

ModuLoSys - Modularisierung logistischer Systeme

Entwicklung eines Leitfadens zur Modularisierung logistischer Systeme und Konzeption von Betreibermodellen für kleine und mittelständische Unternehmen

Schlussbericht des Bereichs Logistik für das Forschungsprojekt - ModuLoSys

Straube, F.; Ouyeder, O.
ModuLoSys – Modularisierung logistischer Systeme
Nr. 8
Februar 2011

Frank Straube (Hrsg.)
Bereich Logistik
Technische Universität Berlin
Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin

ISBN 978-3-7983-2336-0

ISSN 1865-5726

Universitätsverlag der TU Berlin
Universitätsbibliothek
Fasanenstr. 88 (im VOLKSWAGEN-Haus), D-10623 Berlin
Tel.: (030)314-76131; Fax.: (030)314-76133
E-Mail: publikationen@ub.tu-berlin.de
<http://www.ub.tu-berlin.de/>

© Bereich Logistik Technische Universität Berlin

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Der vorliegende Beitrag ist im Rahmen des von der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. betreuten und über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF-Nr. 15768 N) aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Projektes ModuLoSys entstanden.

Zusammenfassung

Das Ziel des Forschungsprojekts ModuLoSys ist ein Leitfaden, der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) ein systematisches Vorgehensmodell zur Modularisierung logistischer Prozesse im Unternehmen bereitstellt. Darüber hinaus ist ein Gestaltungsrahmen in Form eines Betreibermodells für die Koordination von Modulen entwickelt worden, die für eine Fremdvergabe in Frage kommen. Letzteres ist für eine gemeinsame Zusammenarbeit zwischen KMU und Logistikdienstleistern (LDL) konzipiert. Dabei werden die Belange der KMU genauso wie die der LDL berücksichtigt.

Die Erkenntnisse aus diesem Forschungsprojekt unterstützen die KMU bei der Modularisierung in Form einer iterativen und einfachen Vorgehensweise. Diese Vorgehensweise der Modularisierung stellt Methoden und Tools zur Verfügung, um ganzheitlich von der Prozessaufnahme über die Modulbildung bis zu der Bewertung der Module alle erforderlichen Schritte zur Modularisierung durchzuführen. Weiterhin wird durch die Entwicklung eines Schemas der Modularisierung das Realisierungspotenzial des vorliegenden Themas erhöht. Das Phasendiagramm ordnet die Umsetzung der Modularisierung in ein aus zwei Phasen bestehendes Schaubild.

Das im Leitfaden vorgestellte Vorgehen zur Konzeption eines Betreibermodells mit seinen Gestaltungsbereichen bietet sowohl KMU als auch LDL eine gute Grundlage zur strukturierten Umsetzung. Dabei werden Techniken, Methoden zur Leistungstiefengestaltung sowie Checklisten zur Verfügung gestellt. In den einzelnen Hauptkategorien des Modells werden einzelne Themen detailliert vermittelt, was bei der Gestaltung eines Betreibermodells zu beachten ist und welche Lösungsansätze verfolgt werden können.

Das Forschungsprojekt ist erfolgreich durchgeführt und die ermittelten Ergebnisse sind durch die beteiligten Projektpartner auf ihre praxisorientierte Anwendung bestätigt worden. Der erstellte Leitfaden erfüllt sowohl einen angemessenen Detaillierungsgrad als auch die eine hohe Verständlichkeit, um in der Praxis angewandt zu werden. Außerdem liegt ein Leitfaden vor, der ganzheitlich die logistischen Prozesse in KMU behandelt sowie bei Bedarf anpassungsfähig ist. Auf diese Weise wird eine Weiterentwicklung des Leitfadens sichergestellt, der sowohl durch die Projektpartner weit verbreitet worden ist als auch allen Interessierten zum Download auf der Modularisierungswebsite zur Verfügung steht.

Das Ziel des Forschungsvorhabens ModuLoSys, einen Leitfaden zur Modularisierung eines logistischen Systems und Konzeption eines Betreibermodells für KMU zu entwickeln, wurde erreicht.

Das Projektteam möchte sich für die Förderung dieses Forschungsvorhaben bei folgenden Institutionen herzlich bedanken: Das Forschungsprojekt wurde von der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e. V. betreut und über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF-

Nr. 15768 N) aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) für die Projektlaufzeit vom 01.09.2008 bis 31.08.2009 gefördert.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung..... I

Inhaltsverzeichnis III

Abbildungsverzeichnis.....VII

Tabellenverzeichnis IX

Abkürzungsverzeichnis XI

1. Einleitung 1

2. Stand der Forschung 3

3. Forschungsziel 6

4. Projektorganisation..... 9

 4.1. Projektverlauf und Zeitplan..... 10

 4.2. Arbeitspakete (AP) 13

 4.2.1. AP 1: Analyse von Erfolgsfaktoren der Modularisierung 13

 4.2.2. AP 2: Aufnahme der Anforderungen/Prozesse bei KMU sowie DL..... 13

 4.2.3. AP 3: Identifikation/Bestandaufnahme existenter Modularisierungsmethoden..... 13

 4.2.4. AP 4: Anpassung Modularisierungskonzept gemäß formulierter Anforderungen..... 14

 4.2.5. AP 5: Entwicklung möglicher Betreibermodelle 14

 4.2.6. AP 6: Vorbereitung einer Anwendung des Leitfadens 14

 4.2.7. AP 7: Transfer der Ergebnisse..... 15

 4.3. Verwendung der Zuwendungen für wissenschaftliches Personal 16

5. Erfolgsfaktoren der Modularisierung..... 17

 5.1. Begriffsklärung und Bedeutung..... 17

 5.2. Ermittlung von Erfolgsfaktoren 18

 5.3. Validierung der Erfolgsfaktoren 19

 5.4. Ergebnisse der Validierung..... 20

 5.4.1. Organisatorische Erfolgsfaktoren 21

 5.4.2. Organisatorische Erfolgsfaktoren – Mitarbeiter 22

 5.4.3. Organisatorische Erfolgsfaktoren – Mitarbeiter vs. Management 23

5.4.4.	Fachliche Erfolgsfaktoren – logistikspezifisch	24
5.4.5.	Fachliche Erfolgsfaktoren – Strukturierung.....	25
6.	Grundlagen der Modularisierung für KMU und LDL	27
6.1.	Rahmenbedingungen der Modularisierung	27
6.1.1.	Begriffsklärung.....	27
6.1.2.	Stand der Forschung.....	29
6.2.	Rahmenbedingungen der KMU	31
6.2.1.	Begriffsklärung.....	31
6.2.2.	Aktuelle Situation und Herausforderungen	34
6.3.	Rahmenbedingungen der Dienstleister.....	35
6.3.1.	Begriffsklärung.....	35
6.3.2.	Aktuelle Situation und Herausforderungen	38
6.4.	Relevanz modularer Ansätze für KMU	38
7.	Methoden der Modularisierung.....	40
7.1.	Modularisierung von Fabriken	40
7.1.1.	Methoden der Fabrikmodularisierung	41
7.1.1.1.	Modulare Fabrik	42
7.1.1.2.	Fraktale Fabrik.....	45
7.1.1.3.	Holonische Fabrik	49
7.1.1.4.	Mobile Fabrik.....	51
7.1.1.5.	Virtuelle Fabrik	53
7.1.2.	Systematisierung der genannten Methoden	55
7.2.	Modularisierung von Produkten	58
7.2.1.	Methoden der Produktmodularisierung	60
7.2.1.1.	Modular Function Deployment	62
7.2.1.2.	Produktdekomposition auf Basis der Design Structure Matrix.....	66
7.2.1.3.	METUS	70
7.2.1.4.	Ähnlichkeits- und Abhängigkeitsanalyse auf Basis der Fertigungsmodularität	73

7.2.2.	Systematisierung der genannten Methoden	77
7.3.	Modularisierung von Prozessen	79
7.3.1.	Methoden der Prozessