREL et al. 2009, S. 277]. Hierdurch ist es einfacher, mit Bedarfschwankungen umzugehen [PLATTS et al. 2002, S. 255]. Der Kunde hat höhere Flexibilität [BUCK-LEW 1992, S. 5].

Neben den finanziellen Risiken werden auch technische und organisatorische Risiken auf den Anbieter übertragen [GARREL et al. 2009, S. 277]. Dieser Risikotransfer erleichtert es, neue, dem Kunden unbekannte Technologien in den Markt zu bringen. Wenn dem Kunden hinreichendes Wissen über Betrieb und Wartung sowie über die Vorteile einer Sachleistung fehlen, wird er gerne die Risiken übertragen [HYPKO et al. 2010, S. 471].

Tabelle 6-4: Literaturüberblick

	Finanzen	Risiko und Flexibilität	Vertrauen	Technologien und Leistungsfähigkeit	Kernkompetenzen und -tätigkeiten	Wissenstransfer und -zugang	Wissensvorsprung des Anbieters
BERTOLINI et al. 2004			•			•	
BUCK-LEW 1992		•				•	
BUSTINZA et al. 2010						•	
CAMPBELL 1995			•		•	•	
FORD & FARMER 1986	•			•	•	•	
GARREL et al. 2009	•	•	•	•	•	•	
GÓMEZ et al. 2009	•	•		•	•	•	
HORNSCHILD et al. 2003	•					•	
HYPKO et al. 2010	•	•	•	•			
JAUCH & WILSON 1979			•				
KAKABADSE & KAKABADSE 2000						•	•
LAY & SCHRÖTER 2006	•			•		•	
MEIER 2004	•		•	•	•	•	
NG & NUDURUPAI 2010		•		•			•
PLATTS et al. 2002	•	•		•		•	
SIEMER 2004	•			•		•	•
SRUMF 2006	•	•		•	•	•	
STRAUB 2011	•			•			
VAN DE WATER & VAN PEET 2006	•					•	
Legende: • – Faktor wird genannt							

### Vertrauen

Ein Vorteil für den Anbieter sind langfristige Kundenbeziehungen. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass der Kunde die höhere Abhängigkeit vom Anbieter akzeptieren muss [JAUCH & WILSON 1979, 59, MEIER 2004, S. 5]. Um diese Bindung einzugehen, muss der Kunde in die

Fähigkeiten des Anbieters vertrauen. Es ist Vertrauen hinsichtlich der Qualität und Zuverlässigkeit des Anbieters notwendig [HYPKO et al. 2010, S. 480, GARREL et al. 2009, S. 143, BECKER et al. 2008, S. 25, SIEMER 2004, S. 5]. Ein weiterer Aspekt ist Vertrauen in den Schutz des Wissens des Kunden: Der Anbieter wird während der Dienstleistungserbringung Wissen aufbauen, das – zumindest könnte das der Kunde befürchten – er für einen Wettbewerber des Kunden einsetzen kann [CAMPBELL 1995, S. 22, LINDEMANN et al. 2012, S. 63ff.]. „Vertrauen“ ist noch mehr Bedeutung beizumessen wenn in Betracht gezogen wird, dass die Übertragung von Aktivitäten nur schwer zurückzunehmen ist: Wissen geht mit der Zeit verloren, womit der Kunde die Fähigkeit verliert, die ausgelagerten Aktivitäten selbst auszuführen. So ist eine Zurückverlagerung schwierig und teuer [CAMPBELL 1995, S. 22].

### **Technologie und Leistungsfähigkeit**

Wie bereits im Faktor „Finanzen“ erwähnt, erlaubt es die Bezahlung für die Nutzung einer Sachleistung anstatt deren Kauf die neuesten Innovationen ohne Investitionen zu nutzen. Hierdurch hat der Kunde Zugriff auf aktuelle Technologien [SRUMF 2006, S. 309]. Ein weiterer Beweggrund ist das Versprechen einer höheren Leistungsfähigkeit (z. B. Qualität des Maschinenausstoßes, Verfügbarkeit, Effizienz der Ressourcenverwendung). Ermöglicht wird die bessere Leistungsfähigkeit durch das höhere Wissen des Anbieters hinsichtlich Betrieb und Wartung der Sachleistung. Weiterhin wird der Anbieter angespornt, Maschinenfehler zu reduzieren [NG & NUDURUPATI 2010, S. 659, MEIER 2004, S. 5].

### **Kernkompetenzen und -aktivitäten**

Aktivitäten auszulagern motiviert sich in der Fokussierung von Unternehmen auf die eigenen Kernkompetenzen. Ziel ist hierbei, die Komplexität der Abläufe zu reduzieren und gleichzeitig die Flexibilität zu erhöhen [MEIER 2004, S. 5]. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass Kunden davon Abstand nehmen werden, Aktivitäten auszulagern, die innerhalb der eigenen Kernkompetenzen liegen [GARREL et al. 2009, S. 277, SRUMF 2006, S. 302]. Ähnliche Empfehlungen finden sich in der Literatur aus dem Bereich des Wissensmanagements: Wissen, das in Unternehmen nicht oder nur unwesentlich besser als im Marktumfeld vorliegt und das nur selten benötigt wird, ist auszulagern. Hingegen ist Wissen, das ein Unternehmen besser beherrscht und häufig benötigt, zu bewahren und auszubauen [PROBST et al. 2012, S. 53]. Analog zu den Kernkompetenzen verhält es sich mit Kernaktivitäten: Es wird empfohlen, Aktivitäten ohne Bezug zu den eigenen Kernkompetenzen auszulagern. So können Kapital, Wissen und Mitarbeiter auf die Tätigkeiten mit den höchsten Margen fokussiert eingesetzt werden [FORD & FARMER 1986, S. 58]. Eine solche Schwerpunktsetzung erhöht die Wettbewerbsfähigkeit [WANG et al. 2011, S. 6865]. Die Implikation hieraus ist ähnlich den Kernkompetenzen: Kunden werden davon Abstand halten, die eigenen Kernfähigkeiten auszulagern. Die Auslagerung darf keinen negativen Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit des Kunden haben; weder in der Gegenwart noch in der Zukunft [BECKER et al. 2008, S. 25].

### **Wissenstransfer und -zugang**

Aus Kundenperspektive gibt es sowohl gewünschten als auch unerwünschten Wissenstransfer durch die Auslagerung von Aktivitäten. Der unerwünschte Wissenstransfer ist vom Kunden auf

den Anbieter gerichtet [GÓMEZ et al. 2009, S. 830], beispielsweise wenn Mitarbeiter des Anbieters eine Dienstleistung erbringen und in Kontakt mit Mitarbeitern des Kunden kommen oder dessen Standorte betreten [LINDEMANN et al. 2012, S. 63, MONT 2002a, S. 97]. Andererseits erhoffen sich Kunden einen Wissenstransfer vom Anbieter auf sich selbst [CAMPBELL 1995, S. 22]. Leistungen auszulagern ermöglicht den Zugriff auf spezialisiertes Wissen [VAN DE WATER & VAN PEET 2006, S. 260, MEIER 2004, S. 5, CAMPBELL 1995, S. 21, BUCK-LEW 1992, S. 20]. Durch die Anwendung von Expertenwissen des Anbieters kann eine höhere Leistungsfähigkeit von Maschinen oder eine Reduktion von Wartungskosten erzielt werden [GARREL et al. 2009, S. 277, SIEMER 2004, S. 3]. Einsparungen können in den Bereichen erzielt werden, denen durch den Kunden keine hohe Priorität eingeräumt wird und die deshalb nicht optimiert sind [LAY & SCHRÖTER 2006, S. 341]. Dieser Faktor ist besonders dann von Bedeutung, wenn der Kunde das Wissen des Anbieters als umfassender einschätzt als sein eigenes und das der Alternativanbieter. Es wird empfohlen, Leistungen an denjenigen Anbieter abzugeben, der das höchste zur Leistungserbringung benötigte Wissen hat [KAKABADSE & KAKABADSE 2000, S. 192].

### **Wissensvorsprung des Anbieters**

In der Literatur wird der Faktor diskutiert, dass Kunden auf Expertenwissen zugreifen und davon profitieren möchten. Hieraus kann Folgendes geschlossen werden: Der Anbieter sollte tieferes Wissen über die Erbringung der angebotenen Leistungen haben, als es beim Kunden vorliegt. Die Herausforderung hinsichtlich des Wissensvorsprungs ist dabei, dass Personen dazu neigen, ihr eigenes Wissen zu überschätzen [DUNNING et al. 2004]. Dies impliziert, dass das eigene vom Kunden wahrgenommene Wissen höher ist und das des Anbieters geringer, wodurch der wahrgenommene Wissensvorsprung geringer ausfällt. Ein Wissensvorsprung des Anbieters im Vergleich zum Kunden fördert somit das Auslagern von Leistungen auf ihn. Jedoch benötigt der Kunde ein Minimum an Wissen über diese Leistungen, um sie bewerten zu können [BUSTINZA et al. 2010, S. 31]. Auch sollte ein Kunde verstehen, warum der Anbieter die ausgelagerten Leistungen effizienter und effektiver erbringen kann [SRUMF 2006, S. 302].

### **Einflussfaktoren auf die Kundenakzeptanz von PSS**

Aus den oben diskutierten Motiven, Leistungen auszulagern oder davon Abstand zu nehmen, lässt sich auf die Kundenakzeptanz von PSS schlussfolgern. Die Faktoren werden in Tabelle 6-5 zusammengefasst und erläutert. Sie können sowohl als Entscheidungsunterstützung in der Konzeptauswahl herangezogen werden als auch als Gestaltungsrichtlinien während der Gesamtkonzeption des PSS.

#### **6.4.3 Reflexion**

Der oben dargestellte Ansatz bietet eine Unterstützung zur Gesamtkonzeption des PSS. Die Innovationspfade anhand des PSS-Ebenenmodells unterstützen eine strategische Stoßrichtung des PSS zu definieren und setzen somit den Rahmen für die Konzeptentwicklung. Mit der Checkliste zur Bewertung der Kundenakzeptanz wird die Lösungsauswahl unterstützt. Daneben

Tabelle 6-5: Kundenakzeptanz von PSS

<b>Einflussfaktor</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>Finanzen</b>	Geringere Lebenszykluskosten von PSS werden vom Kunden erwartet.
<b>Risiko</b>	Dies betrifft die Bereitschaft des Kunden, Risiken auszulagern (z. B. auf einen PSS-Anbieter).
<b>Flexibilität</b>	Dies betrifft den Wunsch nach höherer Flexibilität.
<b>Vertrauen</b>	Der Kunde benötigt das Vertrauen in den Anbieter, das PSS zuverlässig zu den vereinbarten Konditionen hinsichtlich Zeit, Qualität und Kosten zu erbringen.
<b>Leistungsfähigkeit</b>	Das PSS sollte in der Leistungsfähigkeit im Vergleich zu einem technischen Produkt mit ähnlicher Funktionserfüllung überlegen sein.
<b>Kernkompetenzen und -aktivitäten</b>	Das PSS darf nicht die Kernkompetenzen und -aktivitäten der Kunden tangieren, da dieser entsprechende Leistungen nicht auslagern wird. Im Umkehrschluss befördert es die Akzeptanz von PSS, wenn diese außerhalb der Kernkompetenzen und -aktivitäten des Kunden liegen.
<b>Wissensvorsprung des Anbieters</b>	Kunden wollen vom Wissen des Anbieters profitieren und/oder sind nicht in der Lage die Leistungen selbst zu erbringen. Daneben ist ein Wissensvorsprung gegenüber Wettbewerbern anzustreben.

können sie als Gestaltungsrichtlinien herangezogen werden. Beispielsweise geben die Faktoren den Hinweis, zu untersuchen, welche Aktivitäten des Kunden in das PSS integriert werden können und welche beim Kunden verbleiben sollten, da sie seine Kernkompetenzen betreffen.

Ergänzende Aktivitäten sind notwendig, werden aber im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter vertieft. So benötigt die Definition des Zielsystems eine umfassende Analyse von Potenzialen und Rahmenbedingungen durch Umfeld-, Markt- und Potenzialanalysen (vgl. HEPERLE 2013, S. 89]. Die Lösungsauswahl benötigt eine umfassende Bewertung, beispielsweise hinsichtlich wirtschaftlichen und technischen Aspekten [vgl. YOON et al. 2012]. Im Rahmen des Lösungsansatzes wurde hierbei nur der in den in Kapitel 4.3 definierte Handlungsschwerpunkt der Kundenakzeptanz vertieft.

Die Faktoren zur Bewertung der Kundenakzeptanz wurden aus Empfehlungen zur Auslagerung von Leistungen extrahiert und auf die Kundenakzeptanz von PSS, die auf einem ähnlichen Wirkprinzip basieren, extrapoliert. Dies gibt Hinweise, der tatsächliche Einfluss hängt jedoch von vielerlei weiteren Faktoren wie dem PSS-Typ ab.

Einige dieser Faktoren ähneln den versprochenen Vorteilen von PSS (vgl. Kapitel 4.1.3). Geringere Lebenszykluskosten für den Kunden, Risikotransfer auf den Anbieter und überlegene Leistungsfähigkeit werden auch im Kontext von PSS diskutiert. Andere Faktoren wie Kernkompetenzen werden als Vorteile von PSS gesehen. Die obigen Ausführungen machen jedoch deutlich, dass diese Aspekte differenziert zu betrachten sind. Der versprochene Vorteil kann durch den Kunden auch als Nachteil empfunden werden. Der in der Literatur am häufigsten diskutierte Vorteil von PSS ist die Steigerung der Nachhaltigkeit. Interessanterweise wurde dies in der hier analysierten Literatur im Kontext der Auslagerung von Leistungen nicht diskutiert.

## 6.5 Schritt 2: Erfassen des Ist-Wissens

Der folgende Abschnitt erläutert, wie das Ist-Wissen in der MDM-basierten Wissenslandkarte abgebildet wird und schlägt Analyseansätze vor. Der Ansatz basiert auf dem Vorgehen des strukturellen Komplexitätsmanagements (siehe Kapitel 3.2). Das Vorgehen wurde in mehreren Fallstudien praktisch umgesetzt und so sukzessive weiterentwickelt (siehe Kapitel 7). Die Ist-Wissenslandkarte bildet in einem Unternehmen oder einem ausgewählten Teil des Unternehmens vorhandenes Wissen ab. Sie dient als Basis für die wissensbasierte Konzeption von Dienstleistungen (Kapitel 6.6) und fließt in die Bewertung der Wissenslücke ein (Kapitel 6.7). Dieser Schritt gliedert sich in drei Phasen: Systemdefinition, Erfassen der Ist-Wissenslandkarte und Analyse der Ist-Wissenslandkarten. Diese werden im Folgenden erläutert.

### 6.5.1 Systemdefinition

Vor der Erfassung des Ist-Wissens und der Dokumentation in der Ist-Wissenslandkarte wird das betrachtete System definiert. Dies entspricht dem Schritt „Systemdefinition“ des Vorgehens des strukturellen Komplexitätsmanagements. Das Meta-Modell wurde in Kapitel 6.3.1 bereits definiert. Auf dieser Basis wird das in der Ist-Wissenslandkarte zu modellierende System situationsspezifisch konkretisiert. Die Wissenslandkarte liefert die Basis für die Weiterentwicklung des Unternehmenswissens von einem Anbieter von Sachleistungen hin zu einem PSS-Anbieter. Vor dem Hintergrund der Servitization ist das System zu definieren und abzugrenzen, sodass das Vorgehen mit einem sinnvollen Ressourcenaufwand angewandt werden kann.

Es wird, auf Basis des PSS-Gesamtkonzepts, die grobe Umsetzung geplant. Der geplante Wandel zu einem PSS-Anbieter wird in wenigen Stichpunkten skizziert:

- Wie sieht das Gesamtkonzept des PSS aus?
- Wie soll dieses PSS durch das Unternehmen umgesetzt werden?
- Was bedeutet das für das betrachtete Unternehmenswissen?

So können nun die beteiligten Unternehmensbereiche und Mitarbeiter definiert werden. Hinsichtlich der Unternehmensbereiche sollten diejenigen Abteilungen fokussiert werden, die von der Transformation zu einem PSS-Anbieter besonders stark betroffen sind. Dies wird durch das



definierte PSS-Konzept auf der Leistungsebene unterstützt. Aus den Sach- und Dienstleistungsanteilen sowie der verknüpfenden Infrastruktur können Abteilungen identifiziert werden, die an der Erbringung des PSS zu beteiligen sind (z. B. IT oder Serviceabteilungen).

Eine weitere Eingrenzung ist die Auswahl repräsentativer Mitarbeiter. In diesem Fall werden Mitarbeiter mit ähnlichem Aufgaben- und Wissensspektrum nicht berücksichtigt. Die mitarbeiterbezogene Definition der Systemgrenze umfasst auch die Definition, welche Unternehmensfunktionen (nicht) berücksichtigt werden. Auswahlkriterien für Mitarbeiter sind in Tabelle 6-6 aufgelistet.

Tabelle 6-6: Auswahlkriterien für Mitarbeiter

Kriterium	Erläuterung
Aufgaben	Dies bezieht sich auf das Aufgabenspektrum der Mitarbeiter.
Rolle	Dieses Kriterium bezieht sich auf die ausgeführte Funktion des Mitarbeiters (z. B. Entwicklung Mechanik, Versuch, Vertrieb, Service oder Projektmanagement).
Fachgebiet	Dies bezieht sich auf den fachlichen Hintergrund der Mitarbeiter (z. B. Maschinenbau, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik).
Verfügbarkeit der Mitarbeiter	Neben den inhaltlichen Kriterien ist in der praktischen Anwendung auch die Verfügbarkeit der Mitarbeiter ein nicht zu unterschätzender Aspekt, der explizit zu berücksichtigen ist.

Für eine weitere Fokussierung kann das betrachtete Aufgabenspektrum eingegrenzt werden. Daneben ist die Granularität der betrachteten Aufgaben zu definieren. Die Aufgabe „Konstruktion mechanischer Komponenten“ kann beispielsweise in die Aufgaben „Konstruktion von Blechteilen“, „Konstruktion von Gussteilen“ und „Konstruktion von Kunststoffteilen“ untergliedert werden. Die Herausforderung ist hierbei, einen handhabbaren Abstraktionsgrad zu finden, sodass die Anwendung des Vorgehens nutzbare Ergebnisse liefert. Jedoch erhöht eine zu detaillierte Modellierung den Aufwand und verkompliziert die Anwendung durch die höhere Anzahl an zu betrachtenden Elementen und Relationen. Dies wird anhand der Analogie einer Landkarte verdeutlicht: Abbildung 6-6 stellt Linienkarten von Deutschland (links), Bayern (mitte) und München (rechts) dar. Die Karten unterscheiden sich in Abbildungsgegenstand und Detaillierungsgrad. Die bestgeeignete Landkarte ist vom Einsatzzweck abhängig. Benötigt ein Kartennutzer Informationen über die Stadtbezirke von München, so wird er die Linienkarte der Stadt nutzen. Die Deutschlandkarte ist für diesen Anwendungsfall untauglich, da sie nur die übergeordnete Verwaltungsebene der Bundesländer darstellt. Eine Deutschlandkarte, die Details auf der untersten Verwaltungsebene der Kommunen darstellt, wäre aufgrund der Informationsmenge jedoch nur wenig praxistauglich. Ähnliches gilt für Wissenslandkarten: Um unnötigen Aufwand zur Informationsakquisition und -pflege zu vermeiden und aufgrund der beschränkten Informationsmenge, die vom Nutzer kognitiv verarbeitet werden kann, sind Kartenausschnitt und -detaillierungsgrad der zu erstellenden Wissenslandkarte vor dem Hintergrund der spezifischen Anwendungssituation zu spezifizieren.

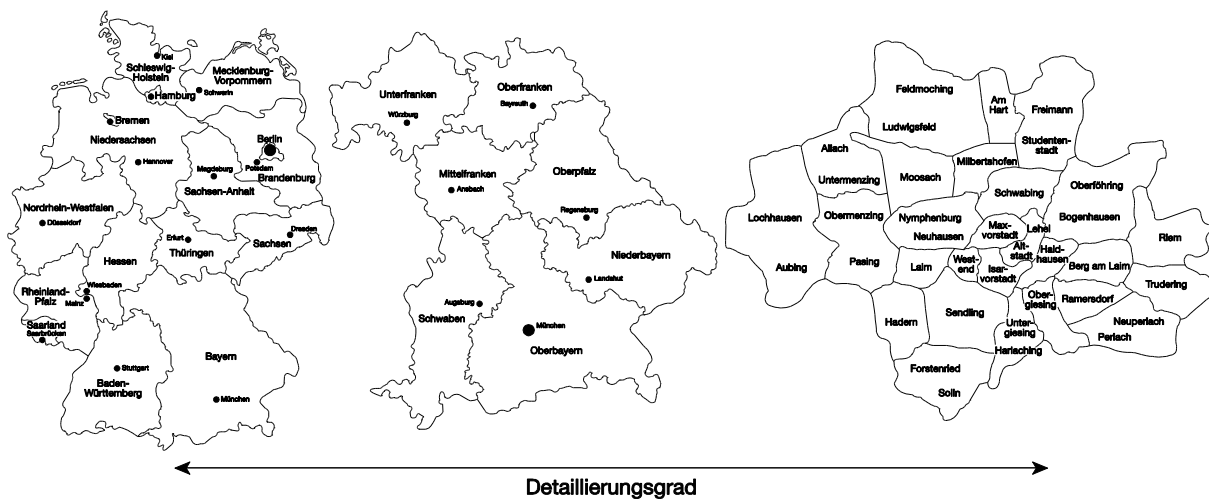


Abbildung 6-6: Analogie zur Festlegung des Detaillierungsgrads

Für die folgenden Analysen ist es hilfreich, explizit eine Systemgrenze festzulegen (also zu definieren, was nicht betrachtet wird). Wird diese nicht hinreichend definiert, führt dies in den folgenden Schritten zu Unklarheiten, die aufwendig geklärt werden müssen, oder verleitet zu möglicherweise falschen Annahmen. Für die Analyse der Wissenslandkarte ist es notwendig, zu wissen, was in der Wissenslandkarte nicht abgebildet ist und wo die hieraus implizierten Grenzen möglicher Aussagen liegen. Die in der Wissenslandkarte nicht berücksichtigten Mitarbeiter, Aufgaben und Wissensinhalte sind explizit zu bestimmen. Nachdem das in der Ist-Wissenslandkarte zu modellierende System definiert ist, kann im Folgenden die Wissenslandkarte erfasst werden.

### 6.5.2 Erfassen der Ist-Wissenslandkarte

Um in der zweiten Phase das Ist-Unternehmenswissen in einer Wissenslandkarte zu erfassen, wird ein vierstufiges Vorgehen angewendet. Das Vorgehen ist in Abbildung 6-7 dargestellt.

In den ersten beiden Schritten werden die Aufgaben und die Wissens Elemente des definierten Systems gesammelt, also die Systemelemente. Anschließend wird für jeden Mitarbeiter eine separate Wissenslandkarte erstellt, indem seine individuellen Aufgaben mit dem hierfür benötigten Wissen verknüpft werden. Es werden also die Relationen des Systems erfasst. Durch Zusammenführen dieser Mitarbeiterwissenslandkarten wird eine Gesamtwissenslandkarte aller betrachteten Mitarbeiter erstellt. Dies entspricht den Schritten „Informationsakquisition“ und „Ableiten von Zusammenhängen“ im Vorgehen des strukturellen Komplexitätsmanagements.

In einem gemeinsamen Workshop der betrachteten Mitarbeiter werden die Aufgaben und Wissens Elemente gesammelt. So wird sichergestellt, dass jeder Mitarbeiter Inhalt und Umfang der genannten Aufgaben kennt. Weiterhin sind so Formulierungen und Granularität der Systemelemente einheitlich.

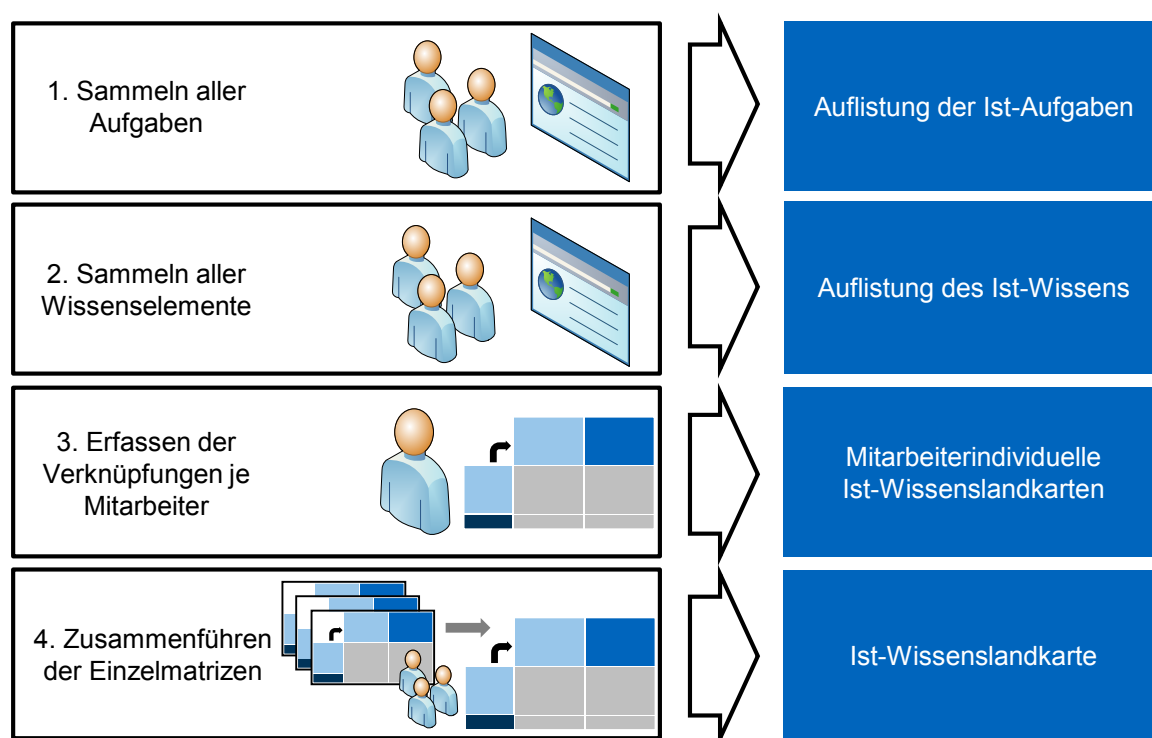


Abbildung 6-7: Erfassen der Ist-Wissenslandkarte

## 1. Sammeln aller Aufgaben

Zuerst werden die Aufgaben der Mitarbeiter gesammelt. Die einzelnen Mitarbeiter listen zuerst ihre individuellen Aufgaben auf. Zur Orientierung dient hier ein typischer Tagesablauf oder ein konkretes Projekt. Weitere Hilfe bieten Stellenbeschreibungen oder Prozessdokumentationen. Ein solch systematisches Vorgehen fördert Vollständigkeit. Nun liegen die Aufgaben der einzelnen Mitarbeiter vor. Anschließend werden ähnliche Aufgaben gruppiert und zusammengefasst, um die in der Phase der Systemdefinition bestimmte Granularität zu erreichen. Falls nötig, kann die Granularität hier angepasst werden. In den durchgeführten Fallstudien (vgl. Kapitel 7.3 und 7.4) hat sich ein Zielwert von 30 Aufgaben als sinnvoller Kompromiss zwischen Handhabbarkeit der Datenmenge und Informationstiefe erwiesen.

## 2. Sammeln aller Wissenselemente

Analog zu den Aufgaben werden nun die Wissenselemente aufgenommen. Die einzelnen Mitarbeiter listen ihr eigenes Wissen auf und anschließend werden die Wissenselemente zu einem Zielwert von 40 Wissenselementen aggregiert. Basis für die Wissenselemente ist die in Anhang 10.2 dargestellte Checkliste des Wissens von PSS-Anbietern. Tabelle 6-7 zeigt einen Ausschnitt. Die Checkliste basiert auf den 35 Klassen von Wissensinhalten nach PETERMANN [2011, S. 208ff.]. Diese vorrangig für Sachleistungsanbieter erstellte Auflistung (vgl. Kapitel 2.1.4) wurde literaturbasiert und im Abgleich mit den in der Fallstudie bei der Anlagenbau GmbH (vgl. Kapitel 7.4) erhobenen Daten um spezifisches Wissen von PSS-Anbietern erweitert. Um die Sammlung des Fachwissens zu unterstützen wurde eine Checkliste mit Domänenwissen der einzelnen Teilgebiete des Ingenieurwesens erarbeitet. Diese ist ebenfalls

in Anhang 10.2 dargestellt. Aus der Checkliste werden die vorhandenen Wissens Elemente ausgewählt und bei Bedarf konkretisiert und erläutert. Die Checkliste gibt einen handhabbaren Abstraktionsgrad der Wissens Elemente vor.

Tabelle 6-7: Checkliste Wissen von PSS-Anbietern (Ausschnitt)

<b>Wissen zu Lebenszyklus und Betrieb von Produkten</b>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Wartungs- und Reparaturbedarf	Das Wissen über planmäßige Wartungen und außerplanmäßige Reparaturen sowie den Bedarf an Verbrauchsgütern und Wechselbedarf von Ersatzteilen
PSS-Auflösung	Wissen über die PSS-Auflösung sowie mögliche Welter-nutzung von Sachleistungsanteilen nach Aufarbeitung, Modernisierung oder Reinigung
Wirtschaftliche Risiken	Wissen über die mit dem Einsatz des PSS verbundenen Risiken (z. B. Reparaturbedarf, Frühausfälle, Nutzungsschwankungen, Lebensdauer)
Kultureller Hintergrund des Kunden	Wissen über den sozialen und kulturellen Hintergrund ist für die erfolgreiche Interaktion mit dem Kunden notwendig.
Lebenszykluskosten	Das Wissen über die Kosten, die während des gesamten PSS-Lebenszyklus verursacht werden (periodisch, nicht-periodisch, versteckte Kosten, allgemeine Betriebskosten, Entsorgungskosten)

### 3. Erfassen der Verknüpfungen

Nachdem die Aufgaben und Wissens Elemente gesammelt wurden, wird nun für jeden Mitarbeiter eine individuelle Mitarbeiterwissenslandkarte erstellt. Hierzu werden zuerst die Aufgaben des Mitarbeiters identifiziert und in der DMM *Mitarbeiter – Aufgaben* dokumentiert. Für die Aufgaben wird nun in die Matrix eingetragen, welches Wissen für ihre Bearbeitung erforderlich oder hilfreich ist. Die folgende Gewichtung hat sich in den durchgeführten Fallstudien als zielführend erwiesen:

- **Erforderlich: 1**  
Das Wissen ist zur erfolgreichen Bearbeitung der Aufgabe notwendig.
- **Hilfreich: 0,3**  
Das Wissen ist zur erfolgreichen Bearbeitung der Aufgabe nicht notwendig, erleichtert jedoch die Bearbeitung oder erhöht die Ergebnisqualität.

Die Abstufung erleichtert die Wissensakquisition, da für viele Mitarbeiter eine Unterscheidung „nicht erforderlich/erforderlich“ sehr schwierig ist und so die Wissensstruktur exakter abgebildet werden kann (vgl. Kapitel 7.3). Für eine Sensibilitätsanalyse kann die Gewichtung des hilfreichen Wissens variiert werden. Sensibilitätsanalysen erlauben Aussagen über die Empfindlichkeit eines Systems [LINDEMANN 2009, S. 306], hier der identifizierten Wissens-

struktur. Deshalb wird zur Absicherung der Ergebnisse empfohlen, die Analysen auch mit Gewichtungen des hilfreichen Wissens mit den Werten 0 und 1 durchzuführen. Zuletzt wird die DMM *Mitarbeiter – Wissen* erfasst. Die grundsätzlichen Relationen können aus den beiden anderen DMMs abgeleitet werden. Das Wissen eines Mitarbeiters leitet sich aus den bearbeiteten Aufgaben und dem hierfür eingebrachten Wissen ab. Das Wissen des Mitarbeiters ist also das für seine aktuellen Aufgaben aus seiner Sicht benötigte Wissen. Anschließend werden die Wissensstufen ermittelt und in die DMM *Mitarbeiter – Wissen* eingetragen. Es wird der in Kapitel 6.3.2 vorgestellte Ansatz angewendet. Die Wissensstufe des Mitarbeiters entspricht dabei dem Maximum des für die aktuellen Aufgaben benötigten Wissens. Zusätzlich kann der Arbeitszeitanteil, den ein Mitarbeiter für die Aufgaben aufwendet, dokumentiert werden. Bei stark unterschiedlicher Häufigkeit erhöht dies die Aussagekraft der nachfolgenden Analysen (vgl. Kapitel 6.7). Abbildung 6-8 stellt exemplarisch die Ist-Wissenslandkarte eines Mitarbeiters dar. Die Wissenslandkarte enthält fünf Aufgaben und fünf Wissens Elemente. Um die Aufgabe 4 auszuführen ist Wissen 1 erforderlich und Wissen 4 hilfreich. Der Mitarbeiter beherrscht Wissen 1 in der Stufe 3 (Problemlösung), Wissen 4 in der Stufe 1 (Kenntnis).

	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Wissen 1	Wissen 2	Wissen 3	Wissen 4	Wissen 5
Aufgabe 1						1				
Aufgabe 2						1	1		1	
Aufgabe 3						1		1	1	
Aufgabe 4						1			0,3	
Aufgabe 5										
Mitarbeiter 1	1	1	1	1		3	1	2	1	
Mitarbeiter 2										
Mitarbeiter 3										

Abbildung 6-8: Ist-Wissenslandkarte für Mitarbeiter 1

Dieses Verfahren wird nun für alle in der Wissenslandkarte berücksichtigten Mitarbeiter durchgeführt. Abbildung 6-9 stellt exemplarisch die Wissenslandkarten für zwei weitere Mitarbeiter dar. Mitarbeiter 2 (links dargestellt) hat dabei ein identisches Aufgabenprofil zu Mitarbeiter 1, Mitarbeiter 3 (rechts) ein abweichendes.

	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Wissen 1	Wissen 2	Wissen 3	Wissen 4	Wissen 5
Aufgabe 1						1	1	1		
Aufgabe 2						1	1	0,3		
Aufgabe 3						0,3		1	1	
Aufgabe 4						1				
Aufgabe 5										
Mitarbeiter 1										
Mitarbeiter 2	1	1	1	1		3	1	2	1	
Mitarbeiter 3										

	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Wissen 1	Wissen 2	Wissen 3	Wissen 4	Wissen 5
Aufgabe 1										
Aufgabe 2						1	1	0,3		
Aufgabe 3										
Aufgabe 4										
Aufgabe 5							0,3	1		1
Mitarbeiter 1										
Mitarbeiter 2										
Mitarbeiter 3	1				1	3	2	3		2

Abbildung 6-9: Ist-Wissenslandkarte für Mitarbeiter 2 (links) und Mitarbeiter 3 (rechts)

#### 4. Zusammenführen der Einzelmatrizen

Nachdem die Mitarbeiterwissenslandkarten erstellt wurden, werden diese zu einer Gesamt-Wissenslandkarte zusammengeführt. Für die DMMs *Mitarbeiter – Aufgaben* und *Mitarbeiter – Wissen* erfolgt dies durch Addition der Einzelmatrizen. Die DMM *Aufgaben – Wissen* wird zeilenweise mit der Anzahl der Mitarbeiter, die eine Aufgabe bearbeiten, normiert. So stellt die Wissenslandkarte den Mittelwert der befragten Mitarbeiter dar.

Abbildung 6-10 stellt exemplarisch eine Ist-Wissenslandkarte dar, die unter Anwendung der nachfolgenden aufgeführten Formeln das Beispiel der Abbildung 6-8 und Abbildung 6-9 fortführt. Dieselbe Wissenslandkarte in der Darstellungsform als stärkerbasierter Graph ist in Abbildung 6-11 dargestellt.

	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Wissen 1	Wissen 2	Wissen 3	Wissen 4	Wissen 5
Aufgabe 1						1	0,5	0,5		
Aufgabe 2						1	1	0,2		
Aufgabe 3						0,67		1	1	
Aufgabe 4						1			0,15	
Aufgabe 5							0,3	1		1
Mitarbeiter 1	1	1	1	1		3	1	2	1	
Mitarbeiter 2	1	1	1	1		3	1	2	1	
Mitarbeiter 3		1			1	3	2	3		2

Abbildung 6-10: Ist-Wissenslandkarte (Matrixdarstellung)

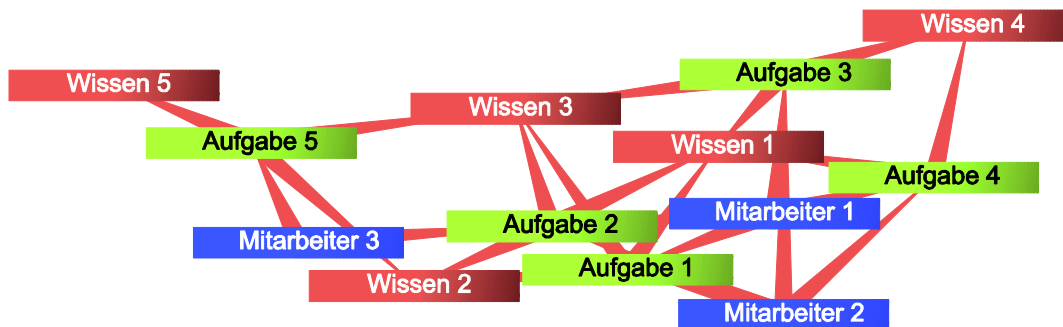


Abbildung 6-11: Ist-Wissenslandkarte als stärkerbasierter Graph

Für die Matrixaddition der Mitarbeiter-DMMs *Mitarbeiter – Aufgaben* bzw. *Mitarbeiter – Wissen* gilt die folgende Formel:

$$b_{ij} = \sum_{k=1}^p b_{ij,k} \quad (2)$$

wobei B: DMM *Mitarbeiter – Aufgaben* bzw. *Mitarbeiter – Wissen*;  $B_k$ : DMM *Mitarbeiter – Aufgaben* bzw. *Mitarbeiter – Wissen* von Mitarbeiter  $k$ ;  $p$ : Anzahl der Mitarbeiter

Für die Ermittlung der DMM *Aufgaben – Wissen* gilt die folgende Rechenvorschrift:

$$a_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p a_{ij,k}}{\sum_{k=1}^p b_{ki}} \quad (3)$$

wobei A: DMM *Aufgaben – Wissen*; A<sub>k</sub>: DMM *Aufgaben – Wissen* von Mitarbeiter k; B: DMM *Mitarbeiter – Aufgaben*; p: Anzahl der Mitarbeiter

### 6.5.3 Analyse der Ist-Wissenslandkarte

Nach dem Erfassen des Ist-Wissens sind die erhobenen Daten zu verifizieren, um die Datenqualität sicherzustellen (vgl. Kapitel 3.2). Im Folgenden werden hierzu zwei Analyseansätze vorgeschlagen, die für Mitarbeiterwissenslandkarten von Mitarbeitern mit ähnlichem Aufgabenspektrum anwendbar sind.

#### Paarweise Übereinstimmung der Mitarbeiterwissenslandkarten

Im ersten Analyseansatz werden die Wissenslandkarten der einzelnen Mitarbeiter paarweise verglichen. Der Ansatz prüft die prozentuale Übereinstimmung der gesetzten Relationen. Hierzu wird die folgende Formel eingeführt:

$$\text{Ähnlichkeit}_{1-2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n ||a_{ij,1} - a_{ij,2}||}{mn} \quad (4)$$

wobei A<sub>1</sub>: DMM *Aufgaben – Wissen* von Mitarbeiter 1, A<sub>2</sub>: DMM *Aufgaben – Wissen* von Mitarbeiter 2, m: Anzahl der Aufgaben, n: Anzahl der Wissens Elemente

In der Berechnungsformel werden nur diejenigen Abweichungen berücksichtigt, in denen ein Mitarbeiter keine Relation gesetzt hat und der andere Mitarbeiter „erforderlich“. Die Kombinationen hilfreich/keine Relation und hilfreich/notwendig werden als übereinstimmend bewertet. Dies liegt in der Definition der Relationen begründet. Hilfreiches Wissen unterstützt die Bearbeitung einer Aufgabe; die Aufgabe kann jedoch auch ohne dieses Wissen bearbeitet werden. Abweichungen liegen hier in unterschiedlichen Sichtweisen der Mitarbeiter begründet und nicht in mangelnder Datenqualität. Im obigen Beispiel (Abbildung 6-8 und Abbildung 6-9) berechnet sich so eine Ähnlichkeit der Wissenslandkarten von Mitarbeiter 1 und 2 wie folgt:

$$\text{Ähnlichkeit} = 1 - \frac{0+1+1+0+0+0+0+1+0+0+0+0+0+0+0+0}{16} = 81,2 \% \quad (5)$$

#### Streuung der Degree Centrality

Im zweiten Analyseansatz wird die Streuung der Degree Centrality der Mitarbeiterwissenslandkarten geprüft. Die Degree Centrality entspricht der Anzahl der Relationen eines Elements [FREEMAN 1978, S. 218], in diesem Fall die Zahl der Aufgaben, für die ein Wissens Element benötigt wird oder hilfreich ist. Die Rechenvorschrift lautet wie folgt:

$$\text{Degree Centrality}(\text{Wissen } j, \text{Mitarbeiter } k) = \sum_{i=1}^m a_{ij,k} \quad (6)$$

wobei A<sub>ij,k</sub>: DMM *Aufgaben – Wissen* von Mitarbeiter k; m: Anzahl der Aufgaben

Es wird die Streuung der Vernetzung der einzelnen Mitarbeiter bewertet. Dies ist exemplarisch in Abbildung 6-12 dargestellt. Das Kursdiagramm stellt die prozentuale Abweichung des

Höchst- und Tiefstwertes vom arithmetischen Mittel der Werte über die betrachteten Mitarbeiterwissenslandkarten. So lassen sich im Sinne einer ABC-Analyse drei Bereiche identifizieren: A mit einer geringen Streuung, B mit einer mittleren und C mit einer hohen. Insbesondere die Wissens Elemente im Bereich der hohen Streuung sind mit den Mitarbeitern zu diskutieren. Im abgebildeten Beispiel sind „Kenntnisse über Standzeiten von Verschleißteilen“, „Produktgenerationen“ und „Upgrademöglichkeiten der Produkte“ Wissens Elemente mit einer geringen Streuung. „Gestaltungsphilosophie“ hat dagegen eine hohe Streuung. Ein Mitarbeiter benötigt das Wissens Element gar nicht, ein anderer für fast alle Aufgaben.

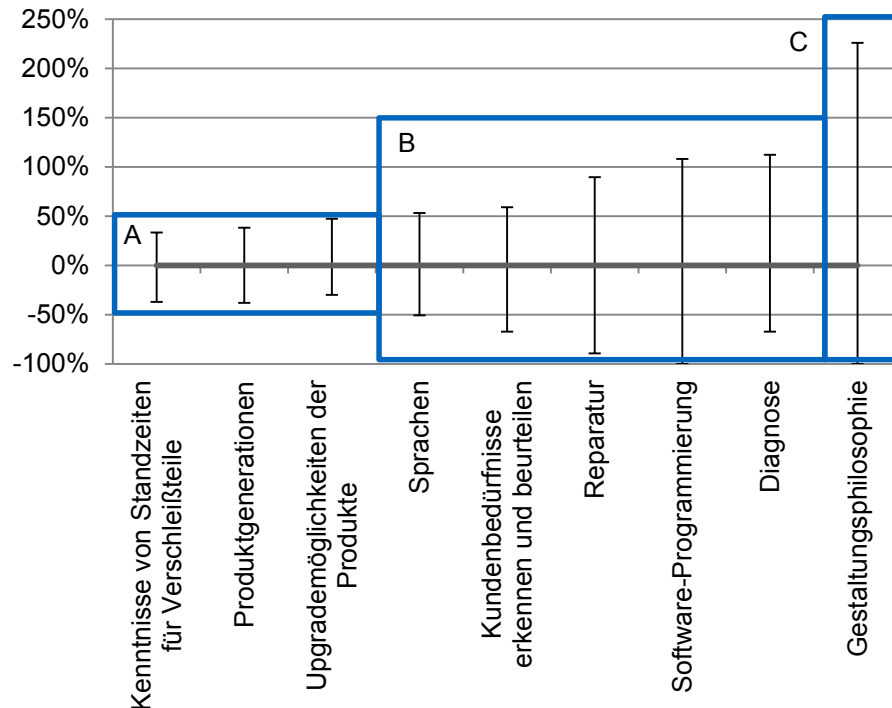


Abbildung 6-12: Streuung der Degree Centrality

Die Abweichungen können unterschiedliche Ursachen haben. Zum einen kann eine hohe Streuung ein Indikator dafür sein, dass bei den Mitarbeitern (mit ähnlichen Aufgaben) ein unterschiedliches Verständnis über den Wissensinhalt oder die Aufgaben sowie deren Abgrenzung besteht. Eine hohe Streuung kann weiterhin darauf hinweisen, dass die Mitarbeiter unterschiedliches Wissen in eine Aufgabe einbringen. Diese Abweichungen sind mit den betroffenen Mitarbeitern zu diskutieren. So werden Abweichungen der Wissenslandkarten von Mitarbeitern mit ähnlichem Aufgabenprofil gezielt konsolidiert.

Die erstellte Ist-Wissenslandkarte stellt die Basis für die folgenden Schritte dar. Dies ist im Einzelnen die wissensbasierte Konzeption von Dienstleistungen (Kapitel 6.6), die Definition der Soll-Wissenslandkarte und darauf aufbauend die Ermittlung der Wissenslücke (Kapitel 6.7).

#### 6.5.4 Reflexion

Anhand des beschriebenen Ansatzes wird das vorhandene Unternehmenswissen bezogen auf den Betrachtungsgegenstand in einer MDM-basierten Wissenslandkarte kartografiert. Die



Wissenslandkarte kann je nach Analysezweck als Matrix oder stärkerbasierter Graph dargestellt werden. Für das aktuelle (Ist-) Aufgabenspektrum der Mitarbeiter wird das benötigte und hilfreiche Wissen abgebildet und als das Mitarbeiterwissen betrachtet. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass das Wissensprofil des einzelnen Mitarbeiters dem geforderten Wissensprofil seines Aufgabenspektrums entspricht. Eine Über- oder Unterdeckung wird nicht berücksichtigt. Auch wird nur das aktiv eingebrachte Wissen betrachtet. Passives Wissen der Mitarbeiter, das in die aktuellen Aufgaben nicht eingebracht wird, wird nicht betrachtet. Dieses passive Wissen wurde in früheren Tätigkeiten erworben oder außerhalb des Berufslebens (vgl. Kapitel 6.3.3). Im Rahmen des Lösungsansatzes wird deshalb vorgeschlagen, entsprechendes Wissen im Rahmen der Verifizierung der Wissenslücke zu prüfen (vgl. Kapitel 6.7.1). Eine weitere Einschränkung hinsichtlich der Vollständigkeit der Wissenslandkarte ergibt sich aus der Systemgrenze: Wissen außerhalb der eingangs definierten Systemgrenze wird nicht kartografiert. Es werden nur die relevanten Abteilungen berücksichtigt und dort möglicherweise nur repräsentative Mitarbeiter. Bei der später zu ermittelnden Wissenslücke ist deshalb zu beachten, dass fehlendes Wissen doch vorhanden sein könnte, jedoch außerhalb der Systemgrenze. Bei der Vorgehensbeschreibung in Kapitel 6.7.1 wird dies explizit adressiert.

Dem stehen die Vorteile des gewählten Ansatzes gegenüber: Zum einen ist hier die bereits erwähnte Fokussierung der Aktivitäten zu nennen. Durch die Verknüpfung des Wissens mit Aufgaben wird die Wissensakquisition unterstützt, da das latente Wissen vergegenständlicht wird. So wird die Informationsakquisition strukturiert und die Vollständigkeit der erhobenen Daten innerhalb der definierten Systemgrenze gefördert.

Die MDM-basierte Wissenslandkarte kann über den Anwendungszweck der wissensorientierten Entwicklung von PSS für die Analyse der Stärken und Schwächen des Ist-Unternehmenswissens herangezogen werden. Die entsprechenden Analyseansätze werden von WICKEL et al. [2013] und SCHMIDT et al. [2013] diskutiert.

## 6.6 Schritt 3: Wissensbasierte Konzeption von Dienstleistungen

Das PSS-Gesamtkonzept wurde bereits im ersten Schritt des Vorgehens definiert. Nun werden auf Basis des im Unternehmen vorhandenen Wissens, das in Schritt 2 in einer Wissenslandkarte kartografiert wurde, weitere Dienstleistungselemente hinzugefügt. Das PSS-Gesamtkonzept wird so mit weiteren produktorientierten Dienstleistungen angereichert. Im PSS-Ebenenmodell ist das Ergebnis dieses Schrittes auf der Leistungsebene anzusiedeln.

Der Ansatz zur wissensbasierten Konzeption von Dienstleistungen wird im Folgenden vorgestellt. Dies kann als „*Service-push*“ gesehen werden: Aus generischen Dienstleistungen werden Dienstleistungsanteile des PSS unter Berücksichtigung des Ist-Wissens entwickelt. Generische Dienstleistungen sind hierbei allgemeine Dienstleistungen, die zu konkreten Dienstleistungen für die Integration in das PSS konkretisiert werden. Dies bedeutet, dass sie für den Anwendungskontext adaptiert und spezifiziert sind. Aus der allgemeinen Dienstleistung „produktorientierte Beratung für die Nutzungsphase“ kann so werden: „Beratung des Kunden hinsichtlich der optimalen Anlageneinstellung“. Dieser Ansatz greift die in Kapitel 1.2 definierte Zielsetzung auf, wissensintensive PSS durch Nutzung des vorhandenen Unternehmenswissens zu entwickeln.

### 6.6.1 Vorgehen der wissensbasierten Konzeption von Dienstleistungen

Zuerst wird die Gesamtheit des Wissens identifiziert, das für die Erbringung einer Dienstleistung allgemein notwendig ist. Anschließend wird die Wissensintensität der Dienstleistungen unternehmensspezifisch bewertet. Dies geschieht durch eine Betrachtung von Wissensstufe und Wissensnutzung. Im dritten und letzten Schritt werden die wissensintensiven Dienstleistungen herangezogen, um daraus konkrete Dienstleistungselemente des PSS zu entwickeln. Abbildung 6-13 gibt einen Überblick über das im Folgenden erläuterte Vorgehen.

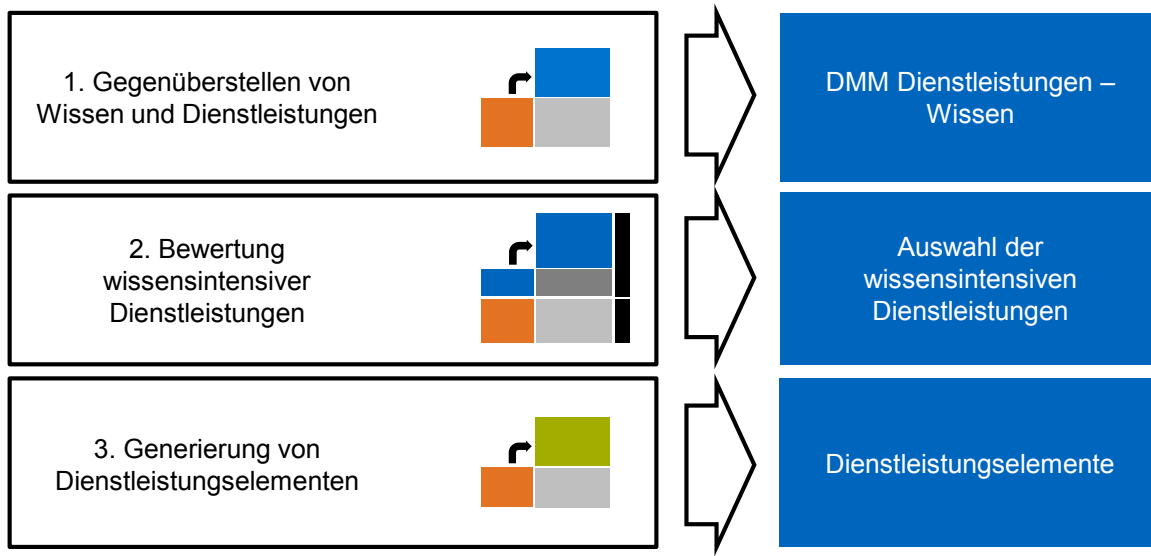


Abbildung 6-13: Vorgehen der wissensbasierten Konzeption von Dienstleistungen

#### 1. Gegenüberstellen von Wissen und Dienstleistungen

Im ersten Schritt wird das Wissen identifiziert, das für die Erbringung einer Dienstleistung benötigt wird. Basis ist die Checkliste produktbegleitender Dienstleistungen (siehe Anhang 10.3). Die Wissens Elemente werden der in Schritt 2 des Gesamtverfahrens erstellten Ist-Wissenslandkarte entnommen, erweitert um fehlende Wissens Elemente anhand der Checkliste Wissen von PSS-Anbietern (siehe Anhang 10.2). Dies wird, wie in Abbildung 6-14 dargestellt, in einer DMM dokumentiert. Die Relationen in der DMM sind wie folgt definiert: „Erbringung der Dienstleistung benötigt Wissen“.

	Gestaltwissen	Montagewissen	Anwendungen	Techn. Grundl.	IT-Netzwerke
Techn. Beratung	X		X	X	
Tele-Service		X			X
Modernisierung	X	X			
Inspektion		X			

Abbildung 6-14: DMM Dienstleistungen – Wissen

## 2. Bewertung wissensintensiver Dienstleistungen

Im zweiten Schritt wird die Wissensintensität der allgemeinen Dienstleistungen anwendungsspezifisch bewertet, um gezielt aus den Dienstleistungen mit der höchsten Wissensintensität konkrete Dienstleistungen zu entwickeln. Wissensintensiv sind diejenigen Dienstleistungen, für deren Erbringung viel Wissen benötigt wird, das im Unternehmen in einer hohen Stufe vorhanden ist und das häufig verwendet wird. Der Ansatz basiert auf der Grundidee der Fähigkeitenmatrix nach PROBST et al. [2012, S. 53]: Fähigkeiten mit einem hohen Wissensvorsprung und einer häufigen Nutzung sollten als Hebefähigkeiten für neue Anwendung herangezogen werden (vgl. Kapitel 2.1.6). Anstatt der externen Betrachtung des Wissensvorsprungs wird die interne Sicht der Wissensstufe verwendet.

Die Wissensstufe und Wissensnutzung der entsprechenden Wissens Elemente können der Ist-Wissenslandkarte entnommen werden. Die Wissensnutzung entspricht hierbei der in Kapitel 6.5.3 eingeführten Kennzahl der Degree Centrality, also der Anzahl an Aufgaben, für die ein Wissens Element benötigt wird. Damit die beiden Komponenten gleich gewichtet werden, wird die Wissensnutzung auf einen Maximalwert von 3 skaliert, also mit 3 multipliziert. Die nicht vorhandenen Wissens Elemente werden hinsichtlich beider Kriterien mit 0 bewertet: Das Wissen ist in der Stufe 0 vorhanden und es wird folglich nicht genutzt. Dies ist in Abbildung 6-15 exemplarisch dargestellt.

	Gestaltwissen	Montagewissen	Anwendungen	Techn. Grundl.	IT-Netzwerke	Wissensintensität
Wissensstufe	3	2	1	2	0	
Wissensnutzung	3	1	1	2	0	
Techn. Beratung	6		2	4	0	12
Tele-Service		3				3
Modernisierung		3				3
Inspektion	6	3	2			11

Abbildung 6-15: Bewertung der Wissensintensität

Das Wissens Element „Technische Grundlagen“ ist in der Stufe 2 (Anwendung) vorhanden und wird mit mittlerer Häufigkeit genutzt. Insgesamt werden die Relationen des Wissens Elements also mit dem Faktor 4 gewichtet. Über „IT-Netzwerke“ ist kein Wissen vorhanden, also erhält es die Gewichtung 0. Nun werden die Relationen der DMM *Dienstleistungen – Wissen* mit der Summe aus Wissensstufe und -nutzung des entsprechenden Wissens Elements gewichtet. Für die allgemeine Dienstleistung „Technische Beratung“ ergibt sich aus den benötigten Wissens Elementen „Gestaltwissen“ (6), „Anwendungen“ (2), „Technische Grundlagen“ (4) und „IT-Netzwerke“ (0) die Wissensintensität 12. Fehlendes Wissen muss vor Erbringung der entsprechenden Dienstleistungen aufgebaut werden. Die Ermittlung des fehlenden Wissens sowie entsprechende Maßnahmen des Wissensmanagements werden in den folgenden Kapiteln 6.7 und 6.8 eingehend erläutert. Nun ist die Wissensintensität der allgemeinen Dienstleistungen bewertet. Im nachfolgenden Schritt werden aus den allgemeinen Dienstleistungen mit der höchsten Wissensintensität gezielt konkrete Dienstleistungen entwickelt.

### 3. Generierung von Dienstleistungselementen

Im dritten Schritt wird die gewonnene Auswahl an wissensintensiven Dienstleistungen den Aktivitäten der Kunden im Sachleistungslebenszyklus gegenübergestellt, um so Dienstleistungselemente des PSS zu entwickeln. Die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus gibt Hinweise, wie die bestehende Sachleistung verwendet wird und welche Aktivitäten durch neue Dienstleistungselemente vom PSS-Anbieter übernommen, unterstützt oder ergänzt werden können. Die Grundidee des Ansatzes basiert auf der „Activity-Service Matrix“ nach PANSHEF et al. [2009, S. 18]. Mit Hilfe dieser Matrix werden, ausgehend von einer Analyse der Aktivitäten im Produktlebenszyklus und den Stakeholdern (Nutzer, PSS-Anbieter, usw.) Dienstleistungsideen generiert. Dieser Ansatz schränkt jedoch den Lösungsraum auf die bereits vorhandenen Aktivitäten ein. Da in der Methodik der wissensbasierten Dienstleistungsentwicklung zusätzlich allgemeine Dienstleistungen betrachtet werden, wird hier ein breiterer Lösungsraum abgedeckt.

Die Aktivitäten werden mittels einer Prozessanalyse gewonnen. Der Lebenszyklus beginnt mit dem Erkennen eines Bedarfs, geht über die Anschaffung und Nutzung und endet mit der Entsorgung. Mithilfe der sogenannten Aktivitäten-Dienstleistungsmatrix werden neue Dienstleistungsideen entwickelt, die schließlich in das PSS-Konzept integriert werden.

In der Anwendung der Matrix werden für die einzelnen Zellen Dienstleistungselemente zur Unterstützung einer bestimmten Aktivität auf Basis der wissensintensiven Dienstleistungen konkretisiert (siehe Abbildung 6-16). Die so entwickelten Dienstleistungen werden in die Zellen eingetragen. (A) entspricht beispielsweise einer proaktiven Bedarfserkennung auf Kundenseite durch den Anbieter (konkretisiert von der wissensintensiven allgemeinen Dienstleistung „Planung und Projektierung“), (B) ist eine bedarfsgerechte Inspektion auf Basis von Erfahrungswerten der kundenspezifischen Sachleistungsabnutzung in Abhängigkeit der Einsatzrandbedingungen (konkretisiert von „Inspektion“).

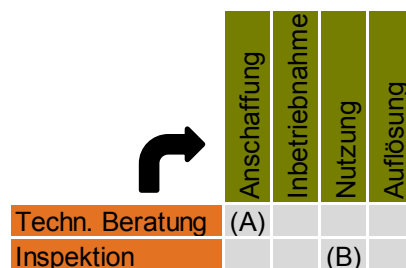


Abbildung 6-16: Aktivitäten-Dienstleistungsmatrix

#### 6.6.2 Reflexion

Der vorgeschlagene Ansatz der wissensbasierten Konzeption von Dienstleistungen dient dazu, das PSS-Gesamtkonzept mit weiteren Dienstleistungen anzureichern. Um die Marktbedürfnisse umfassend zu erfüllen, können weitere Dienstleistungsanteile im PSS notwendig sein. Die Checkliste produktbegleitender Dienstleistungen (Kapitel 10.3) kann herangezogen werden, um weitere nutzenstiftende Dienstleistungselemente zu identifizieren. Ein in der Literatur häufig genanntes Ziel der Servitization ist die angestrebte Differenzierung vom Wettbewerb.

Die Wettbewerbsdifferenzierung wird erreicht, wenn die Dienstleistungen an eine Sachleistung gekoppelt werden und auf Produktwissen basieren [vgl. ISAKSSON et al. 2011, S. 46]. Der Ansatz der wissensbasierten Konzeption für Dienstleistungen knüpft hier an: Grundlage für die Dienstleistungen ist nicht nur das Produktwissen, sondern das vollständige Unternehmenswissen. Der Fokus liegt hierbei auf wissensintensiven Dienstleistungen. Dies folgt der Empfehlung des Wissensmanagements, vorhandenes Wissen für eine Erweiterung der Marktleistung zu nutzen. Wie in Kapitel 4.1.4 ausgeführt, ist eine zentrale Herausforderung der Servitization der Aufbau des notwendigen Wissens. Diese Herausforderung kann zumindest teilweise gelöst werden, wenn gezielt Dienstleistungen auf Basis des vorhandenen Unternehmenswissens entwickelt werden.

## 6.7 Schritt 4: Ermitteln der Wissenslücke

Nachdem das PSS-Gesamtkonzept durch wissensintensive Dienstleistungselemente ergänzt wurde, ist das PSS-Konzept definiert. Im Folgenden wird das zur Umsetzung benötigte Unternehmenswissen ermittelt und daraus die Wissenslücke abgeleitet.

### 6.7.1 Vorgehen zum Ermitteln der Wissenslücke

Zuerst wird eine Soll-Wissenslandkarte aufgestellt [vgl. SCHENKL et al. 2014]. Methodische Basis ist die MDM-basierte Wissenslandkarte mit den drei Domänen Mitarbeiter, Aufgaben und Wissen. Für die Erstellung der Soll-Wissenslandkarte wird anhand der folgenden Problemformulierung eine Zukunftsprojektion erstellt:

- Welche Aufgaben müssen ausgeführt werden, um das PSS weiter zu entwickeln und zu erbringen?
- Welches Wissen ist dazu notwendig?
- Welche Mitarbeiter werden die Aufgaben ausführen?

Zuerst werden die Aufgaben ermittelt, die in den nachfolgenden Phasen des Innovationsprozesses des im PSS-Ebenenmodell visualisierten Konzepts ausgeführt werden müssen. Anschließend wird analog zur Erstellung der Ist-Wissenslandkarte das Wissen definiert, das notwendig oder hilfreich ist, die Aufgaben auszuführen, und den Aufgaben Mitarbeiter zugeordnet. Diese Wissenslandkarte bildet somit statt der vorhandenen Ist-Wissenstruktur die benötigte Soll-Wissensstruktur ab. Das Ergebnis ist somit eine Soll-Wissenslandkarte. Anschließend werden, vom Grundsatz her ähnlich zu SCHÜPPEL [1996], das aktuell vorhandene Ist-Wissen und das zukünftig benötigte Soll-Wissen abgeglichen und so die Wissenslücke identifiziert. Aus der Wissenslücke werden wissensbezogene Chancen und Risiken der Servitization ermittelt. Im Folgenden wird das Vorgehen detailliert erläutert. Einen Überblick bietet Abbildung 6-17.

#### 1. Definition der Aufgaben

Im ersten Schritt werden die Aufgaben definiert. Ausgangsbasis ist die Auflistung der Aufgaben der Ist-Wissenslandkarte. Für die Erbringung des PSS zusätzlich durchzuführende Aufgaben werden hinzugefügt, ggf. wegfällende Aufgaben werden entfernt.

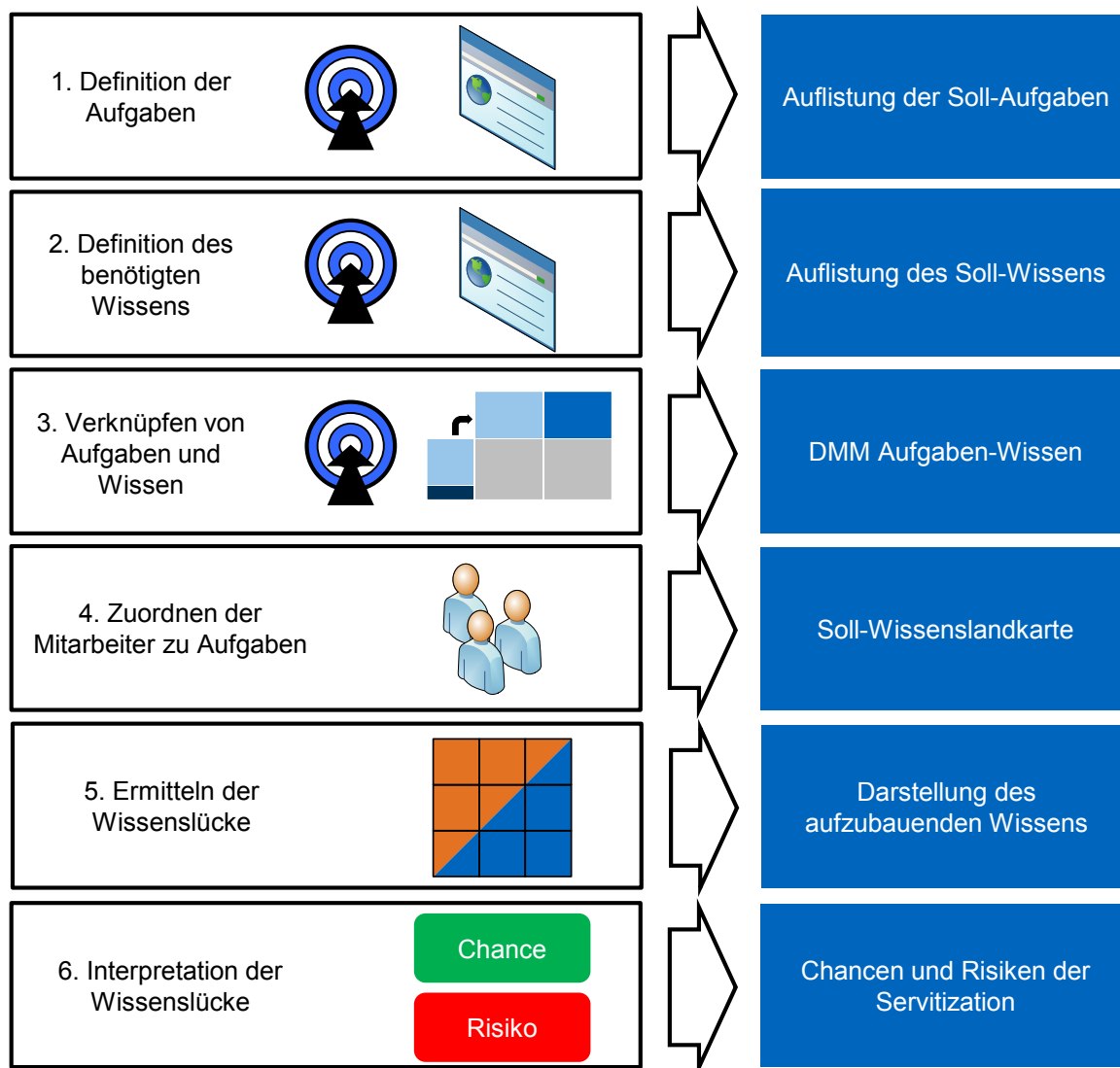


Abbildung 6-17: Vorgehen zum Ermitteln der Wissenslücke

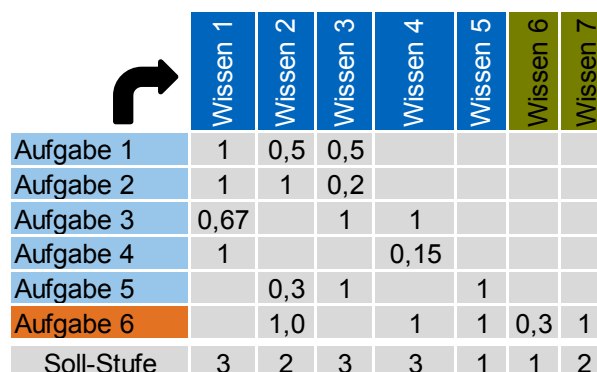
## 2. Definition des benötigten Wissens

Anschließend wird in ähnlicher Weise das benötigte Wissen definiert. Durch die Definition von Soll-Aufgaben und -Wissen auf Basis von Ist-Aufgaben und -Wissen sind die erstellten Matrizen vergleichbar. Identische Inhalte werden mit identischen Begriffen in der Matrix abgebildet.

## 3. Verknüpfen von Aufgaben und Wissen

Nun werden Aufgaben und Wissen analog zum Vorgehen der Erstellung der Ist-Wissenslandkarte miteinander vernetzt. Um den Erstellungsaufwand zu reduzieren, kann die Vernetzung von bestehenden Aufgaben mit bestehendem Wissen aus der Ist-Wissenslandkarte übernommen werden. Die so erstellte DMM *Aufgaben – Wissen* ist exemplarisch in Abbildung 6-18 dargestellt. Das abstrakte Beispiel wurde auf Basis der in Kapitel 6.5.1 dargestellten Ist-Wissenslandkarte erstellt. Aufgabe 6 sowie Wissen 6 und 7 wurden zusätzlich für die Soll-

Wissenslandkarte eingeführt. Die Soll-Wissensstufe ist in der untersten Zeile der Matrix dargestellt.



	Wissen 1	Wissen 2	Wissen 3	Wissen 4	Wissen 5	Wissen 6	Wissen 7
Aufgabe 1	1	0,5	0,5				
Aufgabe 2	1	1	0,2				
Aufgabe 3	0,67		1	1			
Aufgabe 4	1			0,15			
Aufgabe 5		0,3	1		1		
Aufgabe 6		1,0		1	1	0,3	1
Soll-Stufe	3	2	3	3	1	1	2

Abbildung 6-18: DMM Aufgaben-Wissen

#### 4. Zuordnen der Mitarbeiter zu den Aufgaben

Im folgenden Schritt werden den Aufgaben Mitarbeiter zugewiesen. Es können entweder die realen Mitarbeiter der Ist-Wissenslandkarte den Aufgaben zugeordnet werden oder idealtypische Rollenbeschreibungen. Das Soll-Wissen der Mitarbeiter entspricht in beiden Fällen dem Wissen, das für die ihnen zugeordneten Aufgaben benötigt wird.

Hierbei können mehrere Mitarbeiterzuordnungen erstellt werden, um so unterschiedliche Handlungsoptionen zu prüfen. Das Ergebnis des Schrittes ist die Soll-Wissenslandkarte.

#### 5. Ermitteln der Wissenslücke

Aus der so erstellten Soll-Wissenslandkarte kann nun im Weiteren die Wissenslücke ermittelt werden. Die Wissens Elemente samt den entsprechenden Ist- und Soll-Wissensstufen werden in einem Portfolio eingetragen. Hierbei wird die Ist-Wissensstufe auf der Abszisse aufgetragen und die Soll-Wissensstufe auf der Ordinate. Neue Wissens Elemente der Soll-Wissenslandkarte werden mit der Wissensstufe „nicht vorhanden“ auf der Abszisse eingetragen. Dies ist exemplarisch in Abbildung 6-19 dargestellt. Es findet ein Abgleich von Ist- und Soll-Wissen auf Gesamtsystemebene statt.

In der Portfoliodarstellung sind oberhalb der Winkelhalbierenden diejenigen Wissens Elemente angeordnet, die in Zukunft in höherer Wissensstufe benötigt werden oder neu aufgebaut werden müssen. Unterhalb der Winkelhalbierenden übersteigt das aktuell vorhandene Wissen das in Zukunft benötigte Wissen. Der notwendige Aufwand zum Schließen der Wissenslücke steigt tendenziell mit zunehmendem Abstand zur Winkelhalbierenden, da die Stufen während des Wissenserwerbs sukzessive durchschritten werden [vgl. DREYFUS & DREYFUS 1980, REHÄUSER & KRUMHOLTZ 1996, S. 36f.].

Das Portfolio kann auch für einzelne Mitarbeiter aufgestellt werden. Hierbei werden das Ist-Wissensprofil und das Soll-Wissensprofil für das Soll-Aufgabenspektrum verglichen. Die wissensbezogene Eignung wird so bewertet. Für eine optimale Mitarbeiter-Aufgaben-Zuordnung empfiehlt sich ein iteratives Durchlaufen der Schritte „Zuordnen der Mitarbeiter zu Aufgaben“ und „Bewerten der Wissenslücke“.

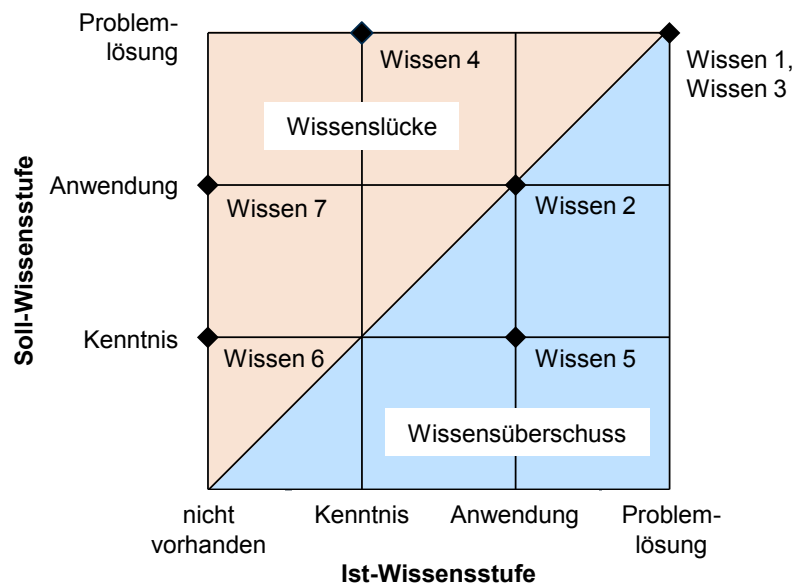


Abbildung 6-19: Portfoliodarstellung der Wissenslücke

Alternativ kann in der Bewertung die Wissensnutzung berücksichtigt werden. Hierbei wird ein Portfolio mit den beiden Achsen Wissensstufe und Wissensnutzung aufgespannt, wie in Abbildung 6-20 dargestellt. Die Skala der Achse Wissensstufe reicht von Kenntnis über Anwendung bis Problemlösung. Die Wissensnutzung wird qualitativ in den Stufen gering, mittel und hoch bewertet. Die Wissensnutzung leitet sich aus der Anzahl an Aufgaben ab, in die ein Wissensselement eingebracht wird, unter Berücksichtigung der Gewichtung der Relationen:

$$\text{Wissensnutzung}(\text{Wissen } j) = \sum_{i=1}^m a_{ij} \quad (7)$$

wobei  $A_{ij}$ : DMM Aufgaben – Wissen; m: Anzahl der Aufgaben

Dies gilt für Aufgaben mit einem ähnlich hohen Arbeitszeitanteil. Ist der Anteil stark unterschiedlich, so empfiehlt es sich, die Aufgaben mit ihrem Arbeitszeitanteil zu gewichten. Die Rechenvorschrift lautet dann wie folgt:

$$\text{Degree Centrality}(\text{Wissen } j)_{\text{gewichtet}} = \sum_{i=1}^m a_{ij} t_i \quad (8)$$

wobei  $A_{ij}$ : DMM Aufgaben – Wissen; m: Anzahl der Aufgaben; t: Arbeitszeitanteil der Aufgabe

Die Skala endet beim Maximalwert der Wissensnutzung über alle Aufgaben. In das Portfolio werden die Wissensselemente der Ist- und der Soll-Wissenslandkarte eingezeichnet und jeweils paarweise mit Pfeilen verbunden. Ein nach oben weisender Pfeil zeigt, dass das Wissensselement zu entwickeln ist. So wird die notwendige Wissensentwicklung visualisiert. Im abgebildeten Beispiel ist Wissen 7 neu aufzubauen, Wissen 6 wird nicht mehr benötigt. Wissen 4 ist aktuell in der Stufe „Anwendung“ verfügbar, wird jedoch zukünftig in der Stufe „Problemlösung“ benötigt. Zusätzlich steigt die Wissensnutzung. Wissen 5 wird zukünftig in derselben Stufe benötigt werden, wie es aktuell vorhanden ist und die Nutzung wird geringer. Wissen 3 erfährt keine Veränderung. Aus der Berücksichtigung der Wissensnutzung lässt sich die Wissenslücke priorisieren. Wissensselemente mit einer hohen Wissensnutzung sind hierbei vorrangig zu adressieren. Das Wissensportfolio basiert auf der Fähigkeitenmatrix nach PROBST et al. [2012, S. 53]. Jedoch betrachtet es nicht nur statisch das Wissen der Gegenwart, sondern ist



um das in Zukunft benötigte Soll-Wissen erweitert. Somit enthält das Portfolio zusätzlich eine dynamische Komponente. Ein in Kapitel 2.1.6 diskutierter Kritikpunkt der Fähigkeitenmatrix ist die fehlende Berücksichtigung des Anwendungsbezugs des abgebildeten Wissens. Das Wissensportfolio nutzt die Ist- und die Soll-Wissenslandkarte als Datenquelle, womit der Anwendungsbezug des bewerteten Wissens nachvollzogen werden kann.

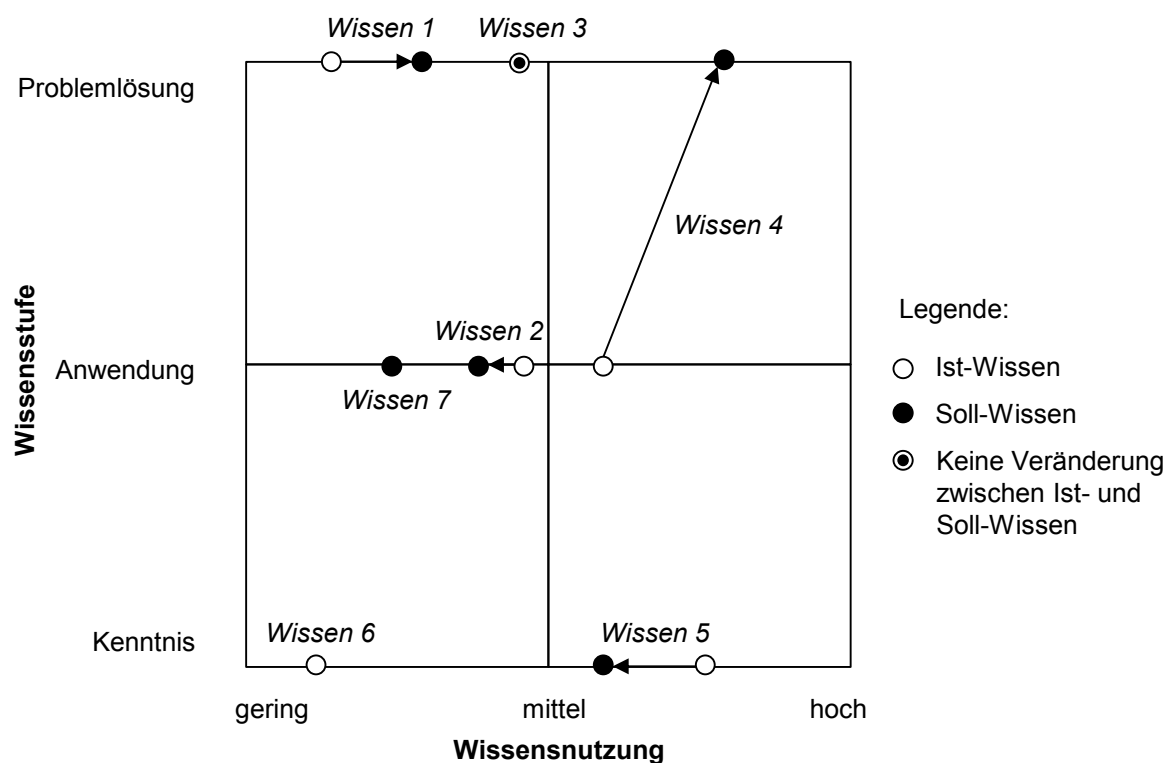


Abbildung 6-20: Wissensportfolio in Anlehnung an SCHMIDT et al. [2014]

## 6. Interpretation der Wissenslücke

Im letzten Schritt des Vorgehens wird die Wissenslücke interpretiert. Aus der Wissenslücke können wissensbezogene Chancen und Risiken für die Transformation zu einem PSS-Anbieter abgeleitet werden. Dies ist abstrahiert in Abbildung 6-21 dargestellt.

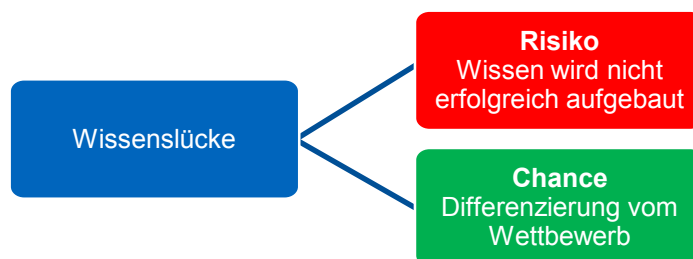


Abbildung 6-21: Ableiten von Chancen und Risiken aus der Wissenslücke

Eine Wissenslücke kann sowohl Chance als auch Risiko darstellen: Das mögliche Risiko besteht darin, dass das benötigte Wissen nicht erfolgreich aufgebaut wird. Wie in Kapitel 2.2 erläutert, ist Wissen ein entscheidender Erfolgsfaktor für technologieorientierte Unternehmen.

Durch einen erfolgreichen Wissensaufbau im Rahmen der Servitization kann ein Wettbewerbsvorteil durch aufgebautes Wissen entstehen. Wissenslücken können als Chance interpretiert werden, da sie potenziell erreichbaren Wissensvorsprung gegenüber dem Wettbewerb darstellen.

Bevor im folgenden Schritt Maßnahmen der Wissensentwicklung zum Schließen der Wissenslücke definiert werden, sind die Ergebnisse denklogisch abzusichern. Hierbei sind mögliche Fehler aufgrund der Limitationen von Ist- und Soll-Wissenslandkarte (vgl. Kapitel 6.5 und 6.7) zu adressieren. Die Ist-Wissenslandkarte bildet das in Aufgaben eingebrachte Wissen innerhalb des definierten Betrachtungsgegenstands ab. Darüber hinausgehendes passives Wissen der Mitarbeiter und Wissen außerhalb der Systemgrenze werden nicht berücksichtigt. Deshalb ist mit den beteiligten Mitarbeitern zu diskutieren, ob das fehlende Wissen hier vorhanden ist. Weiterhin sind Modellierungsunschärfen und -fehler zu adressieren. Die Soll-Wissenslandkarte wird durch die subjektive Sicht der erstellenden Mitarbeiter beeinflusst. Auch die Ist-Wissenslandkarte bildet die Realität mit einer gewissen Unschärfe ab. Die Ergebnisse sind mit den beteiligten Mitarbeitern zu diskutieren. So können Modellierungsfehler identifiziert sowie falsche Annahmen und Bewertungen korrigiert werden.

### 6.7.2 Reflexion

Der vorgestellte Ansatz zum Ermitteln der Wissenslücke unterstützt dabei, die Wissenslücke für das konzipierte PSS zu ermitteln und zu bewerten. Das Ergebnis ist die Basis für die nachfolgende Auswahl von Maßnahmen der Wissensentwicklung, mit denen die Wissenslücke geschlossen werden soll. Die Wissenslücke setzt sich aus fehlendem Wissen und jenem Wissen zusammen, das in einer zu geringen Wissensstufe vorhanden ist. Prinzipiell wird auch zukünftig nicht erforderliches Wissen identifiziert, das nach SCHÜPPEL [1996, S. 239] abzubauen, zu entsorgen oder zu verkaufen ist. Im Rahmen des Lösungsansatzes wird dieser Wissensüberschuss nicht weiter betrachtet. Ein zusätzlicher Nutzen des Ansatzes ist, dass die Umsetzung des PSS zu konkretisieren ist. Für das Aufstellen der Soll-Wissenslandkarte sind Aufgaben zu definieren, die für die weitere PSS-Entwicklung und Erbringung nötig sind. Den Aufgaben werden Mitarbeiter bzw. Rollen zugeordnet. Die Bewertung des für diese benötigten Wissens ermöglicht es, analog dem Vorgehen der wissensbasierten Konzeption von Dienstleistungen (vgl. Kapitel 6.6), die Wissensintensität des PSS zu überprüfen.

Ein ergebniskritischer Aspekt des Ansatzes ist die Auswahl der Mitarbeiter, durch die die Soll-Wissenslandkarte erstellt wird. Geeignete Mitarbeiter besitzen den inhaltlichen Weitblick, das PSS hinreichend zu konkretisieren, um die Wissenslandkarte zu erstellen. Das PSS-Konzept ist auf einer operativen Ebene zu konkretisieren, was idealerweise Mitarbeiter sowohl aus der operativen Ebene als auch dem Management einschließt. Es muss das notwendige und hilfreiche Wissen für die Aufgaben definiert werden. Dies benötigt einerseits Erfahrung in der operativen Ausführung ähnlicher Aufgaben und andererseits die Fähigkeit, dies auf neue Aufgabenfelder zu transferieren. Insgesamt wird die Soll-Wissenslandkarte stark durch die subjektive Sicht der beteiligten Mitarbeiter beeinflusst, weshalb deren Auswahl eine erhebliche Bedeutung beizumessen ist. Zur Absicherung sollten die Ergebnisse mit weiteren Mitarbeitern diskutiert und bei Bedarf korrigiert werden.

Der vorgeschlagene Ansatz zur Erstellung der Soll-Wissenslandkarte greift Ideen der Szenariotechnik auf. In der Szenariotechnik werden Zukunftsbilder aus kombinierten, denkbaren Entwicklungen von Einflussfaktoren entwickelt [vgl. GAUSEMEIER & PLASS 2014, S. 44ff., GAUSEMEIER et al. 1998]. Die Soll-Wissenslandkarte stellt ein Szenario hinsichtlich der geplanten Umsetzung eines PSS bezüglich Aufgaben, benötigtem Wissen und eingesetzten Mitarbeitern dar. Die Möglichkeit in der Soll-Wissenslandkarte verschiedene Zuordnungen von Aufgaben zu Mitarbeitern aufzustellen ist inspiriert vom Grundprinzip der multiplen Zukunft in der Szenariotechnik. Während die Szenariotechnik jedoch ein Instrument der strategischen Planung ist, hat die Soll-Wissenslandkarte taktischen Charakter<sup>3</sup>.

## 6.8 Schritt 5: Maßnahmen der Wissensentwicklung

Auf Basis der ermittelten Wissenslücke können nun Maßnahmen definiert werden, die Wissenslücke zu schließen. Im Folgenden werden mögliche Maßnahmen sowie eine Auswahllogik vorgestellt.

### 6.8.1 Maßnahmen der Wissensentwicklung

Es gibt drei grundsätzliche Strategien der Wissensentwicklung, nämlich (1) Repräsentation, (2) Kommunikation und (3) Generierung von Wissen. Diese werden in Tabelle 6-8 erläutert. Die Strategien werden durch konkrete Maßnahmen operativ umgesetzt.

Tabelle 6-8: Strategien der Wissensentwicklung in Anlehnung an GRETSCH et al. [2011, S. 313f.]

#	Strategie	Erläuterung
1	Repräsentation von Wissen	Um im Unternehmen vorhandenes Wissen für die Zukunft zu bewahren, zur Explizierung impliziten Wissens und zur Dokumentation vorhandenen Wissens, beispielsweise durch Wissenslandkarten. Die Repräsentation von Wissen fördert die Kommunikation von Wissen.
2	Kommunikation von Wissen	Kommunikation zielt darauf ab, Wissen innerhalb eines Unternehmens zu verteilen. So erhält ein bestimmter Mitarbeiter in einer bestimmten Situation Zugriff auf gerade benötigtes Wissen.
3	Generierung von Wissen	Benötigtes Wissen, das im Unternehmen nicht verfügbar ist, muss generiert werden. Hierzu zählt auch der Wissenstransfer von außerhalb in das Unternehmen, da so für das Unternehmen neues Wissen aufgebaut wird. Wissensgenerierung geschieht beispielsweise durch Anwendung von Kreativitätstechniken, Akquisition neuer Mitarbeiter oder Weiterbildungsmaßnahmen.

<sup>3</sup> Strategische und taktische Planung werden z. B. von WÖHE & DÖRING [2010, S. 78ff.] charakterisiert und abgegrenzt.

Die Wirkmechanismen der drei Wissensstrategien sind in Abbildung 6-22 dargestellt. Im Zentrum des Diagramms ist der betrachtete Mitarbeiter mit einer gegenwärtigen Problemsituation. Entlang der Ordinate stehen die weiteren organisationsbezogenen Ausprägungen von Wissensträgern: unternehmensintern und -extern. Die Abszisse stellt die Zeitdimension dar. Die Korrelationen des Diagramms werden im Folgenden erläutert:

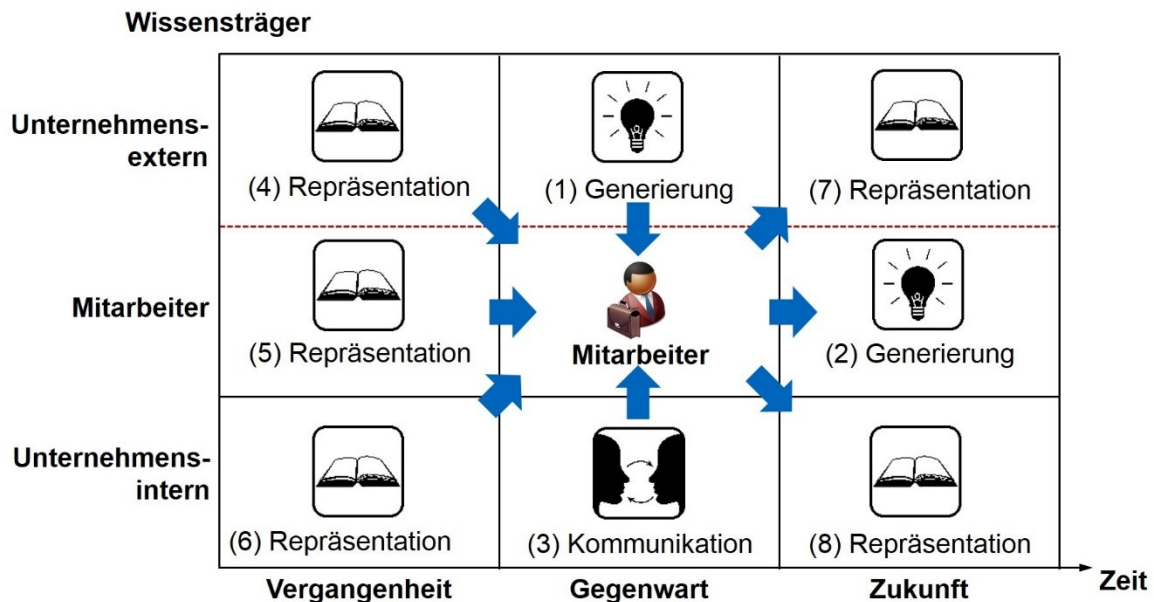


Abbildung 6-22: Einordnung der Wissensstrategien in Anlehnung an SAUCKEN et al. [2014, S. 1928]

- Generierung von Wissen erlaubt es,
  - (1) extern vorhandenes Wissen ins Unternehmen zu transferieren oder
  - (2) neuartiges, noch nicht existierendes Wissen aufzubauen.
- Kommunikation von Wissen erlaubt es,
  - (3) intern vorhandenes Wissen zu teilen.
- Dokumentation von Wissen erlaubt es,
  - (4 – 6) Wissen, das in der Vergangenheit beim Mitarbeiter, intern oder extern vorhanden war, in der Gegenwart zu nutzen oder
  - (7 + 8) Wissen, das in der Gegenwart beim Mitarbeiter vorhanden ist, für die interne oder externe zukünftige Nutzung zu bewahren.

Die drei Strategien werden anhand konkreter Maßnahmen umgesetzt. Im Rahmen des Lösungsansatzes wurde ein Katalog mit Maßnahmen der Wissensentwicklung zusammengestellt. Die Maßnahmen wurden der Wissensmanagementliteratur entnommen: [LEHNER 2012, PROBST et al. 2012, GERHARDS & TRAUNER 2011, BÖHMANN & KRCCMAR 2002, SCHÜPPEL 1996]. Die Zielsetzung jeder einzelnen Maßnahme wurde definiert und die Maßnahmen hinsichtlich der drei Strategien klassifiziert. Tabelle 6-9 stellt exemplarisch einen Ausschnitt der Maßnahmen zur Wissensgenerierung dar. In der linken Spalte ist die Zielsetzung hinterlegt (z. B. Internalisierung externen Wissens), in der rechten Spalte die entsprechende Maßnahme (Akquisition neuer Mitarbeiter). Der vollständige Maßnahmenkatalog ist im Anhang 10.4 hinterlegt.

Tabelle 6-9: Maßnahmen der Wissensgenerierung

Zielsetzung	Maßnahme
Internalisierung externen Wissens	Akquisition neuer Mitarbeiter
Nutzung externen Wissens	Wissensakquisition durch Unternehmensübernahme oder -allianzen
Entwicklung des Wissens durch Anregung neuen Ideen	Kreativitätstechniken (Brainstorming, Methode 6-3-5, Osbourne-Checkliste u. v. a.)
Erhöhung der Wissensstufe	Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern (z. B. zum Thema Projektmanagement oder Kommunikation)

## 6.8.2 Logik zur Maßnahmenauswahl

Um die Auswahl der Maßnahmen zu unterstützen, stellt der Lösungsansatz eine Auswahllogik bereit. Hierbei werden in Abhängigkeit der Art der Wissenslücke geeignete Strategien vorgeschlagen. Es werden zwei Kriterien zur Charakterisierung der Wissenslücke berücksichtigt:

- **Eigenheit des Wissens**  
Ausprägungen: unternehmensspezifisches Produkt- oder Prozesswissen, unternehmensunspezifisches Fachwissen
- **Herkunft des Wissens**  
Ausprägungen: im Unternehmen vorhanden, außerhalb des Unternehmens vorhanden, nicht existierend

Basierend auf den von PROBST et al. [2012, S. 89f.] vorgeschlagenen Strategien zum Schließen von Wissenslücken wurden der folgende Ansatz zur Auswahl von Maßnahmen abgeleitet. Die Auswahllogik ist in Abbildung 6-23 dargestellt.

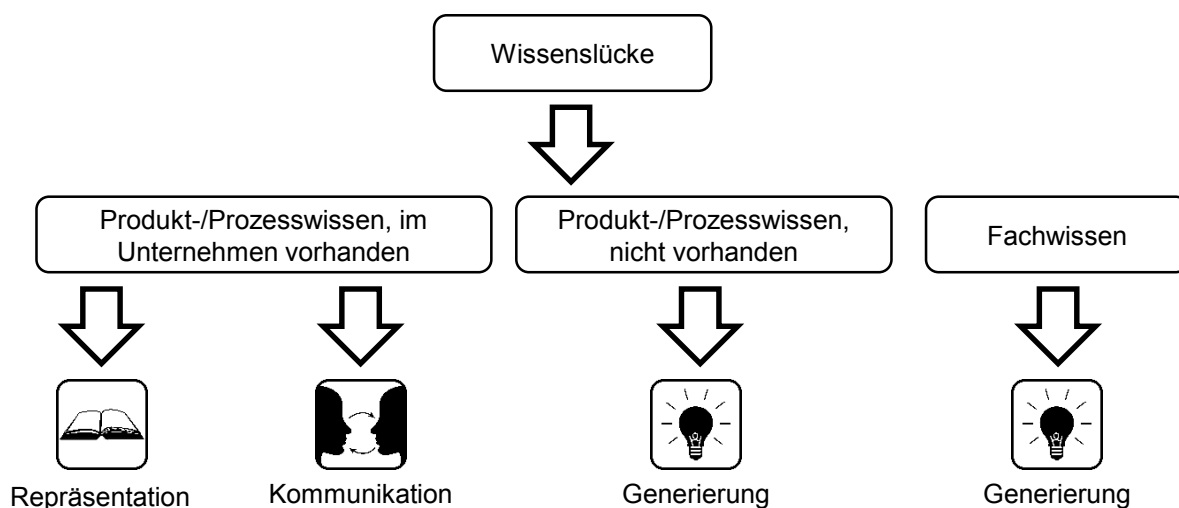


Abbildung 6-23: Logik zur Maßnahmenauswahl

Für unternehmensspezifisches Wissen, das für die Erstellung der Wissenslandkarte nicht berücksichtigt wurde, jedoch grundsätzlich im Unternehmen vorhanden ist, können Maßnahmen

der Repräsentation und Kommunikation zum Schließen der Wissenslücke herangezogen werden. Unternehmensspezifisches Wissen kann grundsätzlich nicht von außerhalb des Unternehmens transferiert werden, da es dort in der Regel nicht existent ist. Darum muss dieses Wissen durch Maßnahmen der Wissensgenerierung entwickelt werden. Unternehmensspezifisches Fachwissen, das außerhalb des Unternehmens vorhanden ist, kann durch Maßnahmen der Wissensgenerierung durch das Unternehmen erworben werden. Hierbei kann Wissen sowohl über den Transfer von außerhalb in das Unternehmen als auch durch interne Entwicklung generiert werden.

### 6.8.3 Reflexion

Der beschriebene Ansatz unterstützt die denklogische Auswahl konkreter Maßnahmen. Eine weitergehende Unterstützung ist im Rahmen des Lösungsansatzes nicht zielführend, da eine Vielzahl weiterer Einflussfaktoren und Randbedingungen bei der Auswahl zu berücksichtigen ist. Dies umfasst beispielsweise das zur Maßnahmenumsetzung benötigte Wissen oder die Kosten der Maßnahme.

Im Anschluss an die Maßnahmenauswahl erfolgt die konkrete Umsetzung der Maßnahmen. Hierbei könnte die MDM-basierte Wissenslandkarte die Basis sein, um ein Maßnahmencontrolling durchzuführen. Nach Maßnahmenumsetzung wäre die Ist-Wissenslandkarte zu aktualisieren. Durch einen Abgleich der aktualisierten Ist-Wissenslandkarte mit der Soll-Wissenslandkarte lässt sich die Effektivität der durchgeführten Maßnahmen messen.

## 6.9 Reflexion der Methodik

Im obigen Kapitel wurde die Methodik der wissensorientierten PSS-Entwicklung dargestellt. Aufbauend auf den in Kapitel 6.1 dargestellten Anforderungen wurde der Lösungsansatz entwickelt. Das übergeordnete Vorgehen stellt die Prozesssicht auf PSS dar. Das Vorgehen fokussiert die Dienstleistungsperspektive sowie das Wissensmanagement.

Im Rahmen der PSS-Entwicklung wird ein Gesamtkonzept aus einer bestehenden Sachleistung entwickelt und um weitere, aus dem vorhandenen Unternehmenswissen abgeleitete, Dienstleistungen angereichert. Der Lösungsansatz der wissensbasierten Entwicklung von Dienstleistungen integriert hier einerseits Beweggründe für PSS und andererseits Ziele des Wissensmanagements. Wie in Kapitel 4.1.3 dargestellt, werden PSS häufig mit der Nutzung neuer Marktchancen und der möglichen Differenzierung vom Wettbewerb motiviert. Ziele des Wissensmanagements sind es, mit dem vorhandenen Unternehmenswissen neue Marktchancen zu nutzen und sich durch wissensintensive Produkte vom Wettbewerb zu differenzieren. Der dargestellte Lösungsansatz bietet hier eine geeignete Schnittstelle.

Der Lösungsansatz blendet die Sachleistungsperspektive aus. In der praktischen Anwendung ist eine Anpassung der Sachleistung innerhalb des PSS häufig notwendig. BIEGE [2011] erläutert hierfür geeignete Gestaltungsrichtlinien.

Die Wissensperspektive wird mit dem Lösungsansatz in zwei Blickrichtungen adressiert. Einerseits ermöglicht der Ansatz eine ganzheitliche Wissensentwicklung im Rahmen der

Servitization. Darüber hinaus werden, wie oben erwähnt, Dienstleistungen aus dem vorhandenen Wissen entwickelt. Die Technologiesicht wird mit den beiden Innovationspfaden adressiert. Technologien nehmen hier einerseits die Rolle des Enablers von PSS ein und werden andererseits durch PSS befähigt. Die Innovationspfade stellen die Schnittstelle der Methodik der wissensorientierten PSS-Entwicklung zum PSS-Ebenenmodell dar. Die Marktsicht auf PSS wird mit der Bewertung der Kundenakzeptanz berücksichtigt. Somit werden die drei in Kapitel 4.3 identifizierten Handlungsschwerpunkte adressiert.

Die Anwendung des Wissensmanagementstrangs des Ansatzes schafft Bewusstsein über das vorhandene und zukünftig benötigte Unternehmenswissen. In der Betrachtungsweise des Wissensportfolios nach DREW [1999, S. 134] (vgl. Kapitel 2.1.6) wird somit Wissen identifiziert, das im Unternehmen vorhanden ist, dessen sich das Unternehmen jedoch nicht bewusst ist, und Wissen, das nicht vorhanden ist, allerdings in Zukunft vorhanden sein sollte und über das sich das Unternehmen nicht bewusst ist.

Insgesamt stellt die Methodik der wissensorientierten PSS-Entwicklung weniger ein ganzheitliches Entwicklungsvorgehen dar. Sie fokussiert die im Rahmen die in Kapitel 4.3 identifizieren Handlungsschwerpunkte. Für eine Implementation der Methodik in der industriellen Praxis sind auf der Ebene der PSS-Entwicklung weitere Aktivitäten durchzuführen. Diese können beispielsweise dem Modell des integrierten Leistungsbündellebenszyklus nach HEPERLE [2013, S. 89] entnommen werden.





## 7. Evaluation des Lösungsansatzes

*Die Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS wird im Folgenden in mehreren Fallstudien evaluiert. Auf Basis der Fallstudien wird der Lösungsansatz kritisch reflektiert und die Erfüllung der in Kapitel 6.1 aufgestellten Anforderungen an den Lösungsansatz bewertet.*

Die dargestellten Fallstudien adressieren unterschiedliche Aspekte des Lösungsansatzes. Tabelle 7-1 gibt einen Überblick über die Fallstudien und charakterisiert sie. Die Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS wird anhand der Fallstudien partiell evaluiert. In den Fallstudien # 1 und # 2 werden zwei real existierende PSS anhand des PSS-Ebenenmodells dargestellt und der Bottom-up- bzw. der Top-down-Innovationspfad nachvollzogen. Die Erstellung der Ist-Wissenslandkarte wurde in einer im industriellen Umfeld durchgeführten experimentellen Fallstudie (# 3) zur Zwischenevaluation angewandt. In der vierten Fallstudie wurde der Wissensmanagementstrang der Methodik durchgängig in der Praxis evaluiert. Die fünfte Fallstudie fokussiert den Ansatz der wissensbasierten Konzeption von Dienstleistungen. Auf Basis dieser Fallstudien wird schließlich gesamtheitlich der Lösungsansatz im Abgleich mit den aufgestellten Anforderungen reflektiert. Aus Gründen der Vertraulichkeit wurden die Unternehmen, in denen die Fallstudien im industriellen Umfeld (# 3-5) durchgeführt wurden, anonymisiert.

*Tabelle 7-1: Überblick über die Fallstudien*

#	Fallstudie	Adressierte Aspekte des Lösungsansatzes	Typ der Evaluation
1	BMW i3	PSS-Ebenenmodell, Bottom-up-Innovationspfad	Erklärende Fallstudie in einem an die Praxis angelehnten Beispiel
2	BASF Automotive Refinish	PSS-Ebenenmodell, Top-down-Innovationspfad	Erklärende Fallstudie in einem an die Praxis angelehnten Beispiel
3	Maschinenbau AG	Ist-Wissenslandkarte, MDM-basierte Wissenslandkarte	Experimentelle Fallstudie im industriellen Umfeld zur Zwischenevaluation
4	Anlagenbau GmbH	Wissensmanagementstrang der Methodik, MDM-basierte Wissenslandkarte	Experimentelle Fallstudie im industriellen Umfeld
5	Infrastruktur GmbH	Wissensbasierte Konzeption von Dienstleistungen	Experimentelle Fallstudie im industriellen Umfeld

### 7.1 BMW i3

Im Folgenden wird das am Markt verfügbare PSS basierend auf dem Elektrofahrzeug BMW i3 mit dem Ebenenmodell modelliert. Das Anwendungsbeispiel demonstriert den Bottom-up-Innovationspfad, also die Befähigung neuer Technologien zur Marktreife durch Integration in

ein PSS. Basierend auf den öffentlich verfügbaren Informationen des Anbieters<sup>4</sup> entstand das an der Praxis angelehnte Beispiel ohne Beteiligung des Unternehmens. Die dargestellten Zusammenhänge basieren, soweit nicht anders dargestellt, auf den Annahmen des Autors.

Elektrofahrzeuge zielen auf die Nachhaltigkeit von Mobilität ab. Der Anbieter des PSS verspricht eine Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen über den Produktlebenszyklus bei Nutzung regenerativer Energien. Auf der anderen Seite haben Elektrofahrzeuge jedoch eine Reihe technologisch bedingter Nachteile im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Tabelle 7-2 stellt exemplarisch die technischen Daten eines BMW i3 denen eines vergleichbaren Fahrzeugs mit herkömmlichem Benzinmotor desselben Herstellers gegenüber.

Um die technologisch bedingten Nachteile zu kompensieren, integriert der Hersteller eine Vielzahl von Dienstleistungen und vermarktet das Fahrzeug in einem PSS. Die Mobilitätslösung ist in Tabelle 7-3 anhand des PSS-Ebenenmodells dargestellt. Als Engpasstechnologie wird die Energiespeichertechnologie analysiert. Das Beispiel zeigt, wie technologische Grenzen durch PSS überwunden werden können.

Tabelle 7-2: Vergleich der technischen Daten von BMW i3 und 118i<sup>4</sup>

	<b>BMW i3 (2014)</b>	<b>BMW 118i 3-Türer (2014)</b>
Leistung [kW]	125	120
Beschleunigung 0 – 100 km/h [s]	7,2	7,4
Höchstgeschwindigkeit [km/h]	150	222
Reichweite [km]	190	880
Direkte CO <sub>2</sub> -Emission [g/km]	0	137
Ladezeit (Haushaltsteckdose) [h]	6-8	-
Ladezeit (DC-Schnellladen) [h]	0,5	-
Kaufpreis [€]	34.950,-	26.250,-

Der BMW i3 verwendet die Lithium-Ionen-Akkutechnologie, um elektrische Energie zu speichern. Hiermit sind signifikante Einschränkungen in der Leistungsfähigkeit verglichen mit Fahrzeugen mit einem Otto- oder Dieselmotor verbunden. Vier beschränkende Faktoren, die die Leistungsfähigkeit begrenzen, werden im Folgenden diskutiert: (1) spezifische Energiespeicherkapazität, (2) lange Ladedauer, (3) Rohstoffkosten der Akkutechnologie und (4) mögliche Fehleranfälligkeit neuer Technologien.

In einer aktuellen Studie zur Kundenakzeptanz von Elektrofahrzeugen wurden unter anderem diese auf der Zielebene anzuesiedelnden Aspekte als Herausforderungen identifiziert. Kunden akzeptieren nur geringfügig höhere Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor und erwarten insgesamt geringere Lebenslaufkosten.

<sup>4</sup> BMW AG: BMW i Innovationstage 2013 – Medieninformation. München: 2013

BMW AG: Der neue BMW i3. Elektrisch. Und Elektrisierend. München: 2014.

Unternehmenswebseite: [www.bmw.de](http://www.bmw.de) (entnommen am 18.03.2014)

Einschränkungen in der Reichweite und in der permanenten Einsatzbereitschaft bei langen Ladevorgängen beeinflussen die Kundenakzeptanz negativ. Es bestehen Unsicherheiten über die Lebensdauer des Energiespeichers bei den Kunden [PATERNOGA et al. 2013]. Diese Nachteile werden auch in dem oben dargestellten Vergleich des BMW i3 mit dem von einem Ottomotor angetriebenen BMW 118i deutlich. Die Reichweite ist erheblich eingeschränkt bei einer Ladedauer, die je nach Ladeart zwischen 0,5 und 8 h liegt. Der Kaufpreis des Elektrofahrzeugs ist signifikant höher. Im Folgenden werden diese Leistungslücken im Detail diskutiert und ein Erklärungsversuch gegeben, wie sie durch Dienstleistungen überbrückt werden. Das PSS ist zusammenfassend in Tabelle 7-3 dargestellt. Die dargestellten Ziele berücksichtigen lediglich die Kundensicht, da die Unternehmensziele nicht zur Verfügung standen.

(1) Die spezifische Energiespeicherkapazität von Li-Ionen-Akkus entspricht nur einem Prozent der Kapazität von Benzin [DINGER et al. 2010, S. 4]. Dieser technologisch bedingte Engpass beschränkt primär die maximale Reichweite und Nutzungsflexibilität, während das reale Nutzungsverhalten von Berufspendlern in großen Städten meist nicht eingeschränkt wird. Das Navigationssystem des Fahrzeugs beherrscht intermodale Routenplanung, die bei Bedarf effiziente Fahrrouten plant und weitere Beförderungsarten, wie den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), berücksichtigt. Für Langstreckenfahrten, wie Urlaubs- oder Geschäftsreisen, bietet der Anbieter die flexible Nutzung eines Leihfahrzeugs mit Verbrennungsmotor (Add-On Mobility) sowie eines Car-Sharing-Angebots (DriveNow) an. Somit ermöglichen Dienstleistungen die beschränkte Reichweite des Fahrzeugs bestmöglich zu nutzen und bieten Ersatzlösungen an, für Anwendungsfälle, in denen die Reichweite nicht ausreichend ist.

(2) Ein weiterer leistungslimitierender Faktor sind lange Ladedauern von Li-Ion-Akkus, insbesondere an Haushaltssteckdosen. Verglichen mit Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor werden Eigenschaften wie die Gebrauchstauglichkeit, Verfügbarkeit und Flexibilität im Alltagsgebrauch negativ beeinflusst. Um ein annähernd vergleichbar komfortables Nutzungskonzept anzubieten, vermittelt der Anbieter Langzeitparkplätze mit Ladestation in Parkhäusern (ParkNow Long Term). Das Navigationssystem des Fahrzeugs enthält geeignete öffentliche Ladestationen und kann diese bei der Routenführung einplanen. Es befindet sich eine Ladestation im Angebot (Wallbox). Hiermit können signifikant kürzere Ladezeiten verglichen mit dem Laden an der Haushaltssteckdose erzielt werden. Über eine Smartphone-App kann der aktuelle Ladezustand des Fahrzeugs abgerufen werden. Somit ermöglichen Dienstleistungen das komfortable Laden des Fahrzeugs in unterschiedlichen Anwendungsfällen.

(3) Der dritte technologisch bedingte Nachteil sind hohe Kosten für den Energiespeicher. Ein hoher Kostenanteil von Li-Ionen-Akkus liegt in Rohstoffkosten für Kupfer, Mangan und Kobalt, die durch herkömmliche Ansätze zur Kostensenkung wie Skaleneffekte nicht reduziert werden können [vgl. DINGER et al. 2010, S. 6f.]. Der Nachteil der hohen Kosten des Energiespeichers kann teilweise durch Leasen des Akkus (oder des kompletten Fahrzeugs) durch den Kunden umgangen werden. Hohe Anschaffungskosten werden auf viele kleinere Zahlungen während der Nutzungszeit verteilt. Die Leasingmöglichkeit scheint ein Ansatzpunkt zur Steigerung der Kundenakzeptanz von Elektrofahrzeugen zu sein [PATERNOGA et al. 2013, S. 12]. Darüber hinaus wird das Elektrofahrzeug BMW i3 in einem Car-Sharing-Angebot (DriveNow) angeboten, wodurch der Kunde hohe Kaufpreise vermeiden kann. Die Nutzung

Tabelle 7-3: Beschreibung des BMW i3 anhand des PSS-Ebenenmodells

Technologieebene	Leistungsebene		Zielebene
	Dienstleistungselemente	Infrastruktur	
Geringe spezifische Energiespeicherkapazität der Akkutechnologie	Ersatzmobilität	z. B. Flottenmanagement, Nutzungsplattform: Buchungs- und Zahlungssystem), Kundensupporteinrichtungen, vom Nutzer bereitgestelltes Smartphone	Gebrauchsnutzen: Reichweite, Flexibilität
	Intermodale Routenführung des Navigationssystems	z. B. IKT-Infrastruktur, Mobilgeräte inkl. Apps, Navigationssystem, Schnittstelle zu angrenzenden Systemen, wie Datenbanken mit Fahrplänen des ÖPNV	Gebrauchsnutzen: Reichweite, Flexibilität,
Lange Ladedauer der Akkutechnologie	Vertrieb, Installation und Bereitstellung der Möglichkeit das Fahrzeug zu laden	z. B. Wallbox	Gebrauchsnutzen: Flexibilität, Einsatzbereitschaft, Benutzerfreundlichkeit
Hohe Rohstoffkosten	Car-Sharing	z. B. Flottenmanagement, Nutzungsplattform: Buchungs- und Zahlungssystem, vom Nutzer bereitgestelltes Smartphone	Anschaffungskosten
Mögliche Fehleranfälligkeit neuer Technologien	z. B. erweiterte Garantie auf den Energiespeicher, Wartungsverträge, Tele-Services	z. B. Flotte des Pannendienstes, Call-center, Tele-Service	Gebrauchsnutzen: Risiko der Fehlbearbeitung oder von Produktfehlern, Zuverlässigkeit, Haltbarkeit: Lebensdauer

des Elektrofahrzeugs wird in Abhängigkeit der Nutzungszeit berechnet. Die Kosten von Fahrzeughaltung und -nutzung werden auf den Nutzerkreis verteilt.

(4) Neue Technologien haben mit Vorbehalten der Kunden zu kämpfen – so zumindest die Aussage des Anbieters<sup>4</sup>. Insbesondere bei der Lebensdauer der Energiespeicher bestehen Unsicherheiten [PATERNOGA et al. 2013, S. 15]. Diesen technologisch bedingten Beschränkungen in der Kundenwahrnehmung versucht der Anbieter mit umfassenden Dienstleistungen entgegenzuwirken. Das Risiko aus Unsicherheiten hinsichtlich der Lebensdauer des Energiespeichers wird durch eine verlängerte Garantie auf diese Komponenten vom Kunden auf den Anbieter übertragen. Ferner werden Wartungsverträge angeboten. Für mögliche Fehler während der Nutzungsphase bietet das Unternehmen Unterstützung durch einen eigenen Pannendienst sowie Tele-Services. Somit befinden sich Dienstleistungen im Angebot, die Risiken hinsichtlich der Zuverlässigkeit neuer Technologien für den Kunden reduzieren sollen und so Vorbehalte der Kunden hinsichtlich Zuverlässigkeit und Lebensdauer abbauen können.

Im PSS-Ebenenmodell werden Sach- und Dienstleistungsanteile sowie die unterstützende Infrastruktur auf der Leistungsebene verknüpft. Die Infrastruktur ist notwendig, um das PSS zur Verfügung zu stellen. Es repräsentiert physische PSS-Bestandteile, die die Erbringung des PSS ermöglichen. Im Anwendungsbeispiel werden mehrere solcher Infrastrukturelemente benötigt. Diese umfassen u. a. die Infrastruktur für Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), Mobilgeräte, die durch den Nutzer bereitgestellt werden (für die Nutzung der Smartphone-App), Anlagen, wie die Ladeinfrastruktur, oder Systeme zum Management materieller Wirtschaftsgüter (z. B. das Flottenmanagement der Ersatzmobilität). Aus der separaten Betrachtung von Infrastrukturelementen können zusätzliche Innovationspotenziale identifiziert werden.

Neben den diskutierten Beispielen gibt es eine Vielzahl weiterer technologisch bedingter Leistungsbeschränkungen in Elektrofahrzeugen. Aus diesen Beschränkungen können weitere Dienstleistungsanteile zur Integration in ein PSS abgeleitet werden, um die Wettbewerbsfähigkeit von Mobilitätslösungen auf Basis von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zu verbessern.

Das Anwendungsbeispiel demonstriert den Bottom-up-Innovationspfad im Ebenenmodell. Die spezifischen PSS-Ziele sind dem in Kapitel 5.2 beschriebenen, generischen Zielsystem zugeordnet. Bis auf das Ziel der Anschaffungskosten sind die kundenbezogenen Ziele des PSS Qualitätsziele. Mit PSS können technologisch bedingte Leistungsbeschränkungen überwunden werden. Ausgehend von Engpasstechnologien werden innovative Nutzungskonzepte entwickelt. Das Anwendungsbeispiel zeigt, wie so die Leistungsfähigkeit neuartiger Technologien für den Markteinsatz verbessert werden kann. Dies erlaubt ihre frühere Markteinführung.

## 7.2 BASF Automotive Refinish

Das zweite Anwendungsbeispiel BASF Automotive Refinish stellt den Top-Down-Innovationspfad im Ebenenmodell anhand eines real existierenden PSS dar. Es wird qualitativ dargestellt, wie Servitization die Leistungsfähigkeit einer bestehenden Technologie ausreizen kann und wie erweiterter Nutzen durch ein umfassendes Dienstleistungsangebot für den Kunden geschaffen wird. Das Fallbeispiel wurde basierend auf von NEUGEBAUER et al. [2012,

S. 22ff.] dargestellten Informationen erstellt, ergänzt um weitere Informationen der Unternehmenswebseite<sup>5</sup>. Das Kerngeschäft von BASF Automotive Refinish sind Autolacke sowohl für OEMs als auch Lackierwerkstätten. Die Zielgruppe des hier dargestellten PSS sind die Lackierbetriebe. Autolacke wurden mit der Zeit zu einem Massenartikel. Das Unternehmen integrierte die Sachleistung in ein PSS, um sich so besser von den Wettbewerbern abzuheben. Weitere Ziele waren die Verbesserung der Kundenbindung sowie die Sicherung von Marktanteilen. Um diese Anbieterziele zu erreichen, hat das PSS das folgende Nutzenversprechen für den Kunden: Kapazitätssteigerung, Verkürzung von Durchlaufzeiten, Kostenreduktion, Erhöhung von Produktivität und Profit, exakte Farbtonfindung sowie ein zentraler Anbieter für die gesamte Werkstattausrüstung (one-stop-shop). Im Folgenden wird dargestellt, wie diese Ziele durch Elemente der Leistungs- und Technologieebene erreicht werden. Das PSS ist zusammenfassend in Tabelle 7-4 dargestellt.

Kapazitätssteigerungen und verkürzte Durchlaufzeiten werden durch technische Beratungen erzielt. Diese umfassen Analyse und Optimierung der Werkstattprozesse und -abläufe sowie Training der Mitarbeiter in Lackierarbeiten.

Die Kunden von BASF Automotive Refinish lackieren Fahrzeuge nach Unfallschäden oder bei Restaurierungen. Hierbei gilt es, den Originalfarbton bestmöglich zu treffen. Das PSS umfasst Produktberatungen, die die exakte Farbtonfindung unterstützen. Um hier die Qualität zu erhöhen und die Durchlaufzeiten zu reduzieren, bietet BASF Automotive Refinish eine Produktberatung zur Unterstützung der Farbtonfindung an. Diese beinhaltet auf der Infrastrukturseite Farbtondatenbanken, um Farbmischungen bestimmter Fahrzeuge zu bestimmen, Farbtafeln, um unbekannte Lackierungen mit diesen abzugleichen sowie ein Farbtonmessgerät. Dem liegen diverse Lacktechnologien zugrunde sowie das Wissen, wie die Einzelfarben zu mischen sind, um einen definierten Farbton zu erreichen. Durch das Mitarbeitertraining sowie die Produktberatung kann die Leistungsfähigkeit der bestehenden Lacktechnologie bestmöglich genutzt werden. Für die Erbringung dieser Dienstleistungen ist tiefgehendes Produktwissen erforderlich, womit ein gewisser Nachahmungsschutz vermutet werden kann.

Die Zielkunden sind kleine Unternehmen. Eine Herausforderung für diese Kunden sind häufig die fehlende Ausbildung der Unternehmensleitung in Betriebsführung. Das Angebot setzt hier mit Schulungen in Betriebsführung sowie der Analyse von Expansionsmöglichkeiten der Kundenbetriebe an. Durch diese betriebswirtschaftlichen Schulungen verspricht der Anbieter dem Kunden, dessen Produktivität und Profit zu verbessern. Um das Kundenziel des One-stop-shops zu erreichen, bietet das Unternehmen nicht nur Fahrzeuglacke an, sondern auch den Ausrüstungsbedarf einer Lackierwerkstatt wie Hebebühnen und Schutzmasken.

Auf Basis der Informationen des PSS aus der Literatur sowie weiterführenden Unternehmensinformationen wurde der Top-down-Innovationspfad verdeutlicht. Basierend auf diesen Aussagen wurde exemplarisch gezeigt, wie die Leistungsfähigkeit einer bestehenden Technologie (Fahrzeuglacke) durch Integration in ein produktorientiertes PSS verbessert werden konnte. Somit wurde die Hypothese der Verbesserung der Leistungsfähigkeit bestehender Technologien (Fahrzeuglacke) in der Realität widerspiegelt. Auf der Zielebene ist hierbei zwischen

---

<sup>5</sup> [www.glasurit.com/de](http://www.glasurit.com/de) (entnommen am 14.04.2014)

Anbieter- und Kundenzielen zu trennen. Während sich der Anbieter einen gewissen Nutzen aus dem PSS verspricht, wird auch für den Kunden Mehrwert geschaffen.

Tabelle 7-4: Beschreibung des PSS von BASF Automotive Refinish

Zielebene	Leistungsebene		Technologieebene
	Dienstleistungselemente	Infrastruktur	
<p>Anbieter: Differenzierung vom Wettbewerb, Sicherung von Umsätzen, Kundenbindung</p> <p>Kunde: Kapazitätssteigerung, verkürzte Durchlaufzeiten, Kostenreduktion</p>	<p>Technische Beratung</p> <p>Werkstattauditierung: Analyse und Verbesserung von Prozessen</p> <p>Training: Lackierarbeiten</p>	-	-
<p>Anbieter: Differenzierung vom Wettbewerb, Sicherung von Umsätzen</p> <p>Kunde: Erhöhung von Produktivität und Profit</p>	<p>Betriebswirtschaftliche Beratung: Marketing, Personalmanagement, Ergebnissteuerung</p>	-	-
<p>Anbieter: Kundenbindung</p> <p>Kunde: Verkürzte Durchlaufzeiten, exakte Farbtonfindung</p>	<p>Produktberatung: Unterstützung der Farbtonfindung</p>	<p>RATIO Color System: Farbtondatenbank</p> <p>RATIO Scan II: Farbtonmessung</p> <p>Color Profi System: Farbtafeln</p> <p>Classic Car Colors: Farbtonarchiv</p>	<p>Lacktechnologie inkl. Lackmischung zu einem definierten Farbton</p>
<p>Anbieter: neue Umsatzpotenziale</p> <p>Kunde: One-stop-shop</p>	<p>Verkauf von Nebenprodukten: Schutzmasken, Hebebühnen</p>	-	-

### 7.3 Maschinenbau AG

Das Vorgehen zur Erstellung der Ist-Wissenslandkarte wurde zur Zwischenevaluation bei der Maschinenbau AG in einer experimentellen Fallstudie angewandt. Ziel war es, die Machbarkeit zu zeigen und Schwachstellen zu identifizieren [vgl. WICKEL et al. 2013]. Auf dieser Basis wurde das Vorgehen zu dem in Kapitel 6.5 dargestellten Ansatz weiterentwickelt.

Die Maschinenbau AG ist ein mittelständisch geprägtes Unternehmen, das Maschinenbauprodukte für industrielle Anwendungen entwickelt, produziert und vertreibt. Einen erheblichen Umsatzanteil erzielt das Unternehmen bereits mit einem ergebnisorientierten PSS. Die Ist-Wissenslandkarte wurde in einem Entwicklungsprojektteam erfasst, das ein innovatives Sachleistungselement eines PSS mit neuartigen Technologien entwickelte. So wurde die Wissenslandkarte an einem exemplarischen Projekt konkretisiert.

Die Ist-Wissenslandkarte bildet Aufgaben und Wissen von sieben Projektmitarbeitern ab, die folgende Rollen innehatten: Mechanik, Verfahrenstechnik, Automatisierungstechnik, Versuch und Projektleitung. Die Wissenslandkarten der Mitarbeiter wurde schrittweise aufgenommen. Einen Workshop mit den beteiligten Mitarbeitern zur gemeinsamen Definition von Aufgaben und Mitarbeitern gab es nicht. Stattdessen wurde die Wissenslandkarte für den ersten Mitarbeiter erstellt und auf dieser Basis sukzessive um die Aufgaben und Wissens Elemente der weiteren Mitarbeiter erweitert. Zuerst wurde die Wissenslandkarte des mechanischen Entwicklers aufgestellt. Er beschrieb seine Aufgaben in dem Projekt und das benötigte Wissen. Hierbei berichtete der Entwickler über den Projektablauf und extrahierte hieraus die Aufgaben. Anschließend wurden die Relationen gesetzt, wobei die Vernetzung binär erfolgte: „Wissen ist für Aufgabe (nicht) erforderlich“. Für den zweiten Mitarbeiter wurden aus den bereits vorhandenen Elementen die Aufgaben dieses Mitarbeiters ausgewählt und zusätzliche Aufgaben ergänzt. Auch die Wissens Elemente wurden um zusätzliches Wissen des Mitarbeiters ergänzt. Anschließend konnten Wissen und Aufgaben miteinander vernetzt werden. Die DMM *Mitarbeiter – Wissen* wurde aus den Wissens Elementen des Mitarbeiters, das er in sein Aufgabenspektrum einbringt, abgeleitet. Für die weiteren Mitarbeiter wurde analog vorgegangen. Mit der Nutzung der Aufgaben und Wissens Elemente der bereits aufgenommenen Wissenslandkarten wurde Konsistenz in den verwendeten Begrifflichkeiten sowie eine ähnlicher Abstraktionsgrad unterstützt. Die Wissensstruktur des Projektteams, dargestellt als stärkebasierter Graph, ist in Abbildung 7-1 abgebildet.

Anhand der Wissenslandkarte wurden wissensbezogene Stärken und Schwächen des Projektteams ermittelt. Aus der qualitativen Strukturanalyse wurden die folgenden Erkenntnisse gewonnen: Die Mitarbeiter der Automatisierungstechnik und der Projektleiter sind nur wenig mit dem restlichen Projektteam vernetzt. Die Disziplinen Mechanik, Verfahrenstechnik und Versuch sind stark miteinander vernetzt. Es gibt eine gemeinsame Wissensbasis der Mitarbeiter. Die gemeinsame Wissensbasis wird in der Darstellung des stärkebasierten Graphen im Zentrum angeordnet und ist von den Mitarbeitern umgeben. Daneben haben die Mitarbeiter disziplinspezifisches Expertenwissen.

Die gemeinsame Wissensbasis umfasst beispielsweise Grundlagen der Werkstoffkunde, thermodynamische Berechnungsmethoden, Wissen über Prüfverfahren sowie Wissen über



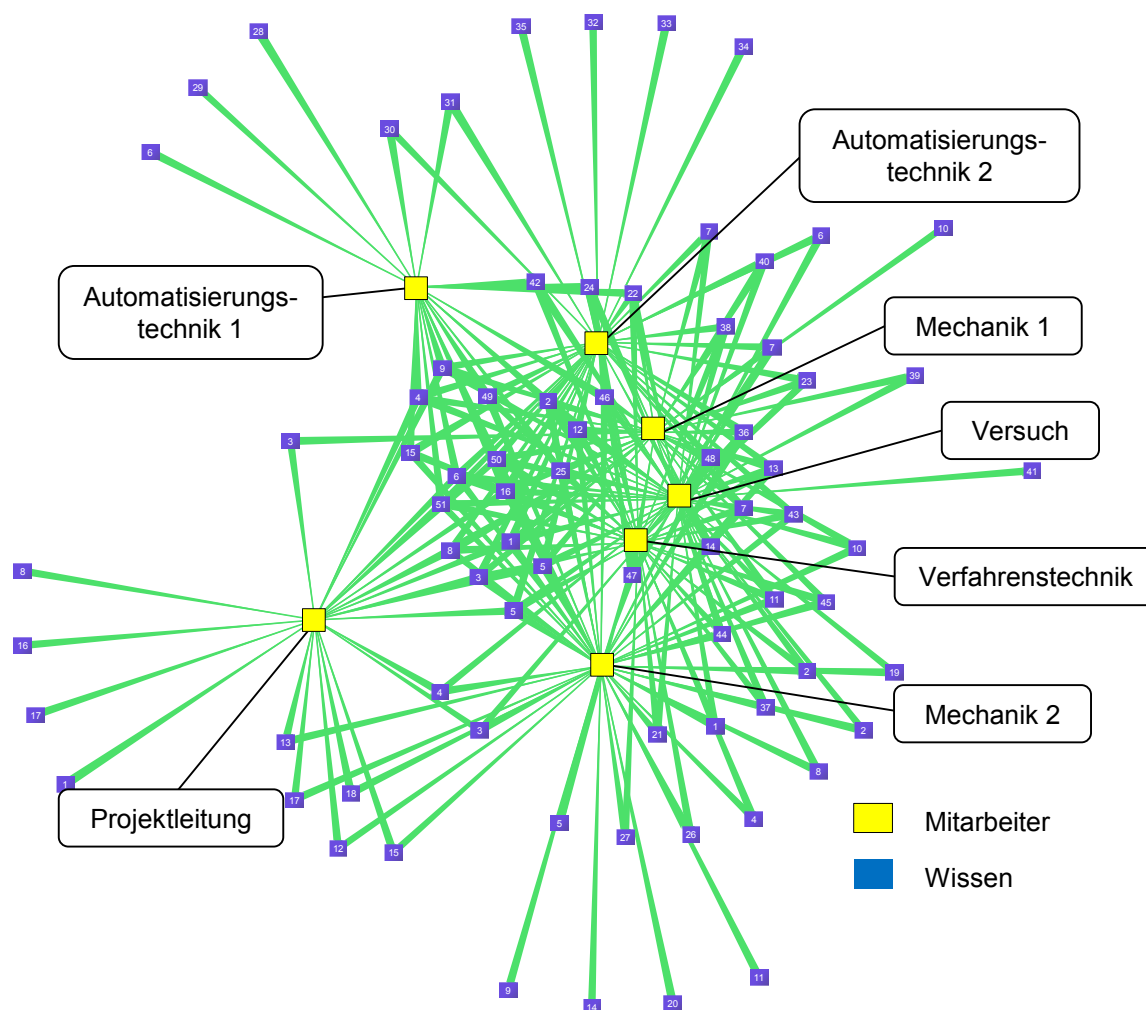


Abbildung 7-1: Ist-Wissenslandkarte des Projektteams der Maschinenbau AG

Kundenanforderungen und Produkteinsatzbedingungen. Expertenwissen der Mechanik umfasst u. a. detailliertes Wissen über Guss- und Blechwerkstoffe sowie die Konstruktionsmethodik von Guss- und Blechbauteilen.

Die Wissenslandkarte bildet die Wissensstruktur ab. Das Strukturmodell wurde hinsichtlich Auffälligkeiten und Besonderheiten analysiert und interpretiert. Im Abgleich mit Empfehlungen der Literatur konnten so Stärken und Schwächen herausgearbeitet werden. So ist aus wissenschaftlicher Perspektive eine sogenannte T-förmige-Wissensstruktur für Projektmitarbeiter (wie sie auch in der Fallstudie vorzufinden war) anzustreben: eine gemeinsame Wissensbasis ermöglicht die Kommunikation und Zusammenarbeit der einzelnen Disziplinen und somit die Integration des jeweiligen Expertenwissens. Projektleiter hingegen benötigen eine A-förmige-Wissensstruktur. Expertenwissen in mehreren Domänen erleichtert die Integration der disziplinspezifischen Beiträge der Projektmitarbeiter [MADHAVAN & GROVER 1998, S. 3f.]. Aus diesen und weiteren Empfehlungen der Literatur wurden Hypothesen für aus der Wissensstruktur abgeleitete Stärken und Schwächen aufgestellt. Die Wissensstruktur sowie die Hypothesen wurden mit zwei Managern aus dem Entwicklungsbereich des Unternehmens diskutiert. So konnten die Aussagen verifiziert und bei Bedarf angepasst werden.

Es wurde im Projektteam fehlendes Wissen identifiziert. Hierfür wurden die Wissens-elemente den Wissensinhalten nach PETERMANN [2012, S. 208ff.] zugeordnet. Wissensinhalte, die in der Wissenslandkarte nicht vertreten waren, wurden mit Mitarbeitern des Unternehmens diskutiert. So konnte fehlendes Wissen bestimmt werden.

Die Ergebnisse der Fallstudie wurden fünf beteiligten Projektmitarbeitern sowie den beiden Managern des Unternehmens vorgestellt. Im Anschluss wurde fragebogenbasiert die Richtigkeit der Modellierung und der Ergebnisse überprüft. Die Wissensstruktur der Abteilung ist nach Aussage von fünf der sieben anonym ausgefüllten Fragebögen in der Wissenslandkarte richtig abgebildet. Insgesamt finden zwei Befragte, dass die Wissensstruktur nicht richtig abgebildet ist. Einer begründet dies mit der fehlenden Gewichtung der Relation „Aufgabe benötigt Wissen“.

Die Interpretation der Wissenslandkarte wurde durch den selben Fragebogen verifiziert. Es wurde abgefragt, ob die ermittelten Auffälligkeiten der Wissensstruktur mit der durch die Mitarbeiter wahrgenommenen Realität übereinstimmen. Alle befragten Mitarbeiter bestätigten zumindest weitgehend die enge Kooperation von Mechanik, Verfahrenstechnik und Versuch. Die Nutzung einer gemeinsamen Wissensbasis wurde jedoch nur von drei Befragten bestätigt; vier der Befragten sehen diese nur teilweise. Dies ist dadurch zu erklären, dass der gemeinsamen Wissensbasis Wissen aus der Automatisierungstechnik fehlt. Vier von sieben Befragten wurden keine neuen Erkenntnisse über das Entwicklungsprojekt bewusst. Drei Befragte gaben das geringe Wissen der Automatisierungstechnik innerhalb des Teams oder die geringe Vernetzung der Domäne Automatisierungstechnik und des Projektleiters mit dem restlichen Team als neue Erkenntnisse an.

Kritik wurde am schrittweisen Aufbau der Wissenslandkarte geäußert. Die Mitarbeiter ergänzten jeweils Aufgaben und Wissen. Es wurde nicht geprüft, ob diese Aufgaben und Wissens-elemente von den vorher befragten Mitarbeitern nicht angegeben oder vergessen wurden (Reiheneffekt). Hier sollte eine zusätzliche Iteration erfolgen, in der die Mitarbeiter die zusätzlichen Elemente vernetzen.

Das Vorgehen und die Ergebnisse der Fallstudie wurden mit zwei Forschern aus den Bereichen strukturelles Komplexitätsmanagement und Wissensmanagement am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München diskutiert. Als größte Schwachstelle wurde hierbei genannt, dass das Vorgehen nicht sicherstellt, dass alle Mitarbeiter von den Inhalten der Begrifflichkeiten ein einheitliches Verständnis haben. Aus unterschiedlichen Interpretationen von Wissens-elementen und Aufgaben entstehen Unschärfen. Offen blieb die Frage, ob die befragten Mitarbeiter repräsentativ sind. Dies wurde im Rahmen der Fallstudie nicht geklärt, wirkt sich jedoch auf die Aussagekraft der Ergebnisse aus. Aus methodischer Sicht konnte die Validität der qualitativen Auswertungen des stärkebasierten Graphen bestätigt werden.

Weitere Schwachstellen der Fallstudie werden im Folgenden diskutiert. Grundsätzlich wurde in der Fallstudie eine hohe Anzahl an Elementen in der MDM aufgenommen. Dies erhöhte zum einen den Erstellungsaufwand, da in den Interviews zeitintensiv viele mögliche Relationen geprüft werden mussten. Zum anderen verkomplizierte dies die Auswertung der Wissenslandkarten. Es wurde lediglich erfasst, ob ein Wissens-element vorhanden ist oder nicht; die Wissenstiefe wurde nicht bewertet. Somit wurde eine ähnliche vorliegende Wissensqualität bei

allen Mitarbeitern angenommen, die ein Wissensselement besitzen. Diese Annahme ist unrealistisch, beispielsweise aufgrund der unterschiedlichen Expertise und dem unterschiedlichen Fachhintergrund der Mitarbeiter.

In der Fallstudie kam dem ersten Mitarbeiter, dessen Wissen kartografiert wurde, eine besondere Rolle zu: Abstraktionsgrad und Granularität wurden stark davon beeinflusst, wie diese durch den Mitarbeiter formuliert wurden. Die Daten wurden für Aufgaben und Wissensselemente im Fachbereich der Moderation (Mechanik) sehr viel genauer erhoben als für fachfremde Bereiche (z. B. Automatisierungstechnik). Begründet werden kann dies mit dem besseren Verständnis der Moderation von den dokumentierten Inhalten der Wissenslandkarte. Während der Aufnahme der Wissenslandkarte wurde beobachtet, dass die binäre Vernetzung für viele Mitarbeiter problematisch war: Wissen wird häufig zwar nicht für eine Aufgabe benötigt, ist jedoch hilfreich. Dies führt einerseits zu einer fehlerhaften Modellierung, da Zwischenwerte nicht berücksichtigt werden. Andererseits war es während der Informationsakquisition für die Mitarbeiter teilweise schwierig, die Entscheidung zu treffen, ob bei nicht zwingend erforderlichem Wissen eine Relation gesetzt wird oder nicht.

Insgesamt wurde das Vorgehen zur Aufstellung der Ist-Wissenslandkarte im Rahmen der Fallstudie erfolgreich angewandt. Die Mehrheit der befragten Mitarbeiter bestätigte die Richtigkeit der Ergebnisse. Es wurden für das Unternehmen neue Erkenntnisse erarbeitet. Darüber hinaus wurden bisherige Vermutungen des Managements, wie die mangelnde Zusammenarbeit einzelner Disziplinen, bestätigt. Durch die umfassende Anwendung des Ansatzes konnten Schwachstellen identifiziert werden. Tabelle 7-5 stellt diese im Überblick dar.

*Tabelle 7-5: In der Fallstudie identifizierte Schwachstellen des Ansatzes*

#	Beschreibung der Schwachstelle
1	Fehler aus binärer Vernetzung
2	Erschwerung der Informationsakquisition durch binäre Vernetzung
3	Fehlende Berücksichtigung der Wissensstufe
4	Mangelnde Definition der Systemgrenze
5	Zu hohe Anzahl erhobener Aufgaben und Wissensselemente
6	Reiheneffekt: spätere Ergänzungen werden für die vorangegangenen Mitarbeiter nicht berücksichtigt
7	Erster Mitarbeiter legt Begrifflichkeiten und Abstraktionsgrad fest
8	Uneinheitliche Granularität der Systemelemente
9	Unschärfen aus unterschiedlicher Interpretation der Begrifflichkeiten

Im Folgenden werden die Ansatzpunkte diskutiert, mit welchen die identifizierten Schwächen beseitigt wurden. Die Verbesserungen wurden in dem in Kapitel 6.5 beschriebenen Vorgehen des Lösungsansatzes implementiert. Um die aus der binären Vernetzung resultierenden Schwachstellen (# 1 und 2) zu beheben, wurde eine gestufte Relation eingeführt. Es wird unterschieden, ob ein Wissensselement für die Bearbeitung einer Aufgabe erforderlich oder hilfreich

ist. Die Wissenstiefe wird im Lösungsansatz bewertet (# 3). In der Fallstudie bei der Maschinenbau AG wurde die Bedeutung der Zieldefinition und Definition der Systemgrenze vor Aufnahme der Ist-Wissenslandkarte verdeutlicht (# 4). Das finale Vorgehen betont diesen Schritt. Im Vorgehen werden Aufgaben und Wissensselemente in einem Workshop mit möglichst allen Mitarbeitern gesammelt und anschließend in Einzelinterviews mitarbeiterindividuell vernetzt. Hiermit werden die in der Fallstudie festgestellten Reiheneffekte (# 6) vermieden. In dem Workshop werden die Aufgaben und Wissensselemente aller Mitarbeiter gesammelt und anschließend verdichtet. Dies ermöglicht eine bessere Steuerung bzw. Begrenzung der Anzahl der gesammelten Systemelemente (# 7). Darüber hinaus wird im Schritt der Systemdefinition der Betrachtungsgegenstand fokussiert und die angestrebte Granularität der Wissenslandkarte festgelegt. Eine einheitliche Granularität der Wissensselemente wird durch die Verwendung von Checklisten gefördert. Dies wirkt auch der Tendenz entgegen, dass die Moderation Wissen ihrer eigenen Disziplin detaillierter modelliert als fachfremdes Wissen. Die Systemelemente werden die in einem Workshop gesammelt, gruppiert und zusammengefasst. Dies fördert eine einheitliche Granularität über alle Wissensdomänen. Das im Lösungsansatz vorgeschlagene Vorgehen bietet an, die Aufgaben anhand ihres Arbeitszeitanteils zu gewichten. Somit wird die unterschiedliche Granularität der Aufgaben dokumentiert und in der Systemanalyse berücksichtigt (#8). Durch das gemeinsame Aufstellen der Begrifflichkeiten wird ein einheitliches Verständnis über die Wissens- und Aufgabeninhalte bei den Mitarbeitern gefördert (# 9).

## 7.4 Anlagenbau GmbH

Der Wissensmanagementstrang der Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS wurde bei einem mittelständischen Unternehmen des Anlagenbaus in einer Fallstudie angewandt. Das bisherige Dienstleistungsangebot des Unternehmens umfasste produktorientierte Dienstleistungen wie ein Help-Desk, Anlageninstallation, Verkauf von Ersatzteilen oder Wartung. Die Anlagenbau GmbH befand sich während der Fallstudie im Wandel zu einem Anbieter eines ergebnisorientierten PSS. Das PSS ist im Kern ein Pay-per-Use-Modell, flankiert von weiteren Dienstleistungselementen wie bedarfsorientierter Instandhaltung und Produktivitätsberatung. Der angestrebte Wandel des Leistungsangebots der Dienstleistungssparte des Unternehmens ist in Abbildung 7-2 dargestellt. Die Fallstudie wurde im Rahmen eines Pilotprojekts in der Abteilung „Service – Help Desk“ durchgeführt.

Für die Erstellung der Ist-Wissenslandkarte wurden sieben Mitarbeiter eingebunden. In einem Workshop wurden Aufgaben und das Wissen der Mitarbeiter auf Basis von vorhandenen Aufgabenbeschreibungen im Unternehmen gesammelt. So wurden insgesamt 23 Aufgaben in der Abteilung identifiziert. Die Aufgabenbeschreibungen als Ausgangspunkt strukturierten und fokussierten die Informationsakquisition. Die Aufgaben sind gruppiert in „Informationen zu Sach- und Dienstleistungsprodukten“, „Angebotserstellung“, „Auftrags- und Bestellannahme (Verkauf)“, „Technischer Kundendienst“, „Beschwerdemanagement“ sowie „Marketing und Marktforschung“. Anschließend wurden auf Basis der Wissensinhalte nach PETERMANN [2011, S. 208ff.] die Wissensselemente der Ist-Wissenslandkarte definiert. Die Mitarbeiter wählten aus der Checkliste zutreffende Wissensselemente aus, konkretisierten diese bei Bedarf und fügten

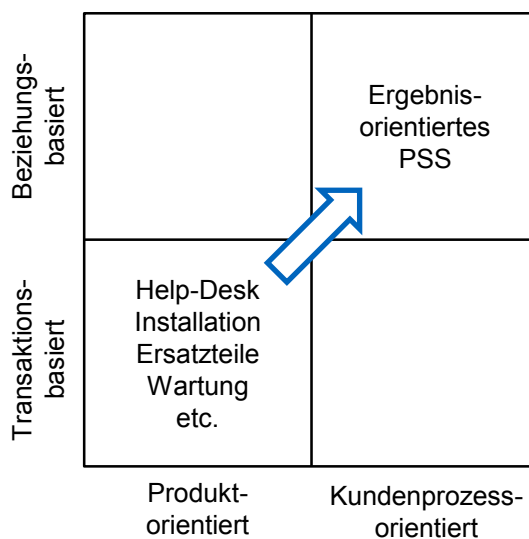


Abbildung 7-2: Wandel des Leistungsangebots aus Sicht der Dienstleistungssparte der Anlagenbau GmbH

weitere hinzu. So wurde beispielsweise das Wissenselement „Software-Programmierung“ durch die unterschiedlichen im Unternehmen eingesetzten speicherprogrammierbaren Steuerungen (z. B. Simatic S7) spezifiziert. Insgesamt wurden 32 Wissens-elemente gesammelt. Neben der Nennung von Aufgaben und Wissens-elementen wurden diese erläutert. Dies förderte in den folgenden Schritten ein einheitliches Verständnis über die Begriffsinhalte. In jeweils zweistündigen Interviews wurden Aufgaben und Wissens-elemente miteinander vernetzt und so die Ist-Mitarbeiterwissenslandkarten erstellt. Diese wurden anschließend zu einer Ist-Wissenslandkarte zusammengefügt. Die betrachteten Mitarbeiter des Help Desks hatten ein ähnliches Aufgabenspektrum. Die Übereinstimmung der Mitarbeiterwissenslandkarten wurde wie in Kapitel 6.5.3 beschrieben bewertet. Im Mittel lag die Ähnlichkeit bei ca. 80 %. Die Wissensstufen sowie die Arbeitszeitanteile der Aufgaben wurden von einem ausgewählten Mitarbeiter bewertet. Die Soll-Wissenslandkarte wurde gemeinsam mit zwei Managern des Bereichs „Services“ aufgestellt, in deren Verantwortungsbereich die Umsetzung des PSS fällt. Es wurde die zusätzliche Aufgabe „Remote-Service“ definiert, die für die Erbringung des PSS auszuführen ist, sowie fünf neue Wissens-elemente, z. B. „Kenntnis Remote-Plattform“ und „Wissen zu Serviceverträgen“. Die erforderlichen Wissensstufen wurden für den Soll-Zustand bewertet und die Soll-Arbeitszeitanteile der Aufgaben erfasst. Die Soll-Wissenslandkarte ist ausschnittsweise in Abbildung 7-3 dargestellt. Die Veränderungen des Wissens hinsichtlich der erforderlichen Wissensstufe und der Wissensnutzung sind in Abbildung 7-4 dargestellt. Es zeigt sich der generelle Trend, dass für die PSS-Erbringung das bereits vorhandene Wissen in einer höheren Wissensstufe benötigt wird. Die einzelnen Wissens-elemente werden tendenziell stärker genutzt (z. B. Software-Programmierung, Ausfallerscheinungen von Bauteilen). Darüber hinaus ist neues Wissen aufzubauen. Die erarbeiteten Ergebnisse wurden mit den beiden Managern diskutiert und die Wissenslücken priorisiert. Neben der eigentlichen Wissenslücke wurden weitere Aspekte diskutiert. So haben Wissenslücken in Bereichen des Kernwissens des Unternehmens aus Kundensicht, wie beispielsweise Versagenssymptome von Anlagen, direkte Auswirkungen auf die Imagewahrnehmung durch den Kunden. Wissenslücken sind hier als besonders kritisch einzustufen. Auf dieser Basis wurden geeignete Maßnahmen der Wissensentwicklung dem Unternehmen vorgeschlagen.

wird benötigt von

Wissen	Aufgaben							
	Wissensstufe	Wissensnutzung	Analyse und Diagnose von Störungen (offline)	Hilfe bei Fragen zur Anlagenbedienung/Einstellung	Service Terminplanung	Betreuung und Durchführung von Techniker-Einsätzen	Remote-Service	...
<b>Zeitanteil</b>			4,4%	3,2%	6,3%	12,6%	15,8%	
Anlagen-Generationen	3	2,7	0,8	1,0	0,3	0,8	1,0	
Umbaumöglichkeiten/Ersatzlösungen	2	1,2	0,6	0,2		0,6		
Software-Programmierung	3	1,7	0,6	0,3		0,4	1,0	
Montage	2	0,9	0,1		0,3	0,6		
Betrieb von Anlagen	3	2,4	0,8	0,8	0,3	0,8	1,0	
Kenntnisse von Standzeiten für Verschleißteile	3	1,4	0,2	0,7		0,4	1,0	
Ausfallerscheinungen von Bauteilen	3	2,2	0,7	0,7		0,4	1,0	
Versagenssymptome	3	1,1	0,8	0,7		0,8		
Kultureller Hintergrund des Kunden	1	0,9	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	
Handwerkliche Grundlagen	2	1,1	0,6	0,3		0,8	0,3	
Kenntnis Remote-Plattform	2	1,7	0,3			0,3	1,0	
Wissen zu Serviceverträgen	2	3,0			1,0		1,0	
...								

Abbildung 7-3: Soll-Wissenslandkarte (Ausschnitt)

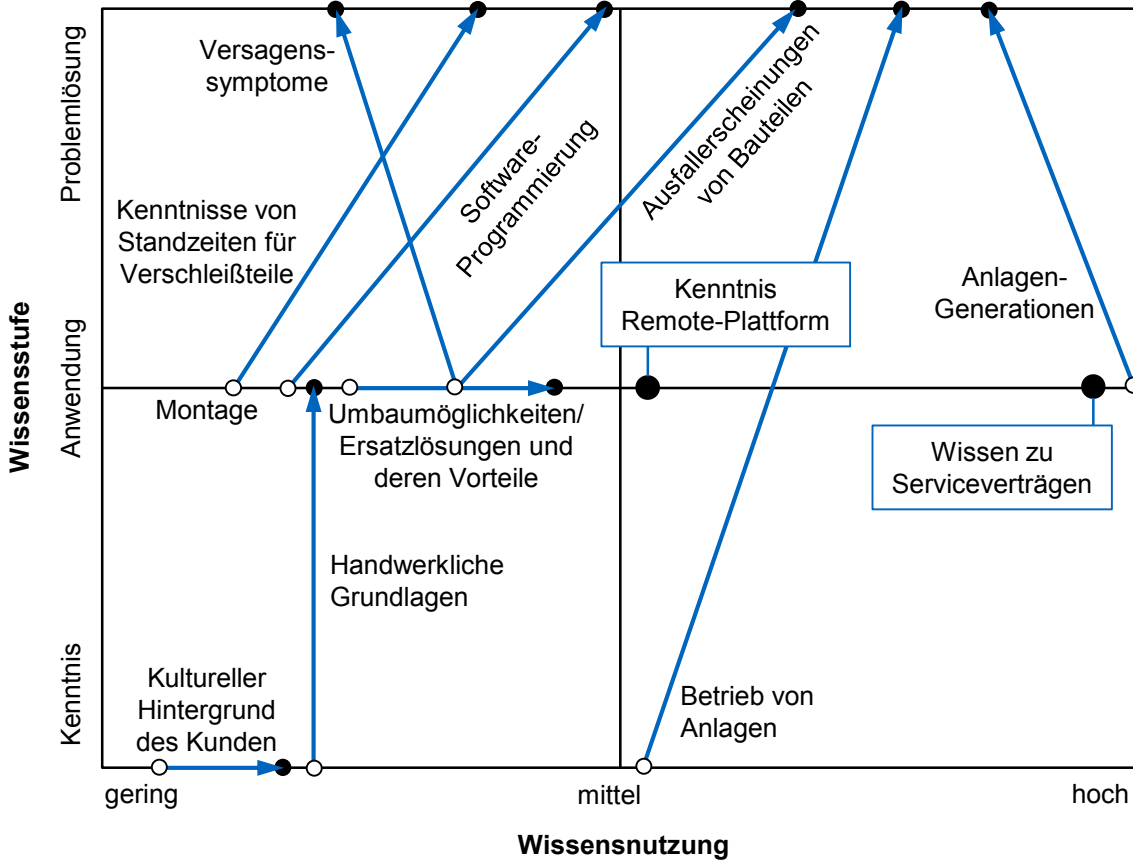


Abbildung 7-4: Wissensportfolio

Während der Fallstudie konnte beobachtet werden, dass das Vorgehen Diskussionen fördert, wie das geplante PSS umzusetzen ist. Das PSS wurde in Aufgaben heruntergebrochen und diesen das jeweils benötigte Wissen zugeordnet. Dies erfordert es, die Umsetzung des PSS zu spezifizieren. In der Diskussion wurden so unterschiedliche Standpunkte über den Transformationsprozess des Unternehmens zu einem PSS-Anbieter offengelegt und konnten konsolidiert werden.

Die Ergebnisse wurden gemeinsam mit Unternehmensvertretern diskutiert. Hierbei waren fünf Mitarbeiter des Unternehmens beteiligt: Die beiden Manager, mit denen die Soll-Wissenslandkarte erarbeitet wurde, sowie drei der Mitarbeiter, die in die Erstellung der Ist-Wissenslandkarte eingebunden waren. Der Abstraktionsgrad der Untersuchungen wurde als zielführend bewertet. Die Ergebnisse bieten dem Unternehmen konkrete Empfehlungen für notwendige Schulungsmaßnahmen. Hilfreich war hier aus Sicht der Unternehmensvertreter die Einteilung in die Wissensarten Produkt-, Prozess- und Fachwissen. Dies liefert den Experten aus dem Personalbereich nützliche Hinweise für die Auswahl konkreter Schulungen. Neben den Informationen der Wissenslandkarte ist hierfür der fachliche Hintergrund des einzelnen Mitarbeiters notwendig. In der Checkliste „Wissen von PSS-Anbietern“ wurde deshalb Domänenwissen ergänzt (vgl. Kapitel 10.2), wodurch hier eine weitergehende Unterstützung angeboten wird.

Im Rahmen der Fallstudie wurde die Wissenslücke zwischen Ist- und Soll-Wissenslandkarte identifiziert. Während die Ist-Wissenslandkarte mit Mitarbeitern des Help Desks erarbeitet wurde, wurde die Soll-Wissenslandkarte durch zwei Manager aus dem Bereich Services aufgestellt. Aufgrund der Erarbeitung der Wissenslandkarten von unterschiedlichen Personen ergeben sich zu berücksichtigende Einflussfaktoren auf Unterschiede zwischen Ist- und Soll-Wissenslandkarte. Als Störgrößen wurden die Unschärfe der Informationsakquisition sowie eine unterschiedliche Bewertung durch das Management identifiziert. Die Ursache für Letzteres liegt in der unterschiedlichen Wahrnehmung der Mitarbeiter, die die Aufgaben tatsächlich ausführen, und den Managern, in deren Einflussbereich die Aufgaben ausgeführt werden. Aus Sicht der Manager ist die Identifikation unterschiedlicher Wahrnehmung besonders wertvoll, wenn es gelingt, die Ursachen zu bestimmen und unterschiedliche Wahrnehmungen zu bereinigen. Negativ wurde die Unsicherheit und Ungewissheit während des Aufstellens der Soll-Wissenslandkarte bewertet. Während es den Mitarbeitern leicht fiel, Ist-Aufgaben zu nennen sowie Aufgaben zu definieren, die für die Erbringung des PSS auszuführen sind, wurde der folgende Schritt der Definition des hierfür benötigten Wissens als kognitiv anstrengend empfunden.

Zur Evaluierung wurde an die beteiligten Mitarbeiter der Fallstudie ein anonymer Fragebogen verteilt, von denen zwei ausgefüllt zurückgeschickt wurden. Beide Teilnehmer bewerteten die Abbildung der Wissensstruktur der Abteilung als richtig bzw. weitgehend richtig. Es fehlen keinerlei wichtige Inhalte oder Aspekte in der Wissenslandkarte. Die Wissenslücke besteht aus Wissenselementen, die in einer höheren Wissensstufe benötigt werden und Wissen, das vollständig neu aufzubauen ist. Die Aussagen über das fehlende Wissen wurden von den Teilnehmern als richtig bzw. weitgehend richtig bewertet. Aussagen über Wissen in einer zu geringen Stufe wurden von beiden Teilnehmern als vollständig richtig bewertet.

Insgesamt wurde in der Fallstudie die Anwendbarkeit des Ansatzes gezeigt. Aus Unternehmenssicht wurden korrekte und nützliche Ergebnisse erarbeitet. Kosten für das Unternehmen fielen an für mehrere Workshops (Projekt-Kick-off, Ermitteln von Aufgaben und Wissen für die Ist-Wissenslandkarte, Erstellen der Soll-Wissenslandkarte sowie Präsentation und Diskussion von Zwischenergebnissen) sowie für Einzelinterviews zur Erstellung der Ist-Mitarbeiterwissenslandkarten. Vor- und Nachbereitung durch die Moderation sind hier nicht berücksichtigt. Das Unternehmen plante nach der Fallstudie die Methodik in weiteren Abteilungen zu nutzen, was als Indikator für die Wirtschaftlichkeit des Ansatzes gewertet werden kann.

Im Rahmen der Fallstudie bei der Anlagenbau GmbH wurde eine Ist-Wissenslandkarte nach dem in Kapitel 6.5 beschriebenen Vorgehen erarbeitet. In der Fallstudie #3 bei der Maschinenbau AG (Kapitel 7.2) wurden einige Schwachstellen identifiziert, die durch einen überarbeiteten Ansatz behoben werden sollten. Im Folgenden wird diskutiert, inwieweit diese Schwachstellen tatsächlich behoben wurden. Während der Informationsakquisition wurde beobachtet, dass die abgestufte Vernetzung (hilfreiches/notwendiges Wissen) das Vorgehen deutlich vereinfachte (vgl. Tabelle 7-5, # 2). In der Fallstudie wurde für die Ist- und die Soll-Wissenslandkarte die Wissensstufe bewertet (# 3). Dies lieferte mitunter die wertvollsten Ergebnisse der Fallstudie. Meist war kein neues Wissen erforderlich, sondern bereits vorhandenes Wissen in einer höheren Wissensstufe. Um die unterschiedliche Granularität der Aufgaben auszugleichen, wurden Aufgaben mit ihrem Arbeitszeitanteil gewichtet (# 8). Für das Unternehmen entstand so über den eigentlichen Projektinhalt der Mehrwert, dass die Zeitbedarfe der Tätigkeiten der Mitarbeiter transparent wurden. In einem gemeinsamen Workshop wurden Aufgaben und Wissens Elemente der Wissenslandkarte definiert. Hiermit sollten unter anderem Interpretationsschwierigkeiten der Bezeichnungen von Aufgaben und Wissens Elementen ausgeräumt werden (# 9). Darüber hinaus wurden die Systemelemente erläutert. So wurde ein einheitliches Verständnis über die Begrifflichkeiten gefördert. Die Erläuterung der Begriffe erwies sich besonders für diejenigen Mitarbeiter als hilfreich, die nicht an dem Workshop teilnahmen.

Die Fallstudie wurde in einem Expertenforum mit ca. 40 Mitarbeitern der Managementebene aus Entwicklungsabteilungen mittelständischer Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie vorgestellt und diskutiert. Hierbei wurde die Frage nach dem Neuheitsgrad der erarbeiteten Erkenntnisse diskutiert. Nach der Einschätzung der Anlagenbau GmbH ist ein Teil der Erkenntnisse neu. Einige der Erkenntnisse waren bereits bekannt, durch die systematische Herleitung konnten bisherige Annahmen objektiviert werden. Transparenz über benötigtes oder fehlendes Wissen wurde geschaffen. Erheblicher Mehrwert liegt in der Visualisierung der notwendigen Wissensentwicklung in Portfoliodarstellung von Ist- und Soll-Wissen. Daneben bietet die Abbildung des Ist-Wissens den Nutzen, dass die einzelnen Mitarbeiter zur Selbstreflexion angeregt werden. Weiterhin wurde diskutiert, welche Unternehmensfunktion die Moderation der Erstellung von Ist- und Soll-Wissenslandkarte übernehmen sollte. Kritisch wurde hierbei gesehen, die Verantwortung in den Personalbereich zu legen. Bei den Mitarbeitern könnte so der Eindruck entstehen, dass es sich um eine Leistungsbewertung handelt. Dies kann die Motivation zur Mitarbeit negativ beeinflussen. Der Lösungsansatz sollte durch einen internen oder externen Experten moderiert werden, da ein gewisser Einarbeitungsaufwand notwendig ist.



## 7.5 Infrastruktur GmbH

Der in Kapitel 6.6.1 vorgestellte Ansatz zur wissensbasierten Konzeption von Dienstleistungen wurde im Rahmen der Evaluation in einer Fallstudie bei einem mittelständischen Zulieferer für Infrastruktur angewendet. Bisher beschränkt sich das Unternehmen auf den Vertrieb von Standardprodukten, die gegebenenfalls kundenspezifisch angepasst werden können. Technische Dienstleistungen haben nur geringe Bedeutung. Das Unternehmen möchte in Zukunft verstärkt Dienstleistungen anbieten, um sich so von Wettbewerbern zu differenzieren und besser vor Nachahmung zu schützen.

Im ersten Schritt wurde die DMM *Wissen – Dienstleistungen* für das Unternehmen aufgestellt. Es wurde auf vorhandene Forschungsdaten aus dem BMBF-geförderten Forschungsprojekt „ConImit – Contra Imitatio“ zurückgegriffen [vgl. GAUSEMEIER et al. 2012]. Für die Fallstudie wurden die vorhandenen Daten erneut ausgewertet. Die verwendeten Informationen bestanden aus transkribierten Interviews mit diversen relevanten Unternehmensfunktionen (Geschäftsführung, Vertrieb, Entwicklung, Produktion und Qualitätssicherung). Wissenselemente wurden extrahiert und hinsichtlich Wissensstufe und -nutzung für das spezifische Unternehmen bewertet und darauf aufbauend die Wissensintensität der allgemeinen Dienstleistungen berechnet. Das Ergebnis ist ausschnittsweise in Abbildung 7-5 dargestellt.


		Wissen										Wissensintensität	Rang
		Gestalt oder Softwarecode	Eigenschaften und Modelle	Kombinationen von Komponenten oder Materialien	Komponenten- und Materialwahl	Stück- und Materiallisten	Versagensarten (Produkt)	Kundenbedürfnisse	Instandhaltung	Reparatur und Modifizierung	...		
benötigt 													
Wissensstufe		2	2	3	3	2	2	3	3	2			
Wissensnutzung		2	2	2	2	1	3	3	3	3			
Dienstleistungen	Wartung	4	4	5		3	5		6			75	2
	Inspektion	4	4	5		3	5		6			70	4
	Reparatur	4	4	5		3	5		6	5		75	2
	Ersatzteilservice	4	4	5	5	3	5	6	6	5		97	1
	Modernisierung	4	4	5	5	3		6		5		69	5
	Transport	4		5		3		6				50	10
	Inbetriebnahme	4	4				5			5		66	6
	Technische Beratung				5			6	6			65	7
	Planung & Projektierung					3		6				62	8
	Schulung	4							6	5		59	9
...													

Abbildung 7-5: Bewertung der Wissensintensität

Es wurden insgesamt neun Aktivitäten während des Produktlebenszyklus identifiziert und in einer Ereignisgesteuerten Prozesskette (EPK) modelliert (Abbildung 7-6). Anschließend wurde die Aktivitäten-Dienstleistungsmatrix aufgestellt (Abbildung 7-7).

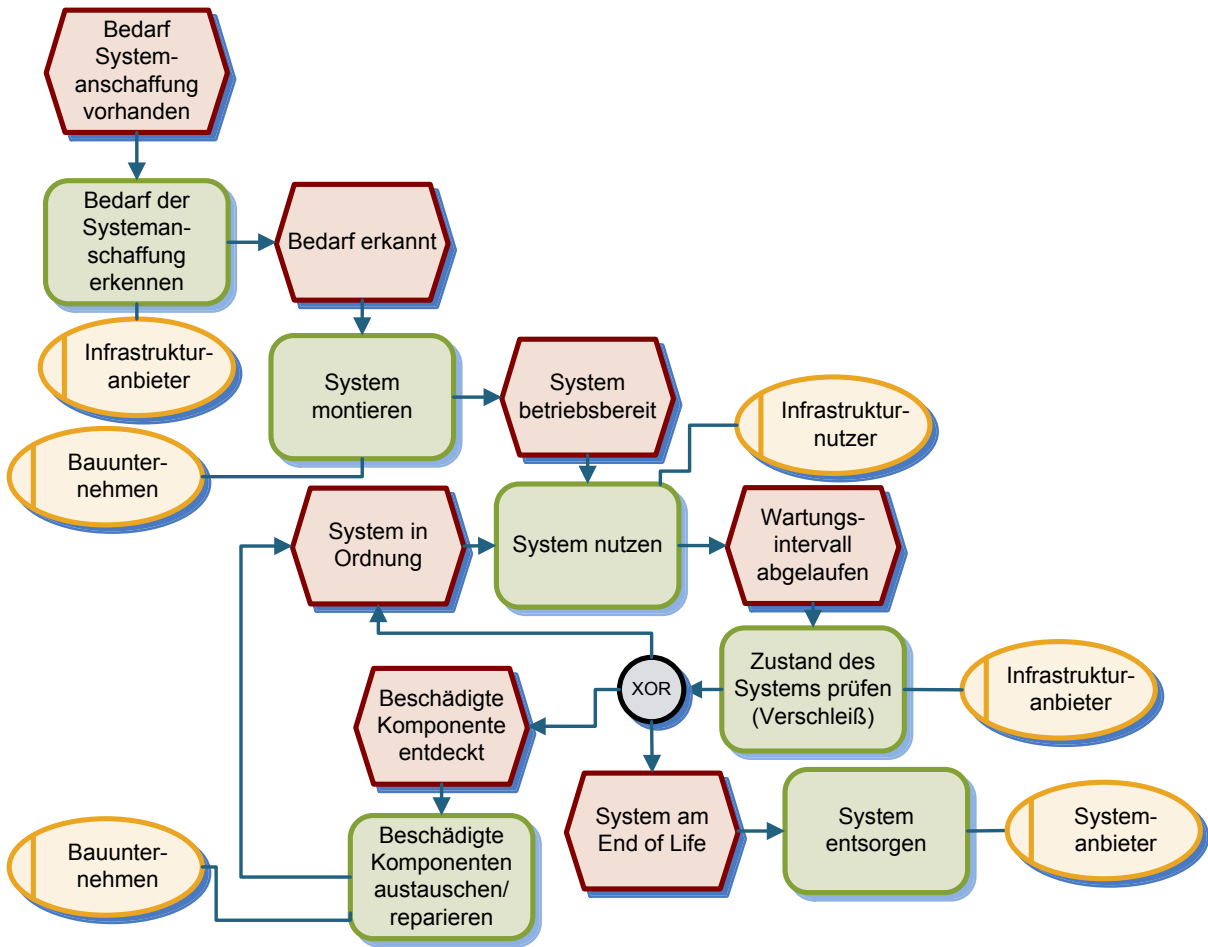


Abbildung 7-6: EPK Produktlebenszyklus

		Aktivitäten des Produktlebenszyklus						
		Bedarf der Systemanschaffung erkennen	System montieren	System nutzen	Zustand des Systems prüfen	Beschädigte Komponenten austauschen/reparieren	System entsorgen	
Dienstleistungen	Ersatzteilservice							
	Planung & Projektierung	(1)						
	Reparatur							
	Schulung							
	Wartung							
	Inspektion				(3)			
	Inbetriebnahme		(2)					
	Modernisierung						(4)	
	Technische Beratung							
	Transport							
...								

Abbildung 7-7: Aktivitäten-Dienstleistungsmatrix

Auf diese Weise konnten 18 Dienstleistungselemente identifiziert werden, worunter sich zehn noch nicht im Dienstleistungsportfolio des Unternehmens befanden. Untenstehend werden exemplarisch vier der erarbeiteten Dienstleistungselemente beschrieben.

- (1) Planung und Projektierung des Systems während der Planungsphase der Infrastruktur  
Übernahme von Teilen der Infrastrukturplanung durch den Systemanbieter
- (2) Montage des Systems durch Infrastruktur GmbH
- (3) Prognose des Verschleißes  
Nutzung des Wissens über das System, um bedarfsgerechte Wartung zu antizipieren
- (4) Aufarbeitung des Systems  
Wiederverbau aufgearbeiteter Systemkomponenten

Das Ergebnis wurde in einem Workshop mit Mitarbeitern des Unternehmens aus den Funktionen Geschäftsführung, Vertrieb und Entwicklung diskutiert. Die prinzipielle Anwendbarkeit des Ansatzes war in der Fallstudie gegeben. Die erarbeiteten Dienstleistungselemente wurden durch die Workshopteilnehmer als sinnvoll bezeichnet. Viele der vorgestellten Ideen wurden bereits in der Vergangenheit durch das Unternehmen diskutiert.

Der Ansatz berücksichtigt das vorhandene Unternehmenswissen, ohne auf dessen Verteilung auf unterschiedliche Wissensträger einzugehen. Der notwendige Wissenstransfer ist während der weiteren Entwicklung der Dienstleistungselemente zu adressieren. Im Rahmen der Fallstudie wurde das Vorgehen der wissensbasierten Konzeption von Dienstleistungen angewandt. Wird der Lösungsansatz dieser Arbeit vollständig angewendet, so wird die Verteilung des Wissens auf Mitarbeiter im Rahmen der Erhebung der Ist-Wissenslandkarte sowie der Ermittlung der Wissenslücke berücksichtigt. Hieraus lässt sich prinzipiell der Bedarf des Wissenstransfers zwischen Mitarbeitern bewerten.

Möglicherweise muss Wissen von Entwicklern zu Mitarbeitern ausländischer Tochtergesellschaften für die Dienstleistungserbringung transferiert werden. Neben Überlegungen der praktischen Durchführungen des Wissenstransfers ist hier besonders der Wissensschutz zu diskutieren.

Insgesamt wurde durch die Fallstudie die Anwendbarkeit des Ansatzes gezeigt. Der Ansatz zielt darauf ab, ein möglichst breites Feld an wissensintensiven Dienstleistungselementen zu generieren. Die Umsetzbarkeit der Lösungsideen, Kundenanforderungen sowie weitere Randbedingungen der Realisierung sind im Nachgang zu diskutieren und für die Auswahl der in das PSS zu integrierenden Dienstleistungselemente zu berücksichtigen.

Im PSS-Ebenenmodell stellt diese Fallstudie ein Anwendungsbeispiel für den Top-down-Innovationspfad dar. Ausgehend von dem Ziel der Wettbewerbsdifferenzierung sowie des Nachahmungsschutzes für die bestehenden Sachleistungen wurden Dienstleistungselemente zur Integration in einem PSS identifiziert. Für die weitere Umsetzung müsste die notwendige Infrastruktur sichergestellt und geeignete Technologien identifiziert werden.

## 7.6 Beurteilung des Lösungsansatzes hinsichtlich der gestellten Anforderungen

Auf Basis der oben dargestellten Fallstudien wird im Folgenden der Lösungsansatz hinsichtlich der Erfüllung der in Kapitel 6.1 aufgestellten Anforderungen kritisch reflektiert. Die Reflexion ist dabei analog zu den Anforderungen in die sechs Gruppen Funktionen der Unterstützung, Anwendungssituation, Wirtschaftlichkeit, Nutzer des Lösungsansatzes, Ergebnispotenzial und Wissensmanagement strukturiert.

### Funktionen der Unterstützung

Die Innovationspfade im PSS-Ebenenmodell **unterstützen die Entwicklung von PSS** aus vorhandenen Sachleistungen. Für eine PSS-Entwicklung sind weitere Aktivitäten notwendig, die durch den Lösungsansatz nicht explizit unterstützt werden. Konkret sind dies die Anpassung der Sachleistung an das PSS sowie die Definition, ggf. Entwicklung und Bereitstellung der benötigten Infrastruktur. Radikal neue Konzepte im Sinne einer lösungsneutralen Erfüllung von Kundenwünschen sind so nicht möglich. Das unterstützte Szenario der Servitization entspricht jedoch den realen Randbedingungen, die im Rahmen der Fallstudien in der Industrie angetroffen wurden. Die eingeführten Innovationspfade unterstützen sowohl die **Verbesserung der Leistungsfähigkeit reifer Technologien** durch Integration in ein PSS als auch die **Befähigung neuer Technologien**.

Durch das Vorgehen der wissensbasierten Dienstleistungskonzeption werden **Dienstleistungen** basierend auf dem vorhandenen Unternehmenswissen **entwickelt**. Somit wird das Ziel des Wissensmanagements erfüllt, die Anwendung bestehenden Wissens auf neue Geschäftsfelder zu erweitern. Der Ansatz berücksichtigt nur wissensintensive Dienstleistungen. Weitere Dienstleistungselemente können in dem entwickelten PSS notwendig oder unterstützend sinnvoll sein und müssen in der realen Anwendung der Methodik zusätzlich entwickelt werden. Die Anwendbarkeit des Ansatzes wurde im Rahmen einer Fallstudie gezeigt.

Mehrere der in Kapitel 2.3 vorgestellten Kernprozesse des **Wissensmanagements** werden durch den Ansatz abgedeckt. Die Ist-Wissenslandkarte schafft Transparenz über das vorhandene Unternehmenswissen und ist somit dem Kernprozess der Wissensidentifikation zuzuordnen. Auch die Bewertung der Wissenslücke ist diesem Kernprozess zuzuordnen. Mit der Definition von Maßnahmen zum Schließen der Wissenslücke werden die weiteren Kernprozesse abgedeckt, nämlich Wissensbewahrung, -nutzung, -verteilung, -entwicklung und -erwerb.

Der Lösungsansatz unterstützt die **verzahnte PSS- und Wissensentwicklung**. Parallel zur PSS-Entwicklung wird im Vorgehensmodell das notwendige Wissen für die weitere Entwicklung und Erbringung des PSS definiert, die Wissenslücke bewertet sowie konkrete Maßnahmen der Wissensentwicklung abgeleitet. Im Rahmen einer Fallstudie wurde die praktische Anwendung des Vorgehens für die Erbringungsphase des PSS evaluiert. Die Anwendung des Ansatzes für die Entwicklungsphase wurde von den Fallstudien nicht abgedeckt.

Eine weitere Anforderung ist es, die **Kundenakzeptanz** des zu entwickelnden PSS **sicherzustellen**. Dies wird durch den Lösungsansatz mit der Checkliste zur Bewertung der Kundenakzeptanz unterstützt. Die Checkliste enthält Einflussfaktoren die der Akzeptanz förderlich

aber auch hinderlich sein können. Die Einflussfaktoren können als Entscheidungskriterien in der Konzeptauswahl und als Gestaltungsrichtlinien herangezogen werden. Die Faktoren wurden auf Basis von wissenschaftlichen Veröffentlichungen erarbeitet.

### **Anwendungssituation**

Ziel des Ansatzes ist es, **mittelständische, produzierende Unternehmen im B2B-Bereich** bei der **Servitization** zu unterstützen. Die Fallstudien wurden bei entsprechenden Unternehmen durchgeführt, womit die Anwendbarkeit der jeweils evaluierten Elemente des Ansatzes unter den in den Anforderungen definierten Randbedingungen gezeigt wurde. Hier stellt sich die Frage nach der Anwendbarkeit des Ansatzes über die gesetzten Randbedingungen hinaus.

Zuerst diskutiert wird die Anwendung des Ansatzes in größeren Unternehmen mit einer entsprechend höheren Mitarbeiteranzahl. Einschränkungen in der Anwendbarkeit können sich hierbei durch den Aufwand der Informationsakquisition sowie der Datenmenge ergeben. Für eine sinnvolle Anwendung in Großunternehmen ist deshalb der Abstraktionsgrad zu erhöhen oder der Betrachtungsgegenstand enger zu fokussieren.

Der Fokus der Unterstützung wurde auf Unternehmen im B2B-Sektor gelegt. Die experimentellen Fallstudien wurden in diesem Bereich durchgeführt. Die Anwendung des Lösungsansatzes im B2C-Sektor ist denkbar, jedoch mit Einschränkungen verbunden. Die Bewertung der Kundenakzeptanz berücksichtigt ausschließlich Faktoren aus dem B2B-Bereich. Für die Anwendung des Ansatzes im Konsumentenmarkt sind andere Faktoren zu berücksichtigen, die jedoch bereits in der Literatur diskutiert wurden. Die Innovationspfade sind grundsätzlich sowohl für B2B als auch B2C anwendbar. Die beiden erklärenden Fallstudien decken beide Bereiche ab. Grundsätzlich ist der Wissensmanagementstrang des Lösungsansatzes sowohl für B2B als auch B2C anwendbar. Zur Unterstützung der Wissensakquisition wurde die Checkliste mit Wissen von PSS-Anbietern entwickelt mit Fokus auf den B2B-Sektor. Für eine Anwendung in Unternehmen des B2C-Sektors wäre zu prüfen, inwieweit diese Checkliste das entsprechende Wissen abdeckt und welche Wissens Elemente ergänzt oder gestrichen werden müssen.

Die **Transformation zu einem PSS-Anbieter** wird durch mehrere Bestandteile des Lösungsansatzes unterstützt, wie bereits oben unter Funktionen der Unterstützung diskutiert. In erklärenden Fallstudien wurden der Top-down- und der Bottom-up-Innovationspfad jeweils an einem realen Beispiel widerspiegelt. Es gilt die Einschränkung, dass in den Fallstudien nur bestehende Angebote modelliert wurden und kein neues Konzept entwickelt wurde. Hierbei wurden teilweise Annahmen hinsichtlich den Beweggründen hinter dem letztlich realisierten PSS getroffen.

### **Wirtschaftlichkeit**

Eine weitere Anforderung ist die **Wirtschaftlichkeit der Anwendung des Lösungsansatzes in der Industrie**. Nach der Durchführung der Fallstudie bei der Anlagenbau GmbH wurde der Lösungsansatz durch das Unternehmen eigenständig weitergeführt, was als Indikator für die positive Bewertung der Wirtschaftlichkeit interpretiert werden kann. Die Fallstudie berücksichtigte nur den Wissensmanagementstrang der Methodik. Eine umfassende Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wurde im Rahmen der Fallstudien nicht durchgeführt.

## Nutzer des Lösungsansatzes

Der Lösungsansatz **integriert die von der Servitization betroffenen Unternehmensbereiche** durch ihre Einbindung in die Erstellung der Wissenslandkarte. Der Umfang hängt von der Definition der Systemgrenze der Wissenslandkarte ab. Empfehlenswert ist hierbei, Mitarbeiter aus allen an der PSS-Entwicklung und Erbringung beteiligten Unternehmensbereichen einzubinden, wie beispielsweise Entwicklung, After-Sales, Produktmanagement oder Vertrieb. Hierdurch wird ein gemeinsames Verständnis über die Servitization gefördert. Dies gilt insbesondere für **Entscheider** im Unternehmen, die für den Erfolg des Transformationsprozesses von hoher Bedeutung sind [vgl. KOTTER 2013]. Durch die Einbindung relevanter Mitarbeiter wird der notwendige Kulturwandel für die erfolgreiche Transformation von einem Sachleistungsanbieter hin zu einem integrierten Sach- und Dienstleistungsanbieter gefördert. Jedoch gilt die Einbindung der betroffenen Mitarbeiter nur mit der Einschränkung, dass ggf. zur Beschränkung der notwendigen Ressourcen und der Handhabbarkeit der zu verarbeitenden Daten eine Auswahl repräsentativer Mitarbeiter im Rahmen der Systemdefinition notwendig sein kann.

Der Lösungsansatz nutzt Methoden des strukturellen Komplexitätsmanagements. Das PSS-Ebenenmodell adaptiert auf der Leistungsebene bestehende Ansätze der Sach- und Dienstleistungsmodellierung aus der Konstruktionsmethodik. Durch die **Anwendung von Methoden und Modellen aus der Konstruktionsmethodik** wird die **Anwendbarkeit des Lösungsansatzes durch Entwicklungsingenieure, Serviceingenieure sowie Managern** der von der Servitization betroffenen Unternehmensbereiche gefördert. Im Rahmen der Evaluation wurde durch die Industriepartner der Einarbeitungsaufwand in die notwendigen Methoden und Werkzeuge diskutiert. Gegebenenfalls kann hier die Unterstützung durch externe Berater notwendig bzw. hilfreich sein. Bei der konkreten Maßnahmenauswahl zum Schließen der Wissenslücke kann die Expertise des Personalbereichs erforderlich sein.

## Ergebnispotenzial

Hinsichtlich des Ergebnispotenzials wurde eingangs die Anforderung aufgestellt, den **Lösungsraum umfassend zu explorieren**. Für die wissensbasierte Konzeption von Dienstleistungen wird der in der Checkliste produktbegleitender Dienstleistungen abgebildete Lösungsraum abgedeckt. Verbunden mit der Aktivitäten-Dienstleistungsmatrix, die den Lebenszyklus aus Kundensicht abdeckt, wird der Lösungsraum exploriert. Jedoch gilt auch hier die bereits oben diskutierte Einschränkung, dass mit dem Lösungsansatz nur wissensintensive Dienstleistungen berücksichtigt werden.

Die erfolgreiche Anwendung des Lösungsansatzes schafft **Transparenz über vorhandenes und benötigtes Unternehmenswissen** innerhalb des Betrachtungsgegenstands. Aus der Deltabetrachtung von Ist- und Sollwissenslandkarte werden **notwendige Veränderungen des Unternehmenswissens prognostiziert** und auf dieser Basis **konkrete Maßnahmen der Wissensentwicklung vorgeschlagen**. Berücksichtigt werden das Vorhandensein von Wissen, Änderungen der Wissensstufe, die Verteilung auf Mitarbeiter im Unternehmen sowie die Nutzungshäufigkeit. Einschränkend gilt hierbei, dass die erzeugten Daten mit einer gewissen Unschärfe behaftet sind. Für die Ist-Wissenslandkarte wurden mit der Formel zur Berechnung

der paarweisen Übereinstimmung der Mitarbeiterwissenslandkarten sowie der Analyse der Streuung der Degree Centrality zwei Ansätze zur Ergebnisverifikation erarbeitet.

Die Fallstudien deuten darauf hin, dass durch das ingenieurwissenschaftliche Vorgehen, also der Anwendung von Methoden und Modellen der Konstruktionsmethodik, objektivierte Ergebnisse erarbeitet werden. Dies bezieht sich insbesondere auf den Wissensmanagementstrang des Lösungsansatzes. Bisherige Vermutungen des Managements der Unternehmen, in denen die Fallstudien durchgeführt wurden, konnten so auf einer fundierten Basis verifiziert werden. Die Ableitung des Ist- und Soll-Wissens aus konkreten Aufgaben der Mitarbeiter fördert die Objektivität.

Schließlich ist die **Relevanz der Ergebnisse** zu diskutieren. Aus wissenschaftlicher Perspektive adressiert der Ansatz gezielt die in der Analyse des Forschungsstandes identifizierten Forschungslücken, wie die Kundensicht auf PSS und das Wissensmanagement während der Servitization. Der Wissensmanagementstrang der Methodik priorisiert die Aktivitäten mehrfach und adressiert so die Herausforderungen mit der höchsten Relevanz: Für die Aufnahme der Wissenslandkarten wird zuerst der Betrachtungsgegenstand definiert und eingegrenzt. Die Bewertung der Wissenslücke fokussiert die folgende Maßnahmenauswahl nach der Differenz von Wissensstufe und -nutzung, wodurch eine weitere Priorisierung auf die relevantesten Aspekte erfolgt.

## Wissensmanagement

Die letzte Anforderungsgruppe adressiert das Wissensmanagement. Die Verknüpfung von Wissen mit Aufgaben zur PSS-Entwicklung und -Erbringung macht die Bedeutung von **Wissen** transparent und **schärft das Bewusstsein für dessen Bedeutung** bei den Mitarbeitern. Die Ist-Wissenslandkarte dokumentiert das vorhandene Unternehmenswissen und **ermöglicht** so den **Zugang zu vorhandenem Wissen**. Eine weitere allgemeine Forderung an Wissensmanagementansätze ist, dass die **Qualität des Wissens zu berücksichtigen** ist. Der Lösungsansatz liefert eine Methode zur Bewertung der Wissensstufe, womit diese Forderung erfüllt wird. Die Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS liefert die Grundlage, um anwendungsspezifische **Prozesse im Umgang mit Wissen zu definieren**, hinsichtlich der Wissensweitergabe und -sicherung sowie dem systematischen Umgang mit Wissen.

**Unternehmensprobleme werden in Wissensprobleme übersetzt**, da die wissensbezogenen Implikationen der Servitization identifiziert werden. In den Fallstudien wurde dies als wertvolles Ergebnis des Lösungsansatzes bewertet. Auch können **Entscheidungen hinsichtlich ihrer Wirkung auf das Unternehmenswissen beurteilt werden**: Im Lösungsansatz wird herausgearbeitet, welches Wissen für die PSS-Erbringung notwendig ist. Darüber hinaus wäre auch bereits zu einem früheren Zeitpunkt möglich, die wissensbezogene Umsetzbarkeit verschiedener PSS-Konzepte abzuschätzen.

Wissensmanagementansätze sollen individualisierte Lösungen und keine Pauschallösungen anbieten. Der Lösungsansatz bietet ein Vorgehen zum situationsspezifischen Wissensmanagement anstatt pauschaler Empfehlungen, welches Wissen auf welche Art und Weise während der Servitization zu entwickeln ist und welche wissensintensiven PSS allgemein angeboten werden können. Somit wird die Forderung nach **individualisierten Lösungen**, die sich **an konkreten Problemen orientieren**, durch den Lösungsansatz umgesetzt. Schließlich

konnten die wissensmanagementbezogenen Bestandteile der Methodik der wissensorientierten PSS-Entwicklung in einer durchgängigen, experimentellen Fallstudie erfolgreich angewandt werden. Somit stellt der Lösungsansatz unter den in diesem Kapitel diskutierten Einschränkungen ein **erprobtes Instrument des Wissensmanagements bereit**.



## 8. Schlussfolgerungen und Ausblick

*Im abschließenden Kapitel werden die zentralen Inhalte der Arbeit zusammengefasst und der Beitrag für Wissenschaft und Praxis dargestellt. Basierend auf den Erkenntnissen der durchgeführten Evaluation des Lösungsansatzes wird ein Ausblick auf weitere durchzuführende Forschungsaktivitäten gegeben.*

### 8.1 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Ein Produkt-Service-System integriert Sach- und Dienstleistungsanteile in einem Leistungsbündel (Produktsicht) und ist gekennzeichnet durch einen sach- und dienstleistungsintegrierenden Innovationsprozess (Prozesssicht). PSS versprechen unter anderem bessere Wettbewerbsfähigkeit für den Anbieter, gesteigerten Kundennutzen und höhere Nachhaltigkeit im Vergleich zu traditionellen Sachleistungen.

Das verfügbare Wissen stellt eine der Kernressourcen für Unternehmen dar. Es ist die Quelle für Wettbewerbsvorteile sowie die Grundlage für die Erbringung kundenwerter Marktleistungen. Gleichzeitig ist die Wissensentwicklung eine der zentralen Herausforderungen während der Servitization, also der Transformation eines Unternehmens vom Sachleistungsanbieter hin zu einem PSS-Anbieter: Wissen zur PSS-Erbringung muss aufgebaut werden.

Hieraus leiten sich die Ziele der vorliegenden Arbeit ab. Übergeordnetes Ziel ist die Integration eines durchgängigen Wissensmanagements in die PSS-Entwicklung. Der Fokus des Wissensmanagements liegt auf der Entwicklung des Unternehmenswissens in Abstimmung mit der Servitization und der Ableitung neuer Dienstleistungen aus dem vorhandenen Unternehmenswissen. Es ist eine geeignete Modellierung des PSS als Entwicklungsgegenstand zu erarbeiten. Basierend auf einer Literaturanalyse werden die Kundenakzeptanz von PSS sowie die Berücksichtigung von Technologien in PSS als weitere Forschungslücken und somit Handlungsfelder für die vorliegende Arbeit identifiziert.

Die Produktsicht wird über das literaturbasiert erstellte PSS-Ebenenmodell repräsentiert. Ein PSS wird hierbei auf den drei Stufen Ziel-, Leistungs- und Technologieebene abgebildet. Ziel ist die ganzheitliche Modellierung des Entwicklungsgegenstandes, um ein ganzheitliches Problemverständnis zu fördern und um Konzepte zu visualisieren. Auf der Zielebene ist ein Zielsystem des PSS abgebildet. Das Zielsystem besteht aus den übergeordneten strategischen Zielen, PSS-spezifische Ziele, sowie Qualitätsziele, die die Kundenanforderungen manifestieren. Die Leistungsebene modelliert die konkreten Komponenten des PSS, bestehend aus Sach- und Dienstleistungsanteilen sowie die integrierende Infrastruktur. Zur Modellierung der Sachleistung wird das Münchner Produktkonkretisierungsmodell herangezogen, das im Lösungsraum die drei Konkretisierungsstufen Funktions-, Wirk- und Baumodell enthält. Die Dienstleistung wird auf den vergleichbaren Konkretisierungsstufen Funktions-, Prozess- und Ressourcenmodell abgebildet. Das Ressourcenmodell bildet hierbei unter anderem das für die Erbringung benötigte Wissen und entsprechende Wissensträger ab. Auf der Technologieebene werden zwei mögliche Rollen diskutiert, die Technologien in PSS einnehmen können: neue Technologien können durch Integration in ein PSS zur Marktreife befähigt werden. Mögliche

Leistungslücken verglichen mit etablierten Technologien können durch Dienstleistungen aus Kundensicht überbrückt werden, um so die Vorteile der neuen Technologien früher zu nutzen. Auf der anderen Seite können reife Technologien, deren technologisches Innovationspotenzial erschöpft ist, durch Integration in ein PSS in ihrer Leistungsfähigkeit im System gesteigert werden.

Die Prozesssicht auf PSS wird durch die Methodik der wissensorientierten PSS-Entwicklung adressiert. Das zugrunde liegende Vorgehensmodell integriert das Wissensmanagement in die PSS-Entwicklung. Als Wissensmodell wird die MDM-basierte Wissenslandkarte eingeführt. Hierbei werden die Mitarbeiter eines Unternehmens, deren Aufgaben und das in die Aufgaben eingebrachte Wissen modelliert. So wird das Unternehmenswissen im Anwendungskontext dargestellt. Die Wissenslandkarte berücksichtigt nicht nur das grundsätzliche Vorhandensein von Wissen, sondern auch dessen Wissensstufe im Sinne der Qualität des Wissens.

Im ersten Schritt des Vorgehensmodells wird das Gesamtkonzept des PSS entwickelt. Hierzu werden zwei Innovationspfade aufgestellt, denen die zwei diskutierten Rollen von Technologien zugrunde liegen. Die Innovationspfade bieten einen Handlungsrahmen der Entwicklung des Gesamtkonzepts. Im Bottom-up-Innovationspfad werden disruptive Technologien befähigt, indem geeignete Dienstleistungsanteile auf der Leistungsebene entwickelt werden, um die Ziele der unterschiedlichen Stakeholder zu erreichen. Im Top-down-Innovationspfad werden, ausgehend von den definierten Zielen des PSS, dessen Bestandteile auf der Leistungsebene definiert und schließlich geeignete Technologien identifiziert. Die Innovationspfade stellen das Bindeglied von Produkt- und Prozesssicht dar. Um die Kundensicht einzubringen, werden Einflussfaktoren auf die Kundenakzeptanz literaturbasiert identifiziert. Diese können sowohl als Gestaltungsrichtlinien als auch zur Entscheidungsunterstützung in einer Konzeptauswahl herangezogen werden.

Im zweiten Schritt des Vorgehens wird das aktuell vorhandene Wissen in einer Ist-Wissenslandkarte abgebildet. Auf dieser Basis wird im dritten Schritt das PSS-Gesamtkonzept mit weiteren Dienstleistungsanteilen angereichert. Der Fokus liegt auf Dienstleistungen, die hinsichtlich des vorhandenen Ist-Wissens als wissensintensiv bewertet werden.

Im vierten Schritt wird die Wissenslücke zur weiteren Entwicklung und Erbringung des nun vorliegenden PSS-Konzepts bewertet. Hierbei wird eine Soll-Wissenslandkarte erstellt, die das benötigte Wissen abbildet. Aus einem Abgleich mit der Ist-Wissenslandkarte wird die Wissenslücke, also das fehlende oder in einer höheren Stufe benötigte Wissen, bewertet. Im letzten Schritt werden Maßnahmen zum Schließen der Wissenslücke ausgewählt. Die Maßnahmen basieren auf den drei Strategien der Wissensrepräsentation, der Wissenskommunikation und der Wissensgenerierung. Der Lösungsansatz bietet einen Maßnahmenkatalog sowie eine Logik zur Auswahl geeigneter Maßnahmen.

Der Lösungsansatz wird in insgesamt fünf Fallstudien evaluiert: Das PSS-Ebenenmodell wird in zwei erklärenden Fallstudien angewandt. Real existierende PSS werden abgebildet, in denen Technologien befähigt werden bzw. in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert werden. Somit wurden die beiden Rollen von PSS in der Realität widergespiegelt. Die Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS wird in drei experimentellen Fallstudien partiell evaluiert. Die Fallstudien adressieren den Schritt der Erstellung der Ist-Wissenslandkarte, die wissens-

basierte Konzeption von Dienstleistungen sowie in der finalen Fallstudie die durchgängige Anwendung des Wissensmanagementstrangs der Methodik. Auf Basis der Fallstudien wird der Lösungsansatz im Abgleich mit den eingangs definierten Anforderungen kritisch diskutiert.

Der übergreifende Beitrag der vorliegenden Arbeit liegt in der Integration eines durchgängigen Wissensmanagements in die PSS-Entwicklung. Daneben werden die Forschungslücken der Kundenakzeptanz von PSS sowie die Rolle von Technologien fokussiert. Der Lösungsansatz legt insgesamt die Schwerpunkte der Unterstützung auf die identifizierten Forschungslücken. In mehreren Fallstudien wurde der Nutzen aus der Anwendung von Teilen der Methodik für industrielle Anwender gezeigt.

## 8.2 Ausblick

Im Folgenden werden Empfehlungen für weitere Forschungsaktivitäten zur Weiterentwicklung des erarbeiteten Lösungsansatzes gegeben. Der Ausblick adressiert hierbei die vollständige Anwendungsevaluation des Lösungsansatzes, die Erweiterung um die Zeit- und die Varietätsdimension des PSS-Ebenenmodells, den Aspekt der Organisation von PSS-Anbietern sowie die Kundenakzeptanz von PSS.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Methodik der wissensorientierten Entwicklung von PSS. Der Lösungsansatz wurde in mehreren Fallstudien evaluiert. Die experimentellen Fallstudien decken den Wissensmanagementstrang der Methodik sowie die wissensbasierte Konzeption von Dienstleistungen ab. Eine durchgängige Anwendung der Methodik in der industriellen Praxis wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht durchgeführt. Somit ergibt sich der Bedarf nach einer durchgängigen Evaluierung in einer experimentellen Fallstudie, die ausgehend von der Gesamtkonzeption von PSS, das vollständige Vorgehen abdeckt.

Das PSS-Ebenenmodell besteht aus der Ziel-, der Leistungs- und der Technologieebene. Die Ebenen werden jeweils durch die Zeit- und die Varietätsdimension aufgespannt. Der Lösungsansatz dieser Arbeit betrachtet PSS als statisches Konstrukt mit nur einer PSS-Variante. Eine vielversprechende Weiterentwicklung des Lösungsansatzes wäre es, zusätzlich die beiden Komponenten Zeit und Varietät zu betrachten. In der Zeitdimension betrifft dies die Berücksichtigung mehrerer PSS-Generationen sowie PSS-Überarbeitungen. In der Varietätsdimension wäre hier nicht nur ein isoliertes PSS zu betrachten, sondern mehrere PSS-Varianten in einem PSS-Programm. Durch die Integration und Weiterentwicklung von Ansätzen des Variantenmanagements wie der Plattform- oder der Baukastenentwicklung ließen sich so Synergien innerhalb der Marktleistung eines PSS-Anbieters nutzen.

In der Literatur wird häufig die Organisationssicht diskutiert. So wird empfohlen, dass Unternehmen im Wandel vom Sachleistungs- zum PSS-Anbieter einen eigenständigen Dienstleistungsbereich etablieren sollten. Dies fördert den notwendigen Wandel der Unternehmenskultur (vgl. Kapitel 4.3). Diese organisationale Trennung entkoppelt den PSS-Bereich jedoch von der traditionellen Sachleistungsentwicklung. Eine Herausforderung ist hierbei der Wissenstransfer zwischen dem PSS-Bereich (z. B. Vertrieb und Dienstleistungserbringung) und der Sachleistungsentwicklung. Die im Rahmen des Lösungsansatzes vorgestellten Wissenslandkarten können hierbei unterstützen. Die Wissenslandkarten könnten dazu verwendet werden, das vorhandene und benötigte Wissen der einzelnen Bereiche zu kartografieren. Dies könnte

konkrete Ansatzpunkte liefern, an welchen Stellen der Wissenstransfer durch geeignete Maßnahmen der Wissenskommunikation zu unterstützen ist.

Es wurden Einflussfaktoren der Kundenakzeptanz von PSS literaturbasiert entwickelt. Diese können einerseits als Gestaltungsrichtlinien für PSS und andererseits als Entscheidungsunterstützung während der Konzeptauswahl verwendet werden. In weiteren Untersuchungen sollten diese theoretischen Einflussfaktoren in empirischen Studien verifiziert werden. Weiterhin sollten die Einflussfaktoren für unterschiedlichen Randbedingungen konkretisiert werden, um der Praxis greifbare Hinweise zu geben, wie ein kundenwertes PSS zu gestalten ist.

## 9. Literatur

ACKOFF 1989

Ackoff, R. L.: From data to wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis* 16 (1989) S. 3-9.

AHMED 2005

Ahmed, S.: Encouraging reuse of design knowledge: a method to index knowledge. *Design Studies* 26 (2005) 6, S. 565-592.

ALEXANDER 1997

Alexander, M.: Managing the boundaries of the organization. *Long Range Planning* 30 (1997) 5, S. 787-789.

AMELINGMEYER 2004

Amelingmeyer, J.: *Wissensmanagement: Analyse und Gestaltung der Wissensbasis von Unternehmen*. 3. Auflage. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 2004. ISBN: 978-3824480777.

ANDRÁSFAI 1991

Andrásfai, B.: *Graph Theory: Flows, Matrices*. New York: Taylor & Francis 1991. ISBN: 0-85247-222-3.

APITZ et al. 2013

Apitz, N.; McAloone, T. C.; Garcia i Mateu, A.; Andersen, J. B.; Mougard, K.; Neugebauer, L.; Hsuan, J.: *PSS Organisation: A workbook in the PROTEUS Series*. Kongens Lyngby: Technical University of Denmark (DTU) 2013. ISBN: 978-87-90416-91-4. (PRO-05)

AURICH et al. 2006

Aurich, J. C.; Fuchs, C.; Wagenknecht, C.: Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems. *Journal of Cleaner Production* 14 (2006) 17, S. 1480-1494.

AURICH et al. 2010

Aurich, J. C.; Mannweiler, C.; Schweitzer, E.: How to design and offer services successfully. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 2 (2010) 3, S. 136-143.

AURICH et al. 2007

Aurich, J. C.; Schweitzer, E.; Siener, M.; Fuchs, C.; Jenne, F.; Kirsten, U.: Life cycle management investiver PSS. *wt Werkstattstechnik online* 97 (2007) 7/8, S. 579-585.

AVLONITIS et al. 2013

Avlonitis, V.; Hsuan, J.; McAloone, T. C.; Garcia i Mateu, A.; Andersen, J. B.; Mougard, K.; Neugebauer, L.; Ahm, T.: *PSS Readiness Manual: A workbook in the PROTEUS Series*. Kongens Lyngby: Technical University of Denmark (DTU) 2013. ISBN: 978-87-90416-89-4. (PRO-03)

## BAINES et al. 2007

Baines, T.; Lightfoot, H. W.; Evans, S.; Neely, A.; Greenough, R.; Peppard, J.; Roy, R.; Shehab, E.; Braganza, A.; Tiwari, A.: State-of-the-art in product-service systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 221 (2007) 10, S. 1543-1552.

## BAINES et al. 2009

Baines, T. S.; Lightfoot, H. W.; Benedettini, O.; Kay, J. M.: The servitization of manufacturing: a review of literature and reflection on future challenges. *Journal of Manufacturing Technology Management* 20 (2009) 5, S. 547-567.

## BARNES 2002

Barnes, S.: *Knowledge management systems: theory and practice*. London: Thomson Learning 2002. ISBN: 978-1-861-52616-8.

## BATALLAS &amp; YASSINE 2006

Batallas, D. A.; Yassine, A. A.: Information leaders in product development organizational networks: Social network analysis of the design structure matrix. *IEEE Transactions on Engineering Management* 53 (2006) 4, S. 570-582.

## BAUER 2011

Bauer, M. J.: *Gestaltung hybrider Leistungsbündel. Handlungsraum und Instrumente für kundenwertorientierte Problemlösungen*. München: TCW 2011. ISBN: 978-3-941967-13-7. (zugleich München: Technische Universität, Diss. 2010)

## BAUREIS 2013

Baureis, D.: *Eine Methode zur Identifikation erforderlicher Kompetenzen für hybride Leistungsbündel*. Bremen: Europäischer Hochschulverlag 2013. ISBN: 978-3-86741-869-0. (zugleich Stuttgart: Universität, Diss. 2013)

## BECKER et al. 2008

Becker, J.; Beverungen, D.; Knackstedt, R.: Wertschöpfungsnetzwerke von Produzenten und Dienstleistern als Option zur Organisation der Erstellung hybrider Leistungsbündel. In: Becker, J. et al. (Hrsg.): *Wertschöpfungsnetzwerke*. Heidelberg: Physica 2008, S. 3-31. ISBN: 978-3-7908-2055-3.

## BEGONA LLORIA 2008

Begona Lloria, M.: A review of the main approaches to knowledge management. *Knowledge Management Research & Practice* 6 (2008) 1, S. 77-89.

## BERTOLINI et al. 2004

Bertolini, M.; Bevilacqua, M.; Braglia, M.; Frosolini, M.: An analytical method for maintenance outsourcing service selection. *International Journal of Quality & Reliability Management* 21 (2004) 7, S. 772-788.

## BEUREN et al. 2013

Beuren, F. H.; Gomes Ferreira, M. G.; Cauchick Miguel, P. A.: Product-service systems: a literature review on integrated products and services. *Journal of Cleaner Production* 47 (2013) S. 222-231.

## BIEGE 2011

Biege, S.: *Servicegerechtes Design. Rückwirkungen der Ausgestaltung dienstleistungsbasierter Geschäftsmodelle auf die Auslegung von Investitionsgütern*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag 2011. ISBN: 978-3-8396-0270-6. (zugleich Kassel: Universität, Diss. 2011)

## BLESSING &amp; CHAKRABARTI 2009

Blessing, L. T. M.; Chakrabarti, A.: DRM, a Design Research Methodology. London: Springer 2009. ISBN: 978-1-84882-586-4.

## BLOOM et al. 1973

Bloom, B. S.; Engelhart, M. D.; Furst, E. J.; Hill, W. H.; Krathwohl, D. R.: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim: Beltz 1973. ISBN: 3-407-18296-1.

## BOCHNIG et al. 2011

Bochnig, H.; Uhlmann, E.; Gegusch, R.; Seliger, G.: Knowledge Feedback in the IPS<sup>2</sup> Development. In: Hesselbach, J. et al. (Hrsg.): Functional Thinking for Value Creation. Berlin: Springer 2011, S. 219-224. ISBN: 978-3-642-19688-1.

## BODDY et al. 2005

Boddy, D.; Boonstra, A.; Kennedy, G.: Management Information Systems: Managing the Digital Firm. 9. Auflage. Harlow: Prentice Hill 2005. ISBN: 0-13-153841-1.

## BOHINC 2011

Bohinc, T.: Soft Skills. Die Schlüssel zum Erfolg in der Fachkarriere. München: Vahlen 2011. ISBN: 978-3-8006-4458-2.

## BÖHMANN &amp; KRCMAR 2002

Böhmman, T.; Krcmar, H.: Werkzeuge für das Wissensmanagement. In: Bellmann, M. et al. (Hrsg.): Praxishandbuch Wissensmanagement. Strategien - Methoden - Fallbeispiele. Düsseldorf: Symposium 2002, S. 385-396. ISBN: 3-933814-97-9.

## BOHN 1994

Bohn, R., E.: Measuring and Managing Technological Knowledge. Sloan Management Review 36 (1994) 1, S. 61-74.

## BRADY et al. 2005

Brady, T.; Davies, A.; Gann, D. M.: Creating value by delivering integrated solutions. International Journal of Project Management 23 (2005) 5, S. 360-365.

## BRANDSTETTER 2012

Brandstetter, D.: Komplementäre Ingenieurausbildung: eine hochschuldidaktische Aktionsforschung als Lern- und Veränderungsprozess am Beispiel der Soft Skills-Lehre an einer ingenieurwissenschaftlichen Fakultät. München: Ludwig-Maximilians-Universität, Diss. 2012.

## BRANDSTOTTER et al. 2003

Brandstotter, M.; Haberl, M.; Knoth, R.; Kopacek, B.; Kopacek, P.: IT on demand - towards an environmental conscious service system for Vienna (AT). 3rd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing Tokio, Japan, 2003.

## BRONSTEIN et al. 1999

Bronstein, I. N.; Semendjajew, K. A.; Musiol, G.; Mühlig, H.: Taschenbuch der Mathematik. 4. Auflage. Frankfurt am Main: Harri Deutsch 1999. ISBN: 3-8171-2014-1.

## BROWNING 2001

Browning, T. R.: Applying the design structure matrix to system decomposition and integration problems: A review and new directions. IEEE Transactions on Engineering Management 48 (2001) 3, S. 292-306.

## BRUHN 2013

Bruhn, M.: Qualitätsmanagement für Dienstleistungen: Handbuch für ein erfolgreiches Qualitätsmanagement. Grundlagen - Konzepte - Methoden. 9. Auflage. Berlin: Springer 2013. ISBN: 978-3642339912.

## BUCHHOLZ &amp; SOUREN 2008

Buchholz, M.; Souren, R.: Variantenvielfalt: Definitivische Überlegungen zu einem zentralen Begriff des Variantenmanagements. Ilmenau: proWiWi 2008. (Ilmenauer Schriften zur Betriebswirtschaftslehre)

## BUCK-LEW 1992

Buck-Lew, M.: To outsource or not? International Journal of Information Management 12 (1992) 1, S. 3-20.

## BULLINGER 1994

Bullinger, H.-J.: Einführung in das Technologiemanagement - Modelle, Methoden, Praxisbeispiele. Stuttgart: Teubner 1994. ISBN: 3-519-06367-0.

## BULLINGER et al. 2003

Bullinger, H.-J.; Fähnrich, K.-P.; Meiren, T.: Service engineering - methodical development of new service products. International Journal of Production Economics 85 (2003) S. 275 - 287.

## BULLINGER &amp; MEIREN 2001

Bullinger, H.-J.; Meiren, T.: Service Engineering - Entwicklung und Gestaltung von Dienstleistungen. In: Bruhn, M. et al. (Hrsg.): Handbuch Dienstleistungsmanagement. Von der strategischen Konzeption zur praktischen Umsetzung. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler 2001, S. 149-177. ISBN: 3-409-23593-0.

## BURIANEK 2009

Burianek, F. M.: Vertragsgestaltung bei hybriden Leistungsangeboten. Eine ökonomische Betrachtung. Wiesbaden: Gabler 2009. ISBN: 978-3-8349-1941-0. (zugleich München: Technische Universität, Diss. 2009)

## BUSTINZA et al. 2010

Bustinza, O. F.; Molina, L. M.; Gutierrez-Gutierrez, L. J.: Outsourcing as seen from the perspective of knowledge management. Journal of Supply Chain Management 46 (2010) 3, S. 23-39.

## CAMPBELL 1995

Campbell, J. D.: Outsourcing in maintenance management: A valid alternative to self-provision. Journal of Quality in Maintenance Engineering 1 (1995) 3, S. 18-24.

## CAVALIERI &amp; PEZZOTTA 2012

Cavaliere, S.; Pezzotta, G.: Product-Service Systems Engineering: State of the art and research challenges. Computers in Industry 63 (2012) 4, S. 278-288.

## CHIRUMALLA et al. 2013

Chirumalla, K.; Bertoni, A.; Ericson, Å.; Isaksson, O.: Knowledge-Sharing Network for Product-Service System Development: Is it atypical? In: Shimomura, Y. et al. (Hrsg.): The Philosopher's Stone for Sustainability. Berlin: Springer 2013, S. 109-114. ISBN: 978-3-642-32846-6.



## CHRISTENSEN 1992

Christensen, C. M.: Exploring the limits of the technology S-curve. Part I: component technologies. *Production and Operations Management* 1 (1992) 4, S. 334-357.

## CHRISTENSEN 1997

Christensen, C. M.: *The Innovator's Dilemma*. Munich: Vahlen 1997. ISBN: 978-3-8006-4281-6.

## CLARKSON et al. 2004

Clarkson, J.; Simons, C.; Eckert, C.: Predicting change propagation in complex design. *Journal of Mechanical Design* 126 (2004) 5, S. 788-797.

## COLLIS &amp; HUSSEY 2014

Collis, J.; Hussey, R.: *Business Research - a practical guide for undergraduate and postgraduate students*. 4. Auflage. London: Palgrave Macmillan 2014. ISBN: 978-0-230-30183-2.

## CORSTEN 2001

Corsten, H.: *Dienstleistungsmanagement*. 2. Auflage. München: Oldenbourg 2001. ISBN: 3-486-25665-3.

## CROOKS 1988

Crooks, T. J.: The impact of classroom evaluation practices on students. *Review of educational research* 58 (1988) 4, S. 438-481.

## CZICHOS &amp; HENNECKE 2012

Czichos, H.; Hennecke, M.: *Hütte. Das Ingenieurwissen*. 34 Auflage. Berlin: Springer Vieweg 2012. ISBN: 978-3-642-22849-0.

## DANILOVIC &amp; BROWNING 2004

Danilovic, M.; Browning, T.: A formal approach for domain mapping matrices (DMM) to complement design structure matrices (DSM). 6th Design Structure Matrix (DSM) International Workshop. Cambridge, 2004.

## DANILOVIC &amp; SANDKULL 2005

Danilovic, M.; Sandkull, B.: The use of dependence structure matrix and domain mapping matrix in managing uncertainty in multiple project situations. *International Journal of Project Management* 23 (2005) 3, S. 193-203.

## DAVENPORT &amp; MARCHAND 1999

Davenport, T. H.; Marchand, D.: Is KM just good information management. *The Financial Times Mastering Series: Mastering Information Management*. 8. März (1999) S. 2-3.

## DE JONG &amp; FERGUSON-HESSLER 1996

de Jong, P.; Ferguson-Hessler, M. G.: Types and qualities of knowledge. *Educational psychologist* 31 (1996) 2, S. 105-113.

## DE WECK 2007

de Weck, O. L.: On the role of DSM in designing systems and products for changeability. In: Lindemann, U. et al. (Hrsg.): *Proceedings of the 9th International DSM Conference: Munich, 16-18 October 2007*. München: Hanser 2007, S. 311-323. ISBN: 978-3-8322-6641-7.

DINGER et al. 2010

Dinger, A.; Ripley, M.; Mosquet, X.; Rabl, M.; Rizoulis, D.; Russo, M.; Sticher, G.: Batteries for Electric Cars - Challenges, Opportunities, and the Outlook to 2020. 2010,

DOBELLI 2011

Dobelli, R.: Die Kunst des klaren Denkens: 52 Denkfehler, die Sie besser anderen überlassen. München: Carl Hanser 2011. ISBN: 978-3-446-42682-5.

DREW 1999

Drew, S.: Building Knowledge Management into Strategy: Making Sense of a New Perspective. Long Range Planning 32 (1999) 1, S. 130-136.

DREWS & HILLEBRAND 2010

Drews, G.; Hillebrand, N.: Lexikon der Projektmanagementmethoden. 2. Auflage. Freiburg: Haufe-Lexware 2010. ISBN: 978-3-448-10224-6.

DREYFUS & DREYFUS 1980

Dreyfus, S. E.; Dreyfus, H. L.: A five-stage model of the mental activities involved in directed skill acquisition. Berkeley: University of California, Operations Research Center 1980.

DUNNING et al. 2004

Dunning, D.; Heath, C.; Suls, J. M.: Flawed Self-Assessment. Implications for Health, Education, and the Workplace. Psychological science in the public interest 5 (2004) 3, S. 69-106.

EGELING & NIPPA 2009

Egeling, A.; Nippa, M.: Kompetenzbedarfe im Kontext hybrider Wertschöpfung. In: Reichwald, R. (Hrsg.): Hybride Wertschöpfung. Konzepte, Methoden und Kompetenzen für die Preis- und Vertragsgestaltung. Lohmar: Eul 2009, S. 139-172. ISBN: 978-3-89936-855-0.

EHRENSPIEL et al. 2014

Ehrlenspiel, K.; Kiewert, A.; Lindemann, U.; Mörtl, M.: Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren. 7. Auflage. Berlin: Springer 2014. ISBN: 978-3-642-41958-4.

EHRENSPIEL & MEERKAMM 2013

Ehrlenspiel, K.; Meerkamm, H.: Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 5. Auflage. München: Hanser 2013. ISBN: 978-3-446-43548-3.

ENGELHARDT 1993

Engelhardt, W. H.: Leistungsbündel. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 5 (1993) S. 396 - 426.

ENGELHARDT et al. 1992

Engelhardt, W. H.; Kleinaltenkamp, M.; Reckenfelderbäumer, M.: Dienstleistungen als Absatzobjekt. Bochum: Inst. für Unternehmungsführung und Unternehmensforschung 1992.

EPPINGER et al. 1992

Eppinger, S.; Whitney, D.; Gebala, D.: Organizing tasks in complex design projects: development of tools to represent design procedures. NSF Design and Manufacturing Systems Conference. Atlanta, 1992.

## EPPINGER &amp; BROWNING 2012

Eppinger, S. D.; Browning, T. R.: Design Structure Matrix Methods and Application. Cambridge, MA: MIT Press 2012. ISBN: 978-0-262-01751-7.

## EPPLER 2003

Eppler, M. J.: Making Knowledge Visible through Knowledge Maps: Concepts, Elements, Cases. In: Holsapple, C. W. (Hrsg.): Handbook on Knowledge Management 1. Berlin: Springer 2003, S. 189-205. ISBN: 3-540-43527-1.

## EPPLER 2008

Eppler, M. J.: A Process-Based Classification of Knowledge Maps and Application Examples. Knowledge and Process Management 15 (2008) 1, S. 59-71.

## ERKOYUNCU et al. 2013

Erkoyuncu, J. A.; Durugbo, C.; Roy, R.: Service-Oriented Cost Uncertainties and Contracting for Availability. In: Shimomura, Y. et al. (Hrsg.): The Philosopher's Stone for Sustainability. Proceedings of the 4th CIRP International Conference on Industrial Product-Service Systems, Tokyo, Japan, November 8th-9th, 2012. Berlin: Springer 2013, S. 115-120. ISBN: 978-3-642-32846-6.

## ERKOYUNCU et al. 2009

Erkoyuncu, J. A.; Roy, R.; Shehab, E.; Wardle, P.: Uncertainty challenges in cost estimation for product-service systems in the aerospace and defence industries. 19th CIRP Design Conference—Competitive Design. Cranfield, UK, 2009.

## EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003

Europäische Kommission: Die neue KMU-Definition. Benutzerhandbuch und Mustererklärung.  
<[http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme\\_definition/sme\\_user\\_guide\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme_definition/sme_user_guide_de.pdf)> - 09.05.2014

## EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010

Europäische Kommission: Der europäische Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. <<http://ec.europa.eu/eqf/documents?id=52>> - 17.02.2014

## FINKEN et al. 2013

Finken, K. H.; McAloone, T. C.; Avlonitis, V.; Garcia i Mateu, A.; Andersen, J. B.; Mougard, K.; Neugebauer, L.; Hsuan, J.: PSS Tool Book: A workbook in the PROTEUS series. Kongens Lyngby: Technical University of Denmark (DTU) 2013. ISBN: 978-87-90416-90-4. (PRO-04)

## FORD &amp; FARMER 1986

Ford, D.; Farmer, D.: Make or buy—a key strategic issue. Long Range Planning 19 (1986) 5, S. 54-62.

## FREEMAN 1978

Freeman, L. C.: Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification. Social networks 1 (1978) 3, S. 215-239.

## GAIARDELLI et al. 2014

Gaiardelli, P.; Resta, B.; Martinez, V.; Pinto, R.; Albores, P.: A classification model for product-service offerings. Journal of Cleaner Production 66 (2014) S. 507-519.

GARREL et al. 2009

Garrel, J.; Dengler, T.; Seeger, J.: Industrielle Betreibermodelle. In: Schenk, M. et al. (Hrsg.): Industrielle Dienstleistungen und Internationalisierung. Wiesbaden: Gabler 2009, S. 267-330. ISBN: 978-3-8349-1359-3.

GARVIN 1987

Garvin, D. A.: Competing on the eight dimensions of quality. Harvard Business Review 65 (1987) 6, S. 101-109.

GAUSEMEIER et al. 2001

Gausemeier, J.; Ebbesmeyer, P.; Kallmeyer, F.: Produktinnovation. Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen. München: Hanser 2001. ISBN: 3-446-21631-6.

GAUSEMEIER et al. 1998

Gausemeier, J.; Fink, A.; Schlake, O.: Scenario management: An approach to develop future potentials. Technological Forecasting and Social Change 59 (1998) 2, S. 111-130.

GAUSEMEIER et al. 2012

Gausemeier, J.; Glatz, R.; Lindemann, U.: Präventiver Produktschutz. Leitfaden und Anwendungsbeispiele. München: Hanser 2012. ISBN: 978-3-446-43043-3.

GAUSEMEIER et al. 2006

Gausemeier, J.; Hahn, A.; Kespohl, H. D.; Seifert, L.: Vernetzte Produktentwicklung. Der erfolgreiche Weg zum Global Engineering Networking. München: Hanser 2006. ISBN: 978-3-446-22725-5.

GAUSEMEIER & PLASS 2014

Gausemeier, J.; Plass, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung. Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. 2. Auflage. München: Hanser 2014. ISBN: 978-3-446-43631-2.

GERHARDS & TRAUNER 2011

Gerhards, S.; Trauner, B.: Wissensmanagement. 7 Bausteine für die Umsetzung in der Praxis. 4. Auflage. München: Hanser 2011. ISBN: 978-3-446-42424-1.

GEUM et al. 2011

Geum, Y.; Lee, S.; Kang, D.; Park, Y.: Technology roadmapping for technology-based product - service integration: A case study. Journal of Engineering and Technology Management 28 (2011) 3, S. 128-146.

GOEDKOOP et al. 1999

Goedkoop, M. J.; van Halen, C. J. G.; te Riele, H. J. M.; Rommens, P. J. M.: Product service systems, ecological and economic basics. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, Communications Directorate 1999.

GÓMEZ et al. 2009

Gómez, J.; Crespo, A.; Moreu, P.; Parra, C.; Díaz, V. G.: Outsourcing maintenance in services providers. In: Martorell, S. et al. (Hrsg.): Safety, Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods and Applications. London: Taylor & Francis 2009, S. 829-837. ISBN: 978-0-415-48513-5.

## GORDON 2000

Gordon, J. L.: Creating knowledge maps by exploiting dependent relationships. *Knowledge-based systems* 13 (2000) 2, S. 71-79.

## GOURVILLE 2006

Gourville, J. T.: Eager Sellers and Stony Buyers: Understanding the Psychology of New-Product Adoption. *Harvard Business Review* 84 (2006) 6, S. 98-106.

## GRABOWSKI et al. 2001

Grabowski, H.; Lossack, R.-S.; Gebauer, M.; Hornberg, O.: Distributed knowledge management-new challenges for global engineering and product creation experiences from Chinese-European collaborations. *Proceedings of 2001 International Conference on eCommerce Engineering: New Challenges for Global Manufacturing in the 21st Century*. Xi'an, Volksrepublik China, 2001.

## GRETSCH et al. 2011

Gretsch, S.; Mandl, H.; Schätz, R.: Implementation process of a knowledge management initiative: yellow pages. In: Hou, H.-T. (Hrsg.): *New Research on Knowledge Management Models and Methods*. Rijeka, Kroatien: Intech 2011, S. 311-332.

## GRONAU et al. 2010

Gronau, N.; Bahrs, J.; Hake, M.; Heinze, P.; Lembcke, R.; Scharff, C.; Vladova, G.: Wissensorientierte Modellierung im Lebenszyklus von Dienstleistungen. In: Thomas, O. et al. (Hrsg.): *Dienstleistungsmodellierung 2010*. Berlin: Springer 2010, S. 3-23. ISBN: 978-3-7908-2621-0.

## GRÖNROOS 2006

Grönroos, C.: *Service management and marketing. A customer relationship management approach*. 2. Auflage. Chichester: Wiley 2006. ISBN: 0-471-72034-8.

## HEISIG 2009

Heisig, P.: Harmonisation of knowledge management – comparing 160 KM frameworks around the globe. *Journal of knowledge management* 13 (2009) 4, S. 4-31.

## HELLENBRAND 2013

Hellenbrand, D.: *Transdisziplinäre Planung und Synchronisation mechatronischer Entwicklungsprozesse*. München: Dr. Hut 2013. (zugleich München: Technische Universität, Diss. 2013)

## HELTEN 2014

Helten, A. K.: *Einführung von Lean Development in mittelständische Unternehmen - Beschreibung, Erklärungsansatz, Handlungsempfehlungen*. München: Dr. Hut 2014. (zugleich München: Technische Universität, Diss. 2014)

## HEPPERLE 2013

Hepperle, C.: *Planung lebenszyklusgerechter Leistungsbündel*. München: Dr. Hut 2013. ISBN: 978-3-8439-1000-2. (zugleich München: Technische Universität, Diss. 2013)

## HERZBERGER et al. 2013

Herzberger, P.; Behncke, F. G. H.; Schenkl, S.; Lindemann, U.: Interactive modeling and evaluation of product-service-systems. *19th International Conference on Engineering Design 2013 (ICED13)*. Seoul, Korea, 2013.

HICKS et al. 2002

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. *International Journal of Information Management* 22 (2002) 4, S. 263-280.

HOCKERTS et al. 1994

Hockerts, K.; Petmecky, A.; Hauch, S.; Seuring, S.: Servicekonzepte als Element einer öko-effizienten Kreislaufwirtschaft. In: Hockerts, K. et al. (Hrsg.): *Kreislaufwirtschaft statt Abfallwirtschaft: optimierte Nutzung und Einsparung von Ressourcen durch Öko-Leasing und Servicekonzepte*. Ulm: Universitätsverlag Ulm 1994, S. 3-14. ISBN: 3-927402-93-1.

HOFFMANN et al. 2010

Hoffmann, M. H.; Hampe, M.; Müller, G.; Bargstädt, H.-J.; Heiß, H.-U.; Schmitt, H.: *Knowledge, Skills, and Competences. IEEE EDUCON Education Engineering 2010 - The Future of Global Learning Engineering Education*. Madrid, 2010.

HORNSCHILD et al. 2003

Hornschild, K.; Kinkel, S.; Lay, G.: Höhere Wettbewerbsfähigkeit durch produktbegleitende Dienstleistungen: Betreibermodelle im deutschen Maschinenbau. *DIW Wochenbericht* 70 (2003) 49, S. 775-779.

HUSEN 2007

Husen, C. v.: *Anforderungsanalyse für produktbegleitende Dienstleistungen*. Heimsheim: Jost-Jetter 2007. ISBN: 978-3-939890-12-6. (zugleich Stuttgart: Universität, Diss. 2007)

HYPKO et al. 2010

Hypko, P.; Tilebein, M.; Gleich, R.: Benefits and uncertainties of performance-based contracting in manufacturing industries: An agency theory perspective. *Journal of Service Management* 21 (2010) 4, S. 460-489.

ISAKSSON et al. 2011

Isaksson, O.; Larsson, T. C.; Johansson, P.: Towards a framework for developing product/service systems. In: Hesselbach, J. et al. (Hrsg.): *Functional Thinking for Value Creation*. Berlin: Springer 2011, S. 44-49. ISBN: 978-3-642-19688-1.

ISAKSSON et al. 2012

Isaksson, O.; Larsson, T. C.; Öhrwall Rönnbäck, A.: Development of product-service systems: challenges and opportunities for the manufacturing firm. *Journal of Engineering Design* 20 (2012) 4, S. 329-348.

JASHAPARA 2004

Jashapara, A.: *Knowledge Management. An Integrated Approach*. Harlow: Prentice Hill 2004. ISBN: 978-0-273-68298-1.

JAUCH & WILSON 1979

Jauch, L. R.; Wilson, H. K.: A strategic perspective for make or buy decisions. *Long Range Planning* 12 (1979) 6, S. 56-61.

JOHANSSON et al. 2011

Johansson, C.; Hicks, B.; Larsson, A. C.; Bertoni, M.: Knowledge Maturity as a Means to Support Decision Making During Product-Service Systems Development in the Aerospace Sector. *Project Management Journal* 42 (2011) 2, S. 32-50.

**KAKABADSE & KAKABADSE 2000**

Kakabadse, N.; Kakabadse, A.: Critical review – Outsourcing: a paradigm shift. *Journal of Management Development* 19 (2000) 8, S. 670-728.

**KANO et al. 1984**

Kano, N.; Seraku, N.; Takahashi, F.; Tsuji, S.: Attractive quality and must-be quality. *The Journal of the Japanese Society for Quality Control* 14 (1984) 2, S. 39-48.

**KLABUNDE 2003**

Klabunde, S.: *Wissensmanagement in der integrierten Produkt-und Prozessgestaltung: Best-Practice-Modelle zum Management von Meta-Wissen*. Berlin: Springer 2003. ISBN: 978-3-322-81996-3.

**KLASSEN & MENOR 2006**

Klassen, R. D.; Menor, L. J.: *Cases in Operations Management. Building Customer Value Through World-Class Operations*. Sage Publications 2006. ISBN: 978-1412913713.

**KNACKSTEDT et al. 2008**

Knackstedt, R.; Pöppelbuß, J.; Winkelmann, A.: Integration von Sach- und Dienstleistungen - Ausgewählte Internetquellen zur hybriden Wertschöpfung. *Wirtschaftsinformatik* 3 (2008) S. 235 - 247.

**KOKOSCHKA 2012**

Kokoschka, M.: Strategische Schutzmaßnahmen. In: Gausemeier, J. et al. (Hrsg.): *Präventiver Produktschutz. Leitfaden und Anwendungsbeispiele*. München: Hanser 2012, S. 44-52. ISBN: 978-3-446-43043-3.

**KOLLMANN 2000**

Kollmann, T.: Die Messung der Akzeptanz bei Telekommunikationssystemen. *Journal für Betriebswirtschaft* 50 (2000) 2, S. 68-78.

**KOTLER et al. 2007**

Kotler, P.; Keller, K. L.; Bliemel, F.: *Marketing-Management. Strategien für wertschaffendes Handeln*. 12. Auflage. München: Pearson Studium 2007. ISBN: 978-3-8273-7229-1.

**KOTTER 2013**

Kotter, J. P.: *Leading Change. Wie Sie Ihr Unternehmen in acht Schritten erfolgreich verändern*. München: Vahlen 2013. ISBN: 978-3-8006-4615-9.

**KOWALKOWSKI 2010**

Kowalkowski, C.: What does a service-dominant logic really mean for manufacturing firms? *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 3 (2010) 4, S. 285-292.

**KRATHWOHL 2002**

Krathwohl, D. R.: A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice* 41 (2002) 4, S. 212-218.

**KREIMEYER & LINDEMANN 2011**

Kreimeyer, M.; Lindemann, U.: *Complexity Metrics in Engineering Design: Managing the Structure of Design Processes*. Berlin: Springer 2011. ISBN: 978-3-642-20962-8.

## KREITEL 2008

Kreitel, W. A.: Ressource Wissen. Wissensbasiertes Projektmanagement erfolgreich im Unternehmen einführen und nutzen. Wiesbaden: Gabler 2008. ISBN: 978-3-8349-0448-5.

## LANGER &amp; LINDEMANN 2009

Langer, S.; Lindemann, U.: Managing cycles in development processes - analysis and classification of external context factors. International Conference on Engineering Design - ICED'09. Stanford, 2009.

## LAURISCHKAT 2012

Laurischkat, K.: Product-Service Systems. IT-gestützte Generierung und Modellierung von PSS-Dienstleistungsanteilen. Aachen: Shaker 2012. ISBN: 978-3-8440-0922-4. (zugleich Bochum: Ruhr-Universität, Diss. 2012)

## LAY &amp; SCHRÖTER 2006

Lay, G.; Schröter, M.: Mit Service zu neuen Geschäftsmodellen — ökonomische Potenziale identifizieren. In: Barkawi, K. et al. (Hrsg.): Erfolgreich mit After Sales Services. Berlin: Springer 2006, S. 333-347. ISBN: 978-3-540-27999-0.

## LEHMANN 1995

Lehmann, A. P.: Dienstleistungsmanagement. Strategien und Ansatzpunkte zur Schaffung von Servicequalität. 2. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1995. ISBN: 3-85823-559-8.

## LEHNER 2012

Lehner, F.: Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. 4. Auflage. München: Hanser 2012. ISBN: 978-3-446-42563-7.

## LETTICE 2006

Lettice, F.: Measuring knowledge in the new product development process. International Journal of Productivity and Performance Management 55 (2006) 3/4, S. 217-241.

## LINDEMANN 2009

Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte: Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. 3. Auflage. Berlin: Springer 2009. ISBN: 978-3-642-01422-2.

## LINDEMANN 2011

Lindemann, U. (Hrsg): SFB 768 - Zyklenmanagement von Innovationsprozessen. Verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte. Finanzierungsantrag 2012-2015. München: Technische Universität München 2011.

## LINDEMANN et al. 2009

Lindemann, U.; Maurer, M.; Braun, T.: Structural Complexity Management: An Approach for the Field of Product Design. Berlin: Springer 2009. ISBN: 978-3-540-87888-9.

## LINDEMANN et al. 2012

Lindemann, U.; Meiwald, T.; Petermann, M.; Schenkl, S.: Know-how-Schutz im Wettbewerb. Gegen Produktpiraterie und unerwünschten Wissenstransfer. Berlin: Springer 2012. ISBN: 978-3-642-28514-1.



## LÖFFLER &amp; BOUTELLIER 2009

Löffler, K.; Boutellier, R.: Managing technological limits. *International Journal of Technoentrepreneurship* 2 (2009) 2, S. 134-155.

## LORD &amp; SANDHYA 2007

Lord, T.; Sandhya, B.: Moving Students From Information Recitation to Information Understanding - Exploiting Bloom's Taxonomy in Creating Science Questions. *Journal of College Science Teaching* 36 (2007) 5, S. 40-44.

## LUNDVALL &amp; JOHNSON 1994

Lundvall, B.-Å.; Johnson, B.: The Learning Economy. *Journal of Industry Studies* 1 (1994) 2, S. 23-42.

## LUSCH et al. 2007

Lusch, R. F.; Vargo, S. L.; O'Brian, M.: Competing through service: Insights from service-dominant logic. *Journal of Retailing* 83 (2007) 1, S. 5-18.

## MADHAVAN &amp; GROVER 1998

Madhavan, R.; Grover, R.: From Embedded Knowledge to Embodied Knowledge: New Product Development as Knowledge Management. *Journal of Marketing* 62 (1998) 4, S. 1-12.

## MANZINI &amp; VEZZOLI 2003

Manzini, E.; Vezzoli, C.: A strategic design approach to develop sustainable product service systems: examples taken from the 'environmentally friendly innovation' Italian prize. *Journal of Cleaner Production* 11 (2003) 8, S. 851-857.

## MARTINEZ et al. 2010

Martinez, V.; Bastl, M.; Kingston, J.; Evans, S.: Challenges in transforming manufacturing organisations into product-service providers. *Journal of Manufacturing Technology Management* 21 (2010) 4, S. 449-469.

## MAURER &amp; KESPER 2010

Maurer, M.; Kesper, H.: Knowledge transfer applying the Structural Complexity Management approach. *International Conference on Information Retrieval & Knowledge Management (CAMP'10)*. Shah Alam, Malaysia, 2010.

## MCALOONE &amp; ANDREASEN 2002

McAloone, T. C.; Andreasen, M. M.: Defining Product Service Systems. *Beiträge zum 13. Symposium Design for X*. Erlangen, 2002.

## MCATEER 2012

McAteer, M.: *Improving Primary Mathematics Teaching and Learning*. Maidenhead: McGraw-Hill Education 2012. ISBN: 9780335246779.

## MCMAHON et al. 2004

McMahon, C.; Lowe, A.; Culley, S.: Knowledge management in engineering design: personalization and codification. *Journal of Engineering Design* 15 (2004) 4, S. 307-325.

## MEFFERT &amp; BRUHN 2009

Meffert, H.; Bruhn, M.: *Dienstleistungsmarketing. Grundlagen - Konzepte - Methoden*. 6. Auflage. Wiesbaden: Gabler 2009. ISBN: 978-3-8349-1012-7.

## MEIER 2004

Meier, H.: Service im globalen Umfeld - Innovative Ansätze einer zukunftsorientierten Servicegestaltung. In: Meier, H. (Hrsg.): Dienstleistungsorientierte Geschäftsmodelle im Maschinen- und Anlagenbau. Vom Basisangebot zum Betreibermodell. Berlin: Springer 2004, S. 3-14. ISBN: 3-540-40816-9.

## MEIER 2013

Meier, H.: Planning and Development of Industrial Product-Service Systems. In: Shimomura, Y. et al. (Hrsg.): The Philosopher's Stone for Sustainability. Berlin: Springer 2013, S. 13-18. ISBN: 978-3-642-32846-6.

## MEIER &amp; UHLMANN 2012a

Meier, H.; Uhlmann, E.: Hybride Leistungsbündel - ein neues Produktverständnis. In: Meier, H. et al. (Hrsg.): Integrierte Industrielle Sach- und Dienstleistungen. Vermarktung, Entwicklung und Erbringung hybrider Leistungsbündel. Berlin: Springer 2012, S. 1-23. ISBN: 978-3-642-25268-6.

## MEIER &amp; UHLMANN 2012b

Meier, H.; Uhlmann, E.: Integrierte Industrielle Sach- und Dienstleistungen. Vermarktung, Entwicklung und Erbringung hybrider Leistungsbündel. Berlin: Springer 2012. ISBN: 978-3-642-25268-6.

## MEIER et al. 2010a

Meier, H.; Roy, R.; Seliger, G.: Industrial Product-Service Systems—IPS2. CIRP Annals - Manufacturing Technology 59 (2010) 2, S. 607-627.

## MEIER et al. 2010b

Meier, H.; Uhlmann, E.; Völker, O.; Geisert, C.; Stechert, C.: Reference Architecture for Dynamical Organization of IPS<sup>2</sup> Service Supply Chains in the Delivery Phase. 2nd CIRP International Conference on Industrial Product-Service Systems. Linköping, Schweden, 2010.

## MEIJKAMP 1998

Meijkamp, R.: Changing customer behaviour through eco-efficient services: an empirical study of car sharing in the Netherlands. Business Strategy and the Environment 7 (1998) 4, S. 234-244.

## MEINKE 2012

Meinke, J. H.: Wissensmanagement im Bereich der universitären Forschung. Ergebnisse einer Delphi-Studie im Hochschulforschungsbereich. Regensburg: Universität, Diss. 2012.

## MEIREN &amp; BARTH 2002

Meiren, T.; Barth, T.: Service Engineering in Unternehmen umsetzen. Leitfaden für die Entwicklung von Dienstleistungen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2002. ISBN: 3-8167-6049-x.

## MONT 2002a

Mont, O.: Drivers and barriers for shifting towards more service-oriented businesses: Analysis of the PSS field and contributions from Sweden. The Journal of Sustainable Product Design 2 (2002) 3-4, S. 89-103.

## MONT 2002b

Mont, O. K.: Clarifying the concept of product-service system. Journal of cleaner production 10 (2002) 3, S. 237-245.

## MORELLI 2003

Morelli, N.: Product-service systems, a perspective shift for designers: A case study: the design of a telecentre. *Design Studies* 24 (2003) 1, S. 73-99.

## MÖRTL 2002

Mörzl, M. A.: Entwicklungsmanagement für langlebige, upgradinggerechte Produkte. München: Dr. Hut 2002. ISBN: 3-934767-56-7. (zugleich München: Technische Universität, Diss. 2002)

## MÜLLER 2007

Müller, M.: Integrationskompetenz von Kunden bei individuellen Leistungen. Konzeptualisierung, Operationalisierung und Erfolgswirkung. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 2007. ISBN: 978-3-8350-0782-6. (zugleich München: Technische Universität, Diss. 2007)

## MÜLLER et al. 2010

Müller, P.; Schulz, F.; Stark, R.: Guideline to elicit requirements on industrial product-service systems. 2nd CIRP International Conference on Industrial Product-Service Systems. Linköping, Schweden, 2010.

## NEELY 2008

Neely, A.: Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing. *Operations Management Research* 1 (2008) 2, S. 103-118.

## NEUGEBAUER et al. 2012

Neugebauer, L.; Mougard, K.; Andersen, J. B.; McAloone, T.; Bey, N.; Hsuan, J.; Ahm, T.: PSS Case Book: A workbook in the PROTEUS Series. Kongens Lyngby: Technical University of Denmark (DTU) 2012. ISBN: 978-87-90416-88-1. (PRO-02)

## NEUWEG 1999

Neuweg, G. H.: Könnerschaft und implizites Wissen: zur lehr-lerntheoretischen Bedeutung der Erkenntnis- und Wissenstheorie Michael Planzys. Münster: Waxmann 1999. ISBN: 3-89325-753-5. (zugleich Linz: Universität, Habil.-Schr. 1999)

## NG &amp; YIP 2009

Ng, I.; Yip, N.: Identifying risk and its impact on contracting through a benefit based-model framework in business to business contracting: case of the defence industry. 1st CIRP Industrial Product-Service Systems (IPS2) Conference Cranfield, UK, 2009.

## NG &amp; NUDURUPATI 2010

Ng, I. C. L.; Nudurupati, S. S.: Outcome-based service contracts in the defence industry – mitigating the challenges. *Journal of Service Management* 21 (2010) 5, S. 656-674.

## NIJHUS et al. 2001

Nijhus, L.; Scholl, G.; Slob, A.: Innovation of eco-efficient producer services. In: Zaring, O. et al. (Hrsg.): *Creating eco-efficient producer services*. Göteborg: Gothenburg Research Institute 2001, S. 15-68.

## NONAKA &amp; TAKEUCHI 1995

Nonaka, I.; Takeuchi, H.: *The Knowledge Creating Company*. Oxford, UK: Oxford University Press 1995. ISBN: 978-0-19-509269-1.

## NORDIN et al. 2011

Nordin, F.; Kindström, D.; Kowalkowski, C.; Rehme, J.: The risks of providing services: differential risk effects of the service-development strategies of customisation, bundling, and range. *Journal of Service Management* 22 (2011) 3, S. 390-408.

## NORTH 2005

North, K.: *Wissensorientierte Unternehmensführung. Wertschöpfung durch Wissen.* Wiesbaden: Gabler 2005. ISBN: 3-8349-0082-6.

## OLIVA &amp; KALLENBERG 2003

Oliva, R.; Kallenberg, R.: Managing the transition from products to services. *International Journal of Service Industry Management* 14 (2003) 2, S. 160-172.

## OMANN 2003

Omamm, I.: *Product Service Systems and their Impacts on Sustainable Development.* Frontiers 2 conference "European Applications in Ecological Economics". Teneriffa, 2003.

## OSTERWALDER &amp; PIGNEUR 2010

Osterwalder, A.; Pigneur, Y.: *Business Model Generation - A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers.* New York: John Wiley & Sons 2010. ISBN: 978-2-8399-0580-0.

## OTTO &amp; WOOD 2000

Otto, K.; Wood, K.: *Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development.* Upper Saddle River: Prentice Hill 2000. ISBN: 0-13-021271-7.

## PAHL et al. 2006

Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: *Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung - Methoden und Anwendung.* 7. Auflage. Berlin: Springer 2006. ISBN: 978-3-540-34060-7

## PANSHEF et al. 2009

Panshef, V.; Dorsam, E.; Sakao, T.; Birkhofer, H.: Value-chain-oriented service development by means of a 'two-channel service model'. *International Journal of Services Technology and Management* 11 (2009) 1, S. 4-23.

## PARASURAMAN et al. 1988

Parasuraman, A.; Zeithaml, V. A.; Berry, L. L.: SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing* 64 (1988) 1, S. 12-40.

## PATERNOGA et al. 2013

Paternoga, S.; Pieper, N.; Woisetschlager, D. M.; Beuscher, G.; Wachalski, T.: *Akzeptanz von Elektrofahrzeugen – Aussichtsloses Unterfangen oder große Chance?* Wolfsburg: P3 automotive GmbH und Institut für Automobilwirtschaft und Industrielle Produktion 2013.

## PAUTZKE 1989

Pautzke, G.: *Die Evolution der organisatorischen Wissensbasis. Bausteine zu einer Theorie des organisatorischen Lernen.* Herrsching: Barbara Kirsch 1989. ISBN: 3-88252-058-3.

## PETERMANN 2011

Petermann, M. A.: Schutz von Technologiewissen in der Investitionsgüterindustrie. München: Dr. Hut 2011. ISBN: 978-3-843-90150-5. (zugleich München: Technische Universität, Diss. 2011)

## PIMMLER &amp; EPPINGER 1994

Pimmler, T.; Eppinger, S.: Integration analysis of product decompositions. ASME Conference on Design Theory and Methodology. Minneapolis, 1994.

## PLATTS et al. 2002

Platts, K.; Probert, D.; Canez, L.: Make vs. buy decisions: A process incorporating multi-attribute decision-making. *International Journal of Production Economics* 77 (2002) 3, S. 247-257.

## PLESCHAK &amp; SABISCH 1996

Pleschak, F.; Sabisch, H.: Innovationsmanagement. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1996. ISBN: 3-7910-6017-1.

## POLANYI 1967

Polanyi, M.: The tacit dimension. London: Routledge & Kegan Paul 1967.

## PONN 2007

Ponn, J.: Situative Unterstützung der Konzeptentwicklung technischer Produkte. München: Dr. Hut 2007. ISBN: 978-3-89963-654-3. (zugleich München: Technische Universität, Diss. 2007)

## PONN &amp; LINDEMANN 2011

Ponn, J.; Lindemann, U.: Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte. 2. Auflage. Berlin: Springer 2011. ISBN: 978-3-642-20579-8.

## PRAHALAD &amp; HAMEL 1990

Prahalad, C. K.; Hamel, G.: The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review* 68 (1990) 3, S. 79-91.

## PROBST et al. 2012

Probst, G.; Raub, S.; Romhardt, K.: Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 7. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler 2012. ISBN: 978-3-8349-4563-1.

## REED &amp; DEFILLIPPI 1990

Reed, R.; DeFillippi, R. J.: Causal ambiguity, barriers to imitation, and sustainable competitive advantage. *Academy of management review* 15 (1990) 1, S. 88-102.

## REHÄUSER &amp; KRCMAR 1996

Rehäuser, J.; Krcmar, H.: Wissensmanagement im Unternehmen. In: Schreyögg, G. et al. (Hrsg.): Wissensmanagement. Berlin: de Gruyter 1996, S. 1-40. ISBN: 3-11-014999-0.

## REINMANN-ROTHMEIER 2001

Reinmann-Rothmeier, G.: Wissen managen: Das Münchener Modell. München: LMU Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie 2001. (Forschungsbericht Nr. 131)

## REMUS 2002

Remus, U.: Prozeßorientiertes Wissensmanagement. Konzepte und Modellierung. Regensburg: Universität, Diss. 2002.

## REXFELDT &amp; AF ORNÄS 2009

Rexfeldt, O.; af Ornäs, V. H.: Consumer acceptance of product-service systems: designing for relative advantages and uncertainty reductions. *Journal of Manufacturing Technology Management* 20 (2009) 5, S. 674-699.

## ROGERS 2003

Rogers, E. M.: *Diffusion of Innovations*. 5. Auflage. New York: Free Press 2003. ISBN: 0-7432-5823-1.

## ROMERO ROJO et al. 2010

Romero Rojo, F. J.; Roy, R.; Shehab, E.: Obsolescence management for long-life contracts: state of the art and future trends. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 49 (2010) 9-12, S. 1235-1250.

## ROWLEY 2007

Rowley, J.: The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information Science* 33 (2007) 2, S. 163-180.

## RUEBBELKE et al. 2013

Ruebbelke, R.; Echterhoff, B.; Gausemeier, J.; Soellner, C.: Evaluating the Specific Demand of Competencies to Realize Innovative Products 6th ISPIM Innovation Symposium – Innovation in the Asian Century. Melbourne, Australien, 2013.

## RYLE 2002

Ryle, G.: *The Concept of Mind*. Chicago: The University of Chicago Press 2002. ISBN: 0-226-73296-7.

## SAKAO et al. 2013

Sakao, T.; Öhrwall Rönnäck, A.; Ölundh Sandström, G.: Uncovering benefits and risks of integrated product service offerings - using a case of technology encapsulation. *Journal of Systems Science and Systems Engineering* 22 (2013) 4, S. 421-439.

## SAKAO et al. 2009

Sakao, T.; Sandström, G. Ö.; Matzen, D.: Framing research for service orientation of manufacturers through PSS approaches. *Journal of Manufacturing Technology Management* 20 (2009) 5, S. 754-778.

## SAUCKEN et al. 2014

von Saucken, C. C. v.; Schenkl, S. A.; Dahlmann, P.; Maurer, M.: Measures and Methods for Systematic Knowledge Management. *Proceedings of the 13th International Design Conference DESIGN 2014*. Dubrovnik, 2014.

## SAWHNEY et al. 2004

Sawhney, M.; Balasubramanian, S.; Krishnan, V. V.: Creating growth with services. *MIT Sloan Management Review* 45 (2004) 2, S. 34-44.

## SCARBOROUGH &amp; BURRELL 1996

Scarborough, H.; Burrell, G.: The Axeman Cometh: the Changing Roles and Knowledges of Middle Managers. In: Clegg, S. R. et al. (Hrsg.): *The Politics of Management Knowledge*. London: Sage 1996, S. 172-189. ISBN: 978-0803979345.

SCHEER et al. 2006

Scheer, A.-W.; Grieble, O.; Klein, R.: Modellbasiertes Dienstleistungsmanagement. In: Bullinger, H.-J. et al. (Hrsg.): Service Engineering. Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. 2. Auflage. Berlin: Springer 2006, S. 19-52. ISBN: 978-3-540-25324-2.

SCHENKL ET AL. 2011

Schenkl, S. A.; Orawski, R.; Elezi, F.; Lindemann, U.: Towards a Lifecycle-oriented Planning of a Platform Portfolio. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). Singapur, 2011. S. 714-718.

SCHENKL et al. 2013a

Schenkl, S. A.; Behncke, F. G. H.; Hepperle, C.; Langer, S.; Lindemann, U.: Managing Cycles of Innovation Processes of Product-Service Systems. 2013 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC 2013). Manchester, UK, 2013.

SCHENKL et al. 2013b

Schenkl, S. A.; Schneider, D.; Mörtl, M.; Lindemann, U.: PSS For Preventing Product Imitation. In: Shimomura, Y. et al. (Hrsg.): The Philosopher's Stone for Sustainability. Berlin: Springer 2013, S. 483-488. ISBN: 978-3-642-32846-6.

SCHENKL et al. 2014

Schenkl, S. A.; Schmidt, D. M.; Schockenhoff, D.; Maurer, M.: Knowledge Evaluation for PSS Providers. Procedia CIRP 16 (2014) S. 86-91.

SCHMIDT et al. 2013

Schmidt, D. M.; Schenkl, S.; Wickel, M. C.; Braun, M.; Maurer, M.: Interpreting knowledge maps using structural criteria. 19th International Conference on Engineering Design 2013 (ICED13). Seoul, Korea, 2013.

SCHMIDT et al. 2014

Schmidt, D. M.; Schenkl, S. A.; Maurer, M.: Evaluation of Knowledge to Future-proof the Knowledge Base. Proceedings of the 13th International Design Conference DESIGN 2014. Dubrovnik, 2014.

SCHNEIDER et al. 2006

Schneider, K.; Daun, C.; Behrens, H.; Wagner, D.: Vorgehensmodelle und Standards zur systematischen Entwicklung von Dienstleistungen. In: Bullinger, H.-J. et al. (Hrsg.): Service Engineering. Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. 2. Auflage. Berlin: Springer 2006, S. 113-140. ISBN: 978-3-540-25324-2.

SCHRADER 1999

Schrader, U.: Consumer acceptance of eco-efficient services in Germany. Greener Management International 25 (1999) S. 105-121.

SCHUH 2005

Schuh, G.: Produktkomplexität managen. Strategien - Methoden - Tools. 2. Auflage. München: Hanser 2005. ISBN: 3-446-40043-5.

SCHÜPPEL 1996

Schüppel, J.: Wissensmanagement. Organisatorisches Lernen im Spannungsfeld von Wissens- und Lernbarrieren. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 1996. ISBN: 3-8244-6304-0. (zugleich St. Gallen: Universität, Diss. 1996)

## SHARMA &amp; MOLLOY 1999

Sharma, D.; Molloy, R.: The truth about customer solutions. New York: Booz Allen & Hamilton 1999.

## SIEMER 2004

Siemer, F.: Gestaltung von Betreibermodellen für anlagentechnische Unternehmensinfrastrukturen. München: TCW 2004. ISBN: 978-3-937236-16-2.

## SOOD &amp; TELLIS 2005

Sood, A.; Tellis, G. J.: Technological evolution and radical innovation. *Journal of Marketing* 69 (2005) 3, S. 152-168.

## SOSA et al. 2007

Sosa, M.; Browning, T. R.; Mihm, J.: Studying the Dynamics of the Architecture of Software Products. Proceedings of the ASME 2007 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE 2007). Las Vegas, NV, 2007.

## SPATH &amp; DEMUß 2006

Spath, D.; Demuß, L.: Entwicklung hybrider Produkte - Gestaltung materieller und immaterieller Leistungsbündel. In: Bullinger, H.-J. et al. (Hrsg.): *Service Engineering. Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. 2. Auflage. Berlin: Springer 2006, S. 463-502. ISBN: 978-3-540-25324-2.

## SPATH &amp; WARSCHAT 2009

Spath, D.; Warschat, J.: Innovation durch neue Technologien. In: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): *Fokus Technologie*. München: Hanser 2009, S. 1-12. ISBN: 978-3-446-41793-9.

## SRUMF 2006

Srumf, R.: Outsourcing der globalen After-Sales-Logistik — Trend mit Nutzen oder Risiko? In: Barkawi, K. et al. (Hrsg.): *Erfolgreich mit After Sales Services*. Berlin: Springer 2006, S. 299-311. ISBN: 978-3-540-27999-0.

## STEWARD 1981

Steward, D.: The Design structure system: A method for managing the design of complex systems. *IEEE Transactions on Engineering Management* 28 (1981) 3, S. 71-74.

## STIFTUNG MERCATOR 2008

Stiftung Mercator: *Schlüsselqualifikationen plus: Ein Wettbewerb zur Förderung von Exzellen in der akademischen Lehre*. Essen: 2008.

## STOLL et al. 2010

Stoll, K.; Gausemeier, J.; Reymann, F.: Methodische Planung und Konzipierung von kundenspezifischen Sach- und Dienstleistungen. *werkstattstechnik online* 100 (2010) 9, S. 710-717.

## STRAUB 2011

Straub, A. A.: Maintenance contractors acting as service innovators. *Construction Innovation: Information, Process, Management* 11 (2011) 2, S. 179-189.



SUNDIN et al. 2009

Sundin, E.; Lindahl, M.; Ijomah, W.: Product design for product/service systems: design experiences from Swedish industry. *Journal of Manufacturing Technology Management* 20 (2009) 5, S. 723-753.

TAN & McALOONE 2006

Tan, A. R.; McAlloone, T. C.: Characteristics of Strategies in Produkt/Service-System Development. 9th International Design Conference - DESIGN 2006. Dubrovnik, Kroatien, 2006.

TAN et al. 2007

Tan, A. R.; McAlloone, T. C.; Gall, C.: Product/Service-system development-An explorative case study in a manufacturing company. 16th International Conference on Engineering Design (ICED'07). Paris, Frankreich, 2007.

TEECE 2003

Teece, D. J.: Knowledge and Competence as Strategic Assets. In: Holsapple, C. W. (Hrsg.): *Handbook on Knowledge Management 1: Knowledge Matters*. Berlin: Springer 2003, S. 129-152. ISBN: 3-540-43527-1.

THOMAS et al. 2008

Thomas, O.; Walter, P.; Loos, P.: Product-Service Systems: Konstruktion und Anwendung einer Entwicklungsmethodik [Product-Service Systems: Design and application of a design methodology]. *Wirtschaftsinformatik* 50 (2008) 3, S. 208-219.

TUKKER 2004

Tukker, A.: Eight types of product-service system: Eight ways to sustainability? Experiences from suspronet. *Business Strategy and the Environment* 13 (2004) 4, S. 246 - 260.

TUKKER 2015

Tukker, A.: Product services for a resource-efficient and circular economy - a review. *Journal of Cleaner Production* 97 (2015) S. 76-91.

TUKKER & TISCHNER 2006

Tukker, A.; Tischner, U.: Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. *Journal of Cleaner Production* 14 (2006) 17, S. 1552-1556.

ULRICH & EPPINGER 2012

Ulrich, K. T.; Eppinger, S. D.: *Product Design and Development*. 5. Auflage. New York: McGraw-Hill Education 2012. ISBN: 978-0071259477.

VAIL 1999

Vail, E. F.: Knowledge mapping: getting started with knowledge management. *Information Systems Management* 16 (1999) 4, S. 10-23.

VAN DE WATER & VAN PEET 2006

van de Water, H.; van Peet, H. P.: A decision support model based on the analytic hierarchy process for the make or buy decision in manufacturing. *Journal of Purchasing and Supply Management* 12 (2006) 5, S. 258-271.

VANDERMERWE & RADA 1988

Vandermerwe, S.; Rada, J.: Servitization of business: Adding value by adding services. *European Management Journal* 6 (1988) 4, S. 314-324.

## VARGO &amp; LUSCH 2004

Vargo, S. L.; Lusch, R. F.: Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of marketing* 68 (2004) 1, S. 1-17.

## VARGO &amp; LUSCH 2008a

Vargo, S. L.; Lusch, R. F.: Service-dominant logic: continuing the evolution. *Journal of the Academy of marketing Science* 36 (2008) 1, S. 1-10.

## VARGO &amp; LUSCH 2008b

Vargo, S. L.; Lusch, R. F.: Why "service"? *Journal of the Academy of Marketing Science* 36 (2008) 1, S. 25-38.

## VASANTHA et al. 2012

Vasantha, G. V. A.; Roy, R.; Lelah, A.; Brissaud, D.: A review of product-service systems design methodologies. *Journal of Engineering Design* 23 (2012) 9, S. 635-659.

## VDI 1993

VDI: VDI 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Berlin: Beuth 1993.

## VDI 2004

VDI: VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme. Düsseldorf: Berlin: Beuth 2004.

## VELAMURI et al. 2011

Velamuri, V. K.; Neyer, A.-K.; Möslein, K. M.: Hybrid value creation: a systematic review of an evolving research area. *Journal für Betriebswirtschaft* 61 (2011) 1, S. 3-35.

## VESTER 2012

Vester, F.: Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. 9. Auflage. München: dtv 2012. ISBN: 978-3-423-33077-0.

## VIANELLO 2011

Vianello, G.: Transfer and Reuse of Knowledge from the Service Phase of Complex Products. Lyngby: DTU, Diss. 2011. ISBN: 978-87-92706-24-9.

## WACH 1994

Wach, J. J.: Problemspezifische Hilfsmittel für die Integrierte Produktentwicklung. München: Hanser 1994. ISBN: 3-446-17889-9. (zugleich München: Technische Universität, Diss. 1993)

## WALLACE et al. 2005

Wallace, K.; Ahmed, S.; Bracewell, R.: Engineering knowledge management. In: Clarkson, J. et al. (Hrsg.): *Design process improvement. A review of current practice*. London: Springer 2005, S. 326-343. ISBN: 978-1-85233-701-8.

## WALLIN 2013

Wallin, J.: Turning Internal Product Knowledge into External Service Offers: Building PSS Capabilities. In: *The Philosopher's Stone for Sustainability*. Berlin: Springer 2013, S. 327-332. ISBN: 978-3-642-32846-6.

WALLIN et al. 2013

Wallin, J.; Chirumalla, K.; Thompson, A.: Developing PSS concepts from traditional product sales situation: the use of business model canvas. In: Meier, H. (Hrsg.): *Product-Service Integration for Sustainable Solutions*. Berlin: Springer 2013, S. 263-274. ISBN: 978-3-642-30819-2.

WANG et al. 2011

Wang, P. P.; Ming, X. G.; Li, D.; Kong, F. B.; Wang, L.; Wu, Z. Y.: Status review and research strategies on product-service systems. *International Journal of Production Research* 49 (2011) 22, S. 6863-6883.

WEBER et al. 2003

Weber, C.; Werner, H.; Deubel, T.: A different view on Product Data Management/Product Life-Cycle Management and its future potentials. *Journal of Engineering Design* 14 (2003) 4, S. 447-464.

WHEELWRIGHT & CLARK 1992

Wheelwright, S. C.; Clark, K. B.: *Revolutionizing product development. Quantum leaps in speed, efficiency, and quality*. New York: Free Press 1992. ISBN: 0-02-905515-6.

WICKEL et al. 2013

Wickel, M. C.; Schenkl, S. A.; Schmidt, D. M.; Hense, J.; Mandl, H.; Maurer, M.: Knowledge structure maps based on Multiple Domain Matrices. *InImpact: The Journal of Innovation Impact* 5 (2013) 1, S. 5-16.

WILDNER 2011

Wildner, S.: *Problemorientiertes Wissensmanagement. Eine Neukonzeption des Wissensmanagements aus konstruktivistischer Sicht*. Lohmar: Eul 2011. ISBN: 978-3-8349-1941-0. (zugleich Passau: Universität, Diss. 2011)

WILLKE 2011

Willke, H.: *Einführung in das systemische Wissensmanagement*. Heidelberg: Carl-Auer 2011. ISBN: 978-3-89670-824-3.

WITELL & LÖFGREN 2007

Witell, L.; Löfgren, M.: Classification of quality attributes. *Managing Service Quality* 17 (2007) 1, S. 54-73.

WÖHE & DÖRING 2010

Wöhe, G.; Döring, U.: *Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. 24. Auflage. München: Vahlen 2010. ISBN: 978-3-8006-3795-9.

YANG 2003

Yang, C.-C.: Establishment and applications of the integrated model of service quality measurement. *Managing Service Quality* 13 (2003) 4, S. 310-324.

YOON et al. 2012

Yoon, B.; Kim, S.; Rhee, J.: An evaluation method for designing a new product-service system. *Expert Systems with Applications* 39 (2012) 3, S. 3100-3108.

YU et al. 2008

Yu, M.; Zhang, W.; Meier, H.: *Modularization Based Design for Innovative Product-Related Industrial Service*. IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (IEEE/SOLI 2008). Beijing, 2008.

**ZANDER & KOGUT 1995**

Zander, U.; Kogut, B.: Knowledge and the speed of the transfer and imitation of organizational capabilities: An empirical test. *Organization science* 6 (1995) 1, S. 76-92.

**ZELENY 1987**

Zeleny, M.: Management support systems: towards integrated knowledge management. *Human Systems Management* 7 (1987) 1, S. 59-70.

**ZELL & KRIZAN 2014**

Zell, E.; Krizan, Z.: Do People Have Insight Into Their Abilities? A Metasynthesis. *Perspectives on Psychological Science* 9 (2014) 2, S. 111-125.

## 10. Anhang

- 10.1 PSS-Ziele
- 10.2 Checkliste Wissen von PSS-Anbietern
- 10.3 Checkliste produktbegleitende Dienstleistungen
- 10.4 Maßnahmen der Wissensentwicklung
- 10.5 Angeleitete Studienarbeiten im Kontext der Dissertation

### 10.1 PSS-Ziele

<i>Anbieter</i>	<i>Kunde</i>	<i>Gesellschaft</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Differenzierung vom Wettbewerb</li><li>• Nachahmungsschutz</li><li>• Treiber für Innovation</li><li>• Neue Absatzmöglichkeiten</li><li>• Höhere Margen</li><li>• Umsatzwachstum</li><li>• Direkte Kundenbeziehung</li><li>• Langfristige Kundenbeziehung</li><li>• Bessere Nutzung des Unternehmenswissens</li><li>• Verstetigung der Umsätze</li><li>• Vermeidung preisbasierten Wettbewerbs</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Höherer Kundenwert</li><li>• Geringere Verantwortlichkeit</li><li>• Individualisierte Angebote</li><li>• Teilung der Risiken</li><li>• Fokussierung auf Kernkompetenzen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nachhaltigkeit</li><li>• Schaffung bzw. Sicherung von Arbeitsplätzen</li></ul>

## 10.2 Checkliste Wissen von PSS-Anbietern

Checkliste Wissen der Investitionsgüterindustrie, übernommen von PETERMANN [2011, S. 208ff.] und ergänzt durch [VASANTHA et al. 2012, BAINES et al. 2007, BULLINGER & MEIREN 2001] (hinzugefügte Wissens Elemente sind mit einem Stern (\*) gekennzeichnet)

<b>Wissen zu Produktgestalt und -eigenschaften</b>	
<i>Wissen zu Produktgestalt und -eigenschaften umfasst die Gestalt der relevanten Produkte und deren werkstoff- und konstruktionsbedingten Eigenschaften</i>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Gestalt oder Software-code	Das Wissen um die Gestalt eines Produktes umfasst das Wissen um die geometrische Ausprägung des Gesamtproduktes und der Komponenten. Dazu zählt das Wissen über die Position der einzelnen Komponenten ebenso wie das Wissen über deren Gestalt der Schnittstellen zwischen Komponenten (entsprechendes gilt für Softwarecode).
Eigenschaften und Modelle*	Das Wissen über Eigenschaften und Modelle eines PSS ermöglicht Aussagen über dessen Nutzungsverhalten. Neben der Modellierung von Sach- und Dienstleistungen ist die integrative Modellierung von PSS notwendig (z.B. einheitliche Terminologien, visuelle Modellierung etc.)
Stück- und Materiallisten	Dieses Wissen wird benötigt, um stabile Fertigungs-, Wartungs-, Reparatur- und Upgradepläne vorzubereiten und umzusetzen. Das Wissen dazu liegt in der Fähigkeit, lückenlose Stücklisten, Fertigungs- und Montageschritte, Werkzeuge und weitere Ausrüstung zu definieren, die für die Montage, Konstruktion und Produktion benötigt wird.
Kombinationen von Komponenten oder Materialien	Verschiedene Eigenschaften von Komponenten oder Materialien führen dazu, dass diese sich merklich anders verhalten, wenn sie in Kombination miteinander benutzt werden
Komponenten- und Materialwahl	Das Wissen um die Wahl der richtigen Komponenten und Materialien für ein technisches Produkt ist zentral für die Produktentwicklung. Es beinhaltet die Fähigkeit verschiedene Materialien und Komponenten durch Sichtung zu erkennen.
Sach-Dienstleistungs-Struktur*	Wissen, über die Kombination von Sach- und Dienstleistungselementen, gegenseitige Wechselwirkungen sowie das Verhalten des Gesamtsystems
Service Engineering*	Wissen über spezielle Methoden der Dienstleistungsentwicklung

<b>Wissen zu Prozessabläufen</b>	
<i>Wissen zu Prozessabläufen umfasst das Wissen um festgelegte Arbeitsabläufe. Diese bestehen aus mehreren Einzelschritten, die nötig sind, um in einem Unternehmen gute und kundenwerte Produkte entwickeln, fertigen, verkaufen und warten zu können.</i>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Dokumentation	Das Wissen um Dokumentationsmethoden und -standards, die das Produkt oder die innere Funktion von Maschinen und physikalischen Systemen repräsentieren. (z. B. Flussdiagramme, Prozessdiagramme, 3D-Modelle, Karten, Pläne etc.).
Normung	Zusätzlich zu Industrienormen (IEC, API), nationalen Normen (z. B. DIN, VDE), internationalen Normen (ISO, IEC) und staatlichen Verordnungen zur technischen Arbeit, können Unternehmen auch eigene interne Normen festsetzen. Das dazugehörige Wissen liegt in der gewinnbringenden Nutzung dieser Normen.
Messungen, Tests oder Überprüfung	Das Wissen um Testverfahren, Messinstrumente und Inspektionsverfahren beinhaltet auch das Wissen über Datenerfassung, -verarbeitung und -speicherung. Auch das Wissen um Ergebnispräsentation, Kalibrierung von Instrumenten und die Qualitätssicherung der Messprozesse zählt zu diesem Wissensinhalt.
Handwerkliche Grundlagen	Handwerkliche Grundlagen sind maßgeblich für die generelle Fähigkeit zur Produktfertigung und -montage. Sie beinhalten das Wissen um Produktionsstörungen, ihre sicht- oder hörbaren Erscheinungsmerkmale und andere Auffälligkeiten, die auf aktuelle oder zukünftige Probleme hinweisen.
Fertigung und Montage	Das Wissen zur Fertigung und Montage von Produkten beinhaltet Wissen um einzelne Fertigungs- und Montageverfahren und deren qualitativ hochwertige Nutzung. Ebenso beinhaltet ist das Wissen über benötigte Zeit, Kosten und Ressourcen einzelner Fertigungs- oder Montageschritte.
Software-Programmierung	Dieses Wissen umfasst die Programmiertechniken, sowie das Wissen um benötigte Zeit, Kosten und Ressourcen.
Handhabung der Arbeitsumgebung	Die Handhabung der Arbeitsumgebung schließt Fehlerbeseitigung, Qualitätskontrolle und Sicherheit ein. Die Kontrolle der Arbeitsumgebung kann z. B. durch das Sicherstellen der Verfügbarkeit von Materialien und Werkzeugen erreicht werden oder durch ein System von technischen Standards, deren Einhaltung von bestimmten Mitarbeitern überprüft wird.

<b>Wissen zu Prozessabläufen (Fortsetzung)</b>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Werkzeuge und deren Einsatz	Das Wissen um Werkzeuge und deren Einsatz enthält Werkzeuge für Fertigung und Montage ebenso wie Werkzeuge für Instandhaltung und Betrieb.
Beschaffung von Komponenten und Materialien	Ein umfassendes Wissen über die Beschaffung von Komponenten und Materialien ist in vielen Fällen eine Voraussetzung für die termingerechte und qualitativ ausreichende Fertigung technischer Produkte.
Informationsgewinnung	Das Auffinden von technischen Informationen in einer großen Masse von (größtenteils irrelevanten) schriftlichen Dokumentationen und die Interpretation und Aufbereitung dieser ist eine Aufgabe, die viel Erfahrungswissen erfordert.
Ressourcenmanagement	Ingenieure müssen oft Entscheidungen über die effiziente Nutzung von Ressourcen treffen. Das Wissen um die kosten- und umweltoptimale Ressourcennutzung ist häufig die Basis für kommerziell erfolgreiche Produkte.

<b>Wissen zu den Gründen von Gestaltungsentscheidungen (Design Rationale)</b>	
<i>Bei der Gestaltung von Investitionsgütern treffen Entwicklungsingenieure auf Basis dieses Wissens Entscheidungen für oder gegen bestimmte Gestaltungsalternativen.</i>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Demontage und Zusammenbau	Demontage und Zusammenbau werden häufig für Inspektionen, den Einbau von verbesserten Komponenten und für Reparaturen benötigt. Ausreichendes Wissen hierzu, auch in der Entwicklung und Konstruktion, erhöht die Wirtschaftlichkeit bei Fertigung, Wartung und Service.
Versagensarten (Produkt)	Ohne ausreichendes Wissen um mögliche Versagensarten des Produktes können Entwicklungsingenieure nur sehr schwer richtige Gestaltungsentscheidungen treffen. Versagensarten beschreiben dabei, welche Komponente wie versagt. Versagenssymptome beschreiben, anhand welcher Indizien Versagensfälle prognostiziert werden können.
Versagensarten (Komponenten, Material)	Siehe Versagensarten (Produkt)



<b>Wissen zu den Gründen von Gestaltungsentscheidungen (Fortsetzung)</b>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Eigenschaftsvorhersage, Simulation	Dieses Wissen ermöglicht es, zukünftige Produkteigenschaften aufgrund der Analyse heutiger Bedingungen vorherzusagen und ihnen zuvorzukommen. Es beinhaltet das Wissen um Simulationsmethoden zur Berechnung zukünftiger Produkteigenschaften.
Gestaltungsphilosophie	Dieses Wissen beschreibt implizite Gründe für Gestaltungsentscheidungen, die sich durch Erfahrung, Übung und Beobachtung innerhalb eines Unternehmens entwickeln. Die Gestaltungsphilosophie beinhaltet das Wissen um die wichtigen und unwichtigen Gründe für Gestaltungsentscheidungen für jedes Produkt, und ermöglicht darüber eine Priorisierung bei der Entscheidungsfindung.
Frühere Konstruktionen ähnlicher Produkte	Bei Investitionsgütern basieren neue Konstruktionen häufig auf früheren eigenen Produkten, aber auch auf verworfenen internen Entwürfen. Das Wissen hierüber erleichtert Gestaltungsentscheidungen sehr.
Einsatzrandbedingungen	Wissen über die Einsatzrandbedingungen des PSS, dessen Umgebungsbedingungen und entsprechende Zusammenhänge. Je nach Ausprägung des PSS übernimmt der PSS-Anbieter Verantwortung für Betrieb und Betriebsrisiken, womit dieses Wissen für den Anbieter Relevanz gewinnt*

<b>Wissen zu Produktfunktionen</b>	
<i>Wissen zu Produktfunktionen umfasst die von Produktgestalt und Produkteigenschaften unabhängigen Aufgaben und Funktionen, die durch das Produkt erfüllt werden (sollen).</i>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Kundenbedürfnisse	Kundenbedürfnisse können sowohl technischer, sozialer als auch wirtschaftlicher Natur sein. Das Wissen über möglichst alle Kundenbedürfnisse ist wertvoll für eine Einschätzung technologischer Anforderungen an ein Produkt und seiner Marktchancen.

<b>Wissen zu Produktfunktionen</b>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Versagenssymptome	Versagenssymptome beschreiben, anhand welcher Indizien Versagensfälle prognostiziert werden können. Problemindikatoren und Versagenssymptome können ungewöhnliche Geräusche, Gerüche, Hitze oder sichtbare Teile (Rauch, Staub, Partikel, Splitter etc.) sein. Auch Messgeräte und Kommentare von Bedienpersonen können Hinweise auf ein Versagen des Produktes geben.
Funktionale Modelle	Funktionale Modelle von technischem und kommerziellem Produktverhalten oder technischer und kommerzieller Produktleistung werden für viele Anwendungen benötigt. Das Wissen über die funktionalen Zusammenhänge eines Produktes ermöglicht eine gestaltungabhängige Auseinandersetzung mit den Kundenbedürfnissen und ist damit eine wichtige Voraussetzung für Kundennähe in sich verändernden Märkten.

<b>Wissen zu organisatorischen Zusammenhängen und Ansprechpartnern</b>	
<i>In immer kürzer werdenden Innovationszyklen gewinnt neben Fachwissen immer mehr das Wissen um den schnellen Zugriff auf vorhandenes Wissen an Bedeutung.</i>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Vorhersage menschlichen Verhaltens	Die Fähigkeit, menschliches Verhalten im Unternehmen vorzusehen, wird in ihrer Wichtigkeit oft unterschätzt. Dieses Wissen kann in Entwicklungsprojekten zu großen Vorteilen in Zeit- und Ressourcenplanung führen.
Quellen für Ingenieurwissen und -fähigkeiten	Das Wissen darüber, wen man fragen muss, um auf bestimmtes Wissen zugreifen zu können, ist ebenso wichtig, wie das Wissen selbst. Insbesondere das Wissen über den Zugang auf nicht allgemein zugängliche Wissensgüter wie Ingenieurwissen und -fähigkeiten ist sehr wertvoll.

<b>Wissen zu Lebenszyklus und Betrieb von Produkten</b>	
<i>Zur Gestaltung technologisch führender und kommerziell erfolgreicher Produkte ist ein umfangreiches Wissen über Lebenszyklus und Betrieb von Produkten unerlässlich.</i>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Verkauf	Für den Verkauf eines Produktes ist Wissen über angemessene Repräsentationstechniken für das Produkt nötig, aber auch über die käuferrelevanten Produktraspekte.

<b>Wissen zu Lebenszyklus und Betrieb von Produkten</b>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Anwendungen	Wissen über die Anwendungen eines zu entwickelnden Produktes ist in vielen Fällen eine Grundvoraussetzung für das Design eines guten Produktes. Dieses Wissen ist häufig hoch speziell und schwer zu beschaffen, da es primär bei Kunden vorliegt.
Betrieb	Das Wissen, wie das Produkt betrieben werden muss, um eine gewünschte Leistung zu erbringen und Beschädigungen zu vermeiden, beinhaltet auch das Wissen, wie Betriebsprobleme erkannt werden, wie das Produkt in Betrieb genommen oder stillgelegt wird und wie man das Produkt vor den Umgebungsbedingungen schützen kann.
Instandhaltung	Das Wissen um Instandhaltungsverfahren für individuelle Komponenten und das fertige Produkt beinhaltet auch das Wissen um die benötigte Qualifikation der Arbeiter, adäquate Wartungsplanung, Ersatzteilmanagement, Beschaffung und Logistik.
Reparatur und Modifizierung	Das Wissen über Reparaturmethoden ist essenziell, um ein beschädigtes Produkt wieder arbeitsfähig zu machen. Modifizierungen des Produktes sind oft wesentlich, um verbesserte Leistungen bei einer bestimmten Anwendung zu erreichen. Das Wissen um Modifizierungen liegt oft bei den Nutzern und kann den Herstellern oder Produzenten unbekannt sein.
Diagnose	Das Wissen um die technischen Methoden der Datensammlung und -analyse zu Gründen für einen Leistungsverlust oder ein Versagen ist oft nur über lange Zeit aufzubauen.
Verpackung, Lagerung, Transport	Das Wissen über Verpackung, Lagerung und Transport beinhaltet Wissen über die entsprechenden Materialien und Techniken, die Etikettierung sowie die Produkt- und Chargenidentifikation.
Wartungs- und Reparaturbedarf*	Das Wissen über planmäßige Wartungen und außerplanmäßige Reparaturen sowie den Bedarf an Verbrauchsgütern und Wechselbedarf von Ersatzteilen
PSS-Auflösung*	Wissen über die PSS-Auflösung sowie mögliche Wiedereinsatz von Sachleistungselementen nach Aufarbeitung, Modernisierung oder Reinigung
Wirtschaftliche Risiken*	Wissen über die mit dem Einsatz des PSS verbundenen Risiken (z. B. Reparaturbedarf, Frühausfälle, Nutzungsschwankungen, Lebensdauer)

<b>Wissen zu Lebenszyklus und Betrieb von Produkten</b>	
<b>Wissensinhalt</b>	<b>Erläuterung</b>
Kultureller Hintergrund des Kunden*	Wissen über den sozialen und kulturellen Hintergrund ist für die erfolgreich Interaktion mit dem Kunden notwendig.
Lebenszykluskosten*	Das Wissen über die Kosten, die während des gesamten PSS-Lebenszyklus verursacht werden (periodisch, nicht-periodisch, versteckte Kosten, allgemeine Betriebskosten, Entsorgungskosten)

*Domänenwissen in Anlehnung an [CZICHOS & HENNECKE 2012]*

<b>Domänenwissen</b>	
<i>Zur erfolgreichen Bearbeitung von Aufgaben ist häufig Grundlagen- oder Expertenwissen innerhalb einer bestimmten Domäne notwendig.</i>	
<b>Modul</b>	<b>Fachgebiete</b>
Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik und Statistik</li> <li>• Physik</li> <li>• Chemie</li> </ul>
Ökonomisch-rechtliche Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebswirtschaft</li> <li>• Management</li> <li>• Normung</li> <li>• Recht</li> <li>• Patente</li> </ul>
Technologische Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffe</li> <li>• Technische Mechanik</li> <li>• Technische Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Messtechnik</li> <li>• Regelungs- und Steuerungstechnik</li> <li>• Technische Informatik</li> </ul>
Grundlagen für Sach- und Dienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung und Konstruktion</li> <li>• Produktion</li> </ul>

### 10.3 Checkliste produktbegleitende Dienstleistungen

Produktbegleitende Dienstleistungen in Anlehnung an [GAIARDELLI et al. 2014, BURIANEK 2009, S. 16, HUSEN 2007, S. 23]

	Dienstleistung	Erläuterung
Beschaffung	Finanzierungsdienstleistungen	Der PSS-Anbieter unterstützt den Kunden in der Finanzierung des Produkts, beispielsweise durch das Anbieten oder Vermitteln von Finanzierungskonzepten.
	Beratung: produktorientiert, prozessorientiert und geschäftsorientiert	Der PSS-Anbieter berät den Kunden hinsichtlich des anzuschaffenden PSS sowie dessen Integration ins Kundenunternehmen. Beispiele hierfür sind Bedarfsanalysen, Systemanalysen, Wirtschaftlichkeitsanalysen, Produktdemonstrationen, Testgeräte.
Nutzung	Lieferung	Der PSS-Anbieter transportiert die Sachleistung zum Kunden bzw. dem Verwendungsort.
	Installation, Inbetriebnahme, Übergabe	Der PSS-Anbieter übernimmt die Installation der Sachleistung, nimmt sie in Betrieb und übergibt sie an den Kunden.
	Dokumentation	Der PSS-Anbieter liefert technische Dokumentation hinsichtlich Installation, Nutzung, Wartung, Reparatur oder die Demontage.
	Ersatzteile und Verbrauchsmaterialien	Der PSS-Anbieter versorgt den Kunden mit Ersatzteilen und Verbrauchsmaterialien. Ersatzteile können dabei Neuteile oder aufgearbeitete Gebrauchtteile sein. Die kann durch den bedarfsorientierten Verkauf von Ersatzteilen und Verbrauchsmaterialien umgesetzt werden oder ein ganzheitliches Ersatzteilmanagement.
	Upgrades/Updates	Der PSS-Anbieter wertet bestehende Sachleistungen auf oder modernisiert diese durch neue Hard- und Software.
	Help Desk: produktorientiert, prozessorientiert und geschäftsorientiert	Das Help Desk bietet Informationen und Unterstützung hinsichtlich der Produktnutzung, Wartung, und Reparatur über Telefon, Email oder Onlinedienste.
	Training: produktorientiert, prozessorientiert und geschäftsorientiert	Schulungen helfen dem Kunden und dessen Mitarbeitern, die Leistungsfähigkeit des Produktes bestmöglich auszunutzen, den sicheren Betrieb zu ermöglichen oder das Produkt in die weiteren Unternehmensabläufe zu integrieren.

	<b>Dienstleistung</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>Nutzung (Fortsetzung)</b>	Beratung: produktorientiert, prozessorientiert und geschäftsorientiert	Der PSS-Anbieter berät den Kunden hinsichtlich der Produktnutzung, seiner Produktentwicklung oder in der Verbesserung seiner Geschäftsabläufe. Beispiele sind Produktionsoptimierungen, Personalvermittlung oder F&E-Dienstleistungen.
	Maschinenverleih	Der Kunde kann, neben den ständig verfügbaren Sachleistungen, zusätzliche Sachleistungen bei Bedarf mieten, z. B. für eine temporäre Kapazitätserweiterung oder zur Erfüllung besonderer Aufgaben.
	Inspektion und Diagnose	Der PSS-Anbieter unterstützt den Kunden durch Inspektion, Überprüfung oder Diagnose (vor Ort in den Betriebsstätten des Kunden, am Verwendungsort oder über Fernwartungssysteme).
	Reparatur und Wartung	Der PSS-Anbieter übernimmt Reparatur und Wartung, in den Betriebsstätten des Kunden oder am Verwendungsort, vor Ort oder über Fernwartungssysteme, geplant oder durch 24 h-Notfalldienst. Reparaturen können über Garantien im Einklang mit den gesetzlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen abgedeckt sein.
	Erweiterte Garantien	Durch Zahlung einer Pauschale übernimmt der PSS-Anbieter alle Reparaturen innerhalb eines definierten Zeitraums.
	Vollwartungsvertrag	Der PSS-Anbieter ist für die Sicherstellung der Betriebsbereitschaft vollumfänglich verantwortlich.
<b>Auflösung</b>	Rücknahme, Recycling	Der PSS-Anbieter übernimmt z. B. Demontage, Rückbau, Abtransport und Recycling oder Entsorgung
	Modernisierung, Aufarbeitung, Reinigung, Aufbewahrung	Zurückgenommene Systeme werden nach Modernisierung, Aufarbeitung, Reinigung und/oder Aufbewahrung weiterverkauft oder in einem PSS einem neuen Kunden zur Verfügung gestellt.

## 10.4 Maßnahmen der Wissensentwicklung

Maßnahmen der Wissensentwicklung in Anlehnung an [LEHNER 2012, PROBST et al. 2012, GERHARDS & TRAUNER 2011, BÖHMANN & KRUMHOLTZ 2002, SCHÜPPEL 1996]

<b>Repräsentation von Wissen</b>	
<b>Zielsetzung</b>	<b>Maßnahme</b>
Verbreitung von bewährtem Wissen, Entwicklung neuen Wissens aus Projekterfahrungen	Lessons Learned und Best Practices: Dokumentation Problemen und Lösungen sowie Erfolge in Projekten
Transparenz über vorhandenes Wissen	Wissenslandkarten

<b>Kommunikation von Wissen</b>	
<b>Zielsetzung</b>	<b>Maßnahme</b>
Wissen im Unternehmen verteilen	Job Rotation
Wissenstransfer in dialogorientierten Prozess	Wissenstandems bestehend aus erfahrenem und neuen Mitarbeiter, Mentoring, Patenkonzept
Wissenskommunikation im informellen Rahmen	Kaffeeecken
Ermöglichen der horizontalen und vertikalen Kommunikation	Kommunikationsforen
Gezielte Kommunikation von Erfahrungswissen	Diskussionsforen als IT-Plattform mit Fragen und Antworten der Mitarbeiter
Schnelles Auffinden fachlich richtiger Ansprechpartner	Expertenverzeichnis (Yellow Pages)
Austausch von Wissen in einer Gruppe in einem ähnlichen Aufgabengebiet	Communities of Practice
Schnelle und effiziente Verbreitung von Wissen	Wissensmultiplikation durch Schulungen, Vorträge oder Dokumentation
Erleichterung des Wissensaustauschs	Wissensfördernde Organisation durch Beseitigung von räumlichen, organisatorischen, geografischen und funktionalen Hemmnissen der Wissenskommunikation

<b>Generierung von Wissen</b>	
<b>Zielsetzung</b>	<b>Maßnahme</b>
Internalisierung externen Wissens	Akquisition neuer Mitarbeiter
	Einkauf externer Experten/Berater
Nutzung externen Wissens	Wissensakquisition durch Unternehmensübernahmen oder -allianzen
Entwicklung des Wissens durch Anregung neuen Ideen	Kreativitätstechniken (Brainstorming, Methode 6-3-5, Osbourne-Checkliste uvm.)
Erhöhung der Wissensstufe	Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern (z. B. zu Projektmanagement oder Kommunikation)
Selbstständigen Wissensaufbau der Mitarbeiter unterstützen	Unterstützung von Lernprozessen (individuell und kollektiv)
Wissensaufbau in Einzelberatung	Coaching
Aktivierung latent vorhandener Wissenspotenziale	Übertragung von Verantwortung: Einheit von Aufgaben und Mitarbeiterwissen
Förderung der selbstständigen Aneignung von Wissen durch Mitarbeiter	Selbststudium

## 10.5 Angeleitete Studienarbeiten im Kontext der Dissertation

- Spörl, Sebastian: Auswahl und Gewichtung von Entscheidungskriterien in der PSS-Planung. Unveröffentlichte Bachelorarbeit, Technische Universität München (2012).
- Bruse, Florian: Nachahmungsschutz durch Produkt-Service-Systeme in der Investitionsgüterindustrie. Unveröffentlichte Bachelorarbeit, Technische Universität München (2013).
- Dahlmann, Patrick: Ableitung von Maßnahmen zur Entwicklung des Unternehmenswissens aus matrixbasierten Wissenslandkarten. Unveröffentlichte Bachelorarbeit, Technische Universität München (2013).
- Elser, Hannes: Development and validation of a method to assess innovativeness of PSS. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Technische Universität München (2013).
- Malaschewski, Oliver: Entwicklung eines Entscheidungsprozesses für die PSS-Planung. Unveröffentlichte Semesterarbeit, Technische Universität München (2014).
- Sauer, Roman: Erstellung eines Ordnungsrahmens für technologieinduzierte Produkt-Service-Systeme. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Technische Universität München (2013).
- Schockenhoff, Damian: Wissensbewertung in der Entwicklung von Produkt-Service-Systemen. Unveröffentlichte Semesterarbeit, Technische Universität München (2013).
- Schultz, Bernhard: Entwicklung einer Methodik zur Wissensidentifikation in Entwicklungsprojekten. Unveröffentlichte Masterarbeit, Technische Universität München (2013).



# 11. Dissertationsverzeichnis des Lehrstuhls für Produktentwicklung

Lehrstuhl für Produktentwicklung

Technische Universität München, Boltzmannstraße 15, 85748 Garching

Dissertationen betreut von

- Prof. Dr.-Ing. W. Rodenacker,
- Prof. Dr.-Ing. K. Ehrlenspiel und
- Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann

- D1 COLLIN, H.:  
Entwicklung eines Einwalzenkalenders nach einer systematischen Konstruktionsmethode. München: TU, Diss. 1969.
- D2 OTT, J.:  
Untersuchungen und Vorrichtungen zum Offen-End-Spinnen.  
München: TU, Diss. 1971.
- D3 STEINWACHS, H.:  
Informationsgewinnung an bandförmigen Produkten für die Konstruktion der Produktmaschine.  
München: TU, Diss. 1971.
- D4 SCHMETTOW, D.:  
Entwicklung eines Rehabilitationsgerätes für Schwerstkörperbehinderte.  
München: TU, Diss. 1972.
- D5 LUBITZSCH, W.:  
Die Entwicklung eines Maschinensystems zur Verarbeitung von chemischen Endlosfasern.  
München: TU, Diss. 1974.
- D6 SCHEITENBERGER, H.:  
Entwurf und Optimierung eines Getriebesystems für einen Rotationsquerschneider mit allgemeingültigen Methoden.  
München: TU, Diss. 1974.
- D7 BAUMGARTH, R.:  
Die Vereinfachung von Geräten zur Konstanthaltung physikalischer Größen.  
München: TU, Diss. 1976.
- D8 MAUDERER, E.:  
Beitrag zum konstruktionsmethodischen Vorgehen durchgeführt am Beispiel eines Hochleistungsschalter-Antriebs.  
München: TU, Diss. 1976.
- D9 SCHÄFER, J.:  
Die Anwendung des methodischen Konstruierens auf verfahrenstechnische Aufgabenstellungen.  
München: TU, Diss. 1977.
- D10 WEBER, J.:  
Extruder mit Feststoffpumpe – Ein Beitrag zum Methodischen Konstruieren.  
München: TU, Diss. 1978.
- D11 HEISIG, R.:  
Längencodierer mit Hilfsbewegung.  
München: TU, Diss. 1979.

- D12 KIEWERT, A.:  
Systematische Erarbeitung von Hilfsmitteln zum kostenarmen Konstruieren.  
München: TU, Diss. 1979.
- D13 LINDEMANN, U.:  
Systemtechnische Betrachtung des Konstruktionsprozesses unter besonderer Berücksichtigung der Herstellkostenbeeinflussung beim Festlegen der Gestalt.  
Düsseldorf: VDI-Verlag 1980. (Fortschritt-Berichte der VDI-Zeitschriften Reihe 1, Nr. 60).  
Zugl. München: TU, Diss. 1980.
- D14 NJOYA, G.:  
Untersuchungen zur Kinematik im Wälzlager bei synchron umlaufenden Innen- und Außenringen.  
Hannover: Universität, Diss. 1980.
- D15 HENKEL, G.:  
Theoretische und experimentelle Untersuchungen ebener konzentrisch gewellter Kreisringmembranen.  
Hannover: Universität, Diss. 1980.
- D16 BALKEN, J.:  
Systematische Entwicklung von Gleichlaufgelenken.  
München: TU, Diss. 1981.
- D17 PETRA, H.:  
Systematik, Erweiterung und Einschränkung von Lastausgleichslösungen für Standgetriebe mit zwei Leistungswegen – Ein Beitrag zum methodischen Konstruieren.  
München: TU, Diss. 1981.
- D18 BAUMANN, G.:  
Ein Kosteninformationssystem für die Gestaltungsphase im Betriebsmittelbau.  
München: TU, Diss. 1982.
- D19 FISCHER, D.:  
Kostenanalyse von Stirnzahnrädern. Erarbeitung und Vergleich von Hilfsmitteln zur Kostenfrüherkennung.  
München: TU, Diss. 1983.
- D20 AUGUSTIN, W.:  
Sicherheitstechnik und Konstruktionsmethodiken – Sicherheitsgerechtes Konstruieren.  
Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz 1985. Zugl. München: TU, Diss. 1984.
- D21 RUTZ, A.:  
Konstruieren als gedanklicher Prozess.  
München: TU, Diss. 1985.
- D22 SAUERMAN, H. J.:  
Eine Produktkostenplanung für Unternehmen des Maschinenbaues.  
München: TU, Diss. 1986.
- D23 HAFNER, J.:  
Entscheidungshilfen für das kostengünstige Konstruieren von Schweiß- und Gussgehäusen.  
München: TU, Diss. 1987.
- D24 JOHN, T.:  
Systematische Entwicklung von homokinetischen Wellenkupplungen.  
München: TU, Diss. 1987.
- D25 FIGEL, K.:  
Optimieren beim Konstruieren.  
München: Hanser 1988. Zugl. München: TU, Diss. 1988 u. d. T.: Figel, K.: Integration automatisierter Optimierungsverfahren in den rechnerunterstützten Konstruktionsprozess.

## Reihe Konstruktionstechnik München

- D26 TROPSCHUH, P. F.:  
Rechnerunterstützung für das Projektieren mit Hilfe eines wissensbasierten Systems.  
München: Hanser 1989. (Konstruktionstechnik München, Band 1). Zugl. München: TU, Diss. 1988 u. d.  
T.: Tropschuh, P. F.: Rechnerunterstützung für das Projektieren am Beispiel Schiffsgetriebe.
- D27 PICKEL, H.:  
Kostenmodelle als Hilfsmittel zum Kostengünstigen Konstruieren.  
München: Hanser 1989. (Konstruktionstechnik München, Band 2). Zugl. München: TU, Diss. 1988.
- D28 KITTSTEINER, H.-J.:  
Die Auswahl und Gestaltung von kostengünstigen Welle-Nabe-Verbindungen.  
München: Hanser 1990. (Konstruktionstechnik München, Band 3). Zugl. München: TU, Diss. 1989.
- D29 HILLEBRAND, A.:  
Ein Kosteninformationssystem für die Neukonstruktion mit der Möglichkeit zum Anschluss an ein CAD-  
System.  
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 4). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D30 DYLLA, N.:  
Denk- und Handlungsabläufe beim Konstruieren.  
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 5). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D31 MÜLLER, R.  
Datenbankgestützte Teileverwaltung und Wiederholteilsuche.  
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 6). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D32 NEESE, J.:  
Methodik einer wissensbasierten Schadenanalyse am Beispiel Wälzlagerungen.  
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 7). Zugl. München: TU, Diss. 1991.
- D33 SCHAAL, S.:  
Integrierte Wissensverarbeitung mit CAD – Am Beispiel der konstruktionsbegleitenden Kalkulation.  
München: Hanser 1992. (Konstruktionstechnik München, Band 8). Zugl. München: TU, Diss. 1991.
- D34 BRAUNSPERGER, M.:  
Qualitätssicherung im Entwicklungsablauf – Konzept einer präventiven Qualitätssicherung für die Auto-  
mobilindustrie.  
München: Hanser 1993. (Konstruktionstechnik München, Band 9). Zugl. München: TU, Diss. 1992.
- D35 FEICHTER, E.:  
Systematischer Entwicklungsprozess am Beispiel von elastischen Radialversatzkupplungen.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 10). Zugl. München: TU, Diss. 1992.
- D36 WEINBRENNER, V.:  
Produktlogik als Hilfsmittel zum Automatisieren von Varianten- und Anpassungskonstruktionen.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 11). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D37 WACH, J. J.:  
Problemspezifische Hilfsmittel für die Integrierte Produktentwicklung.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 12). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D38 LENK, E.:  
Zur Problematik der technischen Bewertung.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 13). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D39 STUFFER, R.:  
Planung und Steuerung der Integrierten Produktentwicklung.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 14). Zugl. München: TU, Diss. 1993.

- D40 SCHIEBELER, R.:  
Kostengünstig Konstruieren mit einer rechnergestützten Konstruktionsberatung.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 15). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D41 BRUCKNER, J.:  
Kostengünstige Wärmebehandlung durch Entscheidungsunterstützung in Konstruktion und Härterei.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 16). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D42 WELLNIAK, R.:  
Das Produktmodell im rechnerintegrierten Konstruktionsarbeitsplatz.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 17). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D43 SCHLÜTER, A.:  
Gestaltung von Schnappverbindungen für montagegerechte Produkte.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 18). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D44 WOLFRAM, M.:  
Feature-basiertes Konstruieren und Kalkulieren.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 19). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D45 STOLZ, P.:  
Aufbau technischer Informationssysteme in Konstruktion und Entwicklung am Beispiel eines elektronischen Zeichnungsarchives.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 20). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D46 STOLL, G.:  
Montagegerechte Produkte mit feature-basiertem CAD.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 21). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D47 STEINER, J. M.:  
Rechnergestütztes Kostensenken im praktischen Einsatz.  
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 22). Zugl. München: TU, Diss. 1995.
- D48 HUBER, T.:  
Senken von Montagezeiten und -kosten im Getriebebau.  
München: Hanser 1995. (Konstruktionstechnik München, Band 23). Zugl. München: TU, Diss. 1995.
- D49 DANNER, S.:  
Ganzheitliches Anforderungsmanagement für marktorientierte Entwicklungsprozesse.  
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 24). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D50 MERAT, P.:  
Rechnergestützte Auftragsabwicklung an einem Praxisbeispiel.  
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 25). Zugl. München: TU, Diss. 1996 u. d. T.: MERAT, P.: Rechnergestütztes Produktleitsystem
- D51 AMBROSY, S.:  
Methoden und Werkzeuge für die integrierte Produktentwicklung.  
Aachen: Shaker 1997. (Konstruktionstechnik München, Band 26). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D52 GIAPOULIS, A.:  
Modelle für effektive Konstruktionsprozesse.  
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 27). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D53 STEINMEIER, E.:  
Realisierung eines systemtechnischen Produktmodells – Einsatz in der Pkw-Entwicklung  
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 28). Zugl. München: TU, Diss. 1998.
- D54 KLEEDÖRFER, R.:  
Prozess- und Änderungsmanagement der Integrierten Produktentwicklung.  
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 29). Zugl. München: TU, Diss. 1998.

- D55 GÜNTHER, J.:  
Individuelle Einflüsse auf den Konstruktionsprozess.  
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 30). Zugl. München: TU, Diss. 1998.
- D56 BIERSACK, H.:  
Methode für Krafteinleitungsstellenkonstruktion in Blechstrukturen.  
München: TU, Diss. 1998.
- D57 IRLINGER, R.:  
Methoden und Werkzeuge zur nachvollziehbaren Dokumentation in der Produktentwicklung.  
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 31). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D58 EILETZ, R.:  
Zielkonfliktmanagement bei der Entwicklung komplexer Produkte – am Bsp. PKW-Entwicklung.  
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 32). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D59 STÖSSER, R.:  
Zielkostenmanagement in integrierten Produkterstellungsprozessen.  
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 33). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D60 PHLEPS, U.:  
Recyclinggerechte Produktdefinition – Methodische Unterstützung für Upgrading und Verwertung.  
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 34). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D61 BERNARD, R.:  
Early Evaluation of Product Properties within the Integrated Product Development.  
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 35). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D62 ZANKER, W.:  
Situative Anpassung und Neukombination von Entwicklungsmethoden.  
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 36). Zugl. München: TU, Diss. 1999.

### Reihe Produktentwicklung München

- D63 ALLMANSBERGER, G.:  
Erweiterung der Konstruktionsmethodik zur Unterstützung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 37). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D64 ASSMANN, G.:  
Gestaltung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.  
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 38). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D65 BICHLMAIER, C.:  
Methoden zur flexiblen Gestaltung von integrierten Entwicklungsprozessen.  
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 39). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D66 DEMERS, M. T.:  
Methoden zur dynamischen Planung und Steuerung von Produktentwicklungsprozessen.  
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 40). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D67 STETTER, R.:  
Method Implementation in Integrated Product Development.  
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 41). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D68 VIERTLBÖCK, M.:  
Modell der Methoden- und Hilfsmiteleinführung im Bereich der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 42). Zugl. München: TU, Diss. 2000.

- D69 COLLIN, H.:  
Management von Produkt-Informationen in kleinen und mittelständischen Unternehmen.  
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 43). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D70 REISCHL, C.:  
Simulation von Produktkosten in der Entwicklungsphase.  
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 44). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D71 GAUL, H.-D.:  
Verteilte Produktentwicklung - Perspektiven und Modell zur Optimierung.  
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 45). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D72 GIERHARDT, H.:  
Global verteilte Produktentwicklungsprojekte – Ein Vorgehensmodell auf der operativen Ebene.  
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 46). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D73 SCHOEN, S.:  
Gestaltung und Unterstützung von Community of Practice.  
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 47). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D74 BENDER, B.:  
Zielorientiertes Kooperationsmanagement.  
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 48). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D75 SCHWANKL, L.:  
Analyse und Dokumentation in den frühen Phasen der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 49). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D76 WULF, J.:  
Elementarmethoden zur Lösungssuche.  
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 50). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D77 MÖRTL, M.:  
Entwicklungsmanagement für langlebige, upgradinggerechte Produkte.  
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 51). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D78 GERST, M.:  
Strategische Produktentscheidungen in der integrierten Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 52). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D79 AMFT, M.:  
Phasenübergreifende bidirektionale Integration von Gestaltung und Berechnung.  
München: Dr. Hut 2003. (Produktentwicklung München, Band 53). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D80 FÖRSTER, M.:  
Variantenmanagement nach Fusionen in Unternehmen des Anlagen- und Maschinenbaus.  
München: TU, Diss. 2003.
- D81 GRAMANN, J.:  
Problemmodelle und Bionik als Methode.  
München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 55). Zugl. München: TU, Diss. 2004.
- D82 PULM, U.:  
Eine systemtheoretische Betrachtung der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 56). Zugl. München: TU, Diss. 2004.
- D83 HUTTERER, P.:  
Reflexive Dialoge und Denkbausteine für die methodische Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 57). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D84 FUCHS, D.:  
Konstruktionsprinzipien für die Problemanalyse in der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 58). Zugl. München: TU, Diss. 2005.

- D85 PACHE, M.:  
Sketching for Conceptual Design.  
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 59). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D86 BRAUN, T.:  
Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld.  
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 60). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D87 JUNG, C.:  
Anforderungskklärung in interdisziplinärer Entwicklungsumgebung.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 61). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D88 HEBLING, T.:  
Einführung der Integrierten Produktpolitik in kleinen und mittelständischen Unternehmen.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 62). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D89 STRICKER, H.:  
Bionik in der Produktentwicklung unter der Berücksichtigung menschlichen Verhaltens.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 63). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D90 NIBL, A.:  
Modell zur Integration der Zielkostenverfolgung in den Produktentwicklungsprozess.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 64). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D91 MÜLLER, F.:  
Intuitive digitale Geometriemodellierung in frühen Entwicklungsphasen.  
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 65). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D92 ERDELL, E.:  
Methodenanwendung in der Hochbauplanung – Ergebnisse einer Schwachstellenanalyse.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 66). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D93 GAHR, A.:  
Pfadkostenrechnung individualisierter Produkte.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 67). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D94 RENNER, I.:  
Methodische Unterstützung funktionsorientierter Baukastenentwicklung am Beispiel Automobil.  
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D95 PONN, J.:  
Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte.  
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D96 HERFELD, U.:  
Matrix-basierte Verknüpfung von Komponenten und Funktionen zur Integration von Konstruktion und numerischer Simulation.  
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 70). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D97 SCHNEIDER, S.:  
Model for the evaluation of engineering design methods.  
München: Dr. Hut 2008 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D98 FELGEN, L.:  
Systemorientierte Qualitätssicherung für mechatronische Produkte.  
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D99 GRIEB, J.:  
Auswahl von Werkzeugen und Methoden für verteilte Produktentwicklungsprozesse.  
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.

- D100 MAURER, M.:  
Structural Awareness in Complex Product Design.  
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D101 BAUMBERGER, C.:  
Methoden zur kundenspezifischen Produktdefinition bei individualisierten Produkten.  
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D102 KEIJZER, W.:  
Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken – ein Modell am Beispiel der Automobilindustrie.  
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D103 LORENZ, M.:  
Handling of Strategic Uncertainties in Integrated Product Development.  
München: Dr. Hut 2009 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2008.
- D104 KREIMEYER, M.:  
Structural Measurement System for Engineering Design Processes.  
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2009.
- D105 DIEHL, H.:  
Systemorientierte Visualisierung disziplinübergreifender Entwicklungsabhängigkeiten mechatronischer Automobilsysteme.  
München: Dr. Hut 2009 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2009.
- D106 DICK, B.:  
Untersuchung und Modell zur Beschreibung des Einsatzes bildlicher Produktmodelle durch Entwicklerteams in der Lösungssuche.  
München: Dr. Hut 2009 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2009.
- D107 GAAG, A.:  
Entwicklung einer Ontologie zur funktionsorientierten Lösungssuche in der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2010.
- D108 ZIRKLER, S.:  
Transdisziplinäres Zielkostenmanagement komplexer mechatronischer Produkte.  
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2010.
- D109 LAUER, W.:  
Integrative Dokumenten- und Prozessbeschreibung in dynamischen Produktentwicklungsprozessen.  
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2010.
- D110 MEIWALD, T.:  
Konzepte zum Schutz vor Produktpiraterie und unerwünschtem Know-how-Abfluss.  
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D111 ROELOFSEN, J.:  
Situationsspezifische Planung von Produktentwicklungsprozessen.  
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D112 PETERMANN, M.:  
Schutz von Technologiewissen in der Investitionsgüterindustrie.  
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D113 GORBEA, C.:  
Vehicle Architecture and Lifecycle Cost Analysis in a New Age of Architectural Competition.  
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D114 FILOUS, M.:  
Lizenzierungsgerechte Produktentwicklung – Ein Leitfaden zur Integration lizenzierungsrelevanter Aktivitäten in Produktentstehungsprozessen des Maschinen- und Anlagenbaus.  
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.



- D115 ANTON, T.:  
Entwicklungs- und Einführungsmethodik für das Projektierungswerkzeug Pneumatiksimulation.  
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D116 KESPER, H.:  
Gestaltung von Produktvariantenspektren mittels matrixbasierter Methoden.  
München: Dr. Hut 2012 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2012.
- D117 KIRSCHNER, R.:  
Methodische Offene Produktentwicklung.  
München: TU, Diss. 2012.
- D118 HEPPERLE, C.:  
Planung lebenszyklusgerechter Leistungsbündel.  
München: Dr. Hut 2013 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2013.
- D119 HELLENBRAND, D.:  
Transdisziplinäre Planung und Synchronisation mechatronischer Produktentwicklungsprozesse.  
München: Dr. Hut 2013 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2013.
- D120 EBERL, T.:  
Charakterisierung und Gestaltung des Fahr-Erlebens der Längsführung von Elektrofahrzeugen.  
München: TU, Diss. 2014.
- D121 KAIN, A.:  
Methodik zur Umsetzung der Offenen Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2014 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D122 ILIE, D.:  
Systematisiertes Ziele- und Anforderungsmanagement in der Fahrzeugentwicklung.  
München: Dr. Hut 2013 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2013.
- D123 HELTEN, K.:  
Einführung von Lean Development in mittelständische Unternehmen - Beschreibung, Erklärungsansatz  
und Handlungsempfehlungen.  
TU München: 2013. (als Dissertation eingereicht)
- D124 SCHRÖER, B.:  
Lösungskomponente Mensch. Nutzerseitige Handlungsmöglichkeiten als Bausteine für die kreative Ent-  
wicklung von Interaktionslösungen.  
München: TU, Diss. 2014.
- D125 KORTLER, S.:  
Absicherung von Eigenschaften komplexer und variantenreicher Produkte in der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2014 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D126 KOHN, A.:  
Entwicklung einer Wissensbasis für die Arbeit mit Produktmodellen.  
München: Dr. Hut 2014 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D127 FRANKE, S.:  
Strategieorientierte Vorentwicklung komplexer Produkte – Prozesse und Methoden zur zielgerichteten  
Komponentenentwicklung am Beispiel Pkw.  
Göttingen: Cuvillier, E 2014. Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D128 HOOSHMAND, A.:  
Solving Engineering Design Problems through a Combination of Generative Grammars and Simulations.  
München: Dr. Hut 2014 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D129 KISSEL, M.:  
Mustererkennung in komplexen Produktportfolios.  
München: TU, Diss. 2014.

- D130 NIES, B.:  
Nutzungsgerechte Dimensionierung des elektrischen Antriebssystems für Plug-In Hybride.  
München: TU, Diss. 2014.
- D131 KIRNER, K.:  
Zusammenhang zwischen Leistung in der Produktentwicklung und Variantenmanagement – Einflussmodell und Analyseverfahren.  
München: Dr. Hut 2014 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D132 BIEDERMANN, W.:  
A minimal set of network metrics for analysing mechatronic product concepts.  
TU München: 2014. (als Dissertation eingereicht)
- D133 SCHENKL, S.:  
Wissensorientierte Entwicklung von Produkt-Service-Systemen.  
TU München: 2014. (als Dissertation eingereicht)
- D134 SCHRIEVERHOFF, P.:  
Valuation of Adaptability in System Architecture.  
München: Dr. Hut 2015 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2015.
- D135 METZLER, T.:  
Models and Methods for the Systematic Integration of Cognitive Functions into Product Concepts.  
TU München: 2014. (als Dissertation eingereicht)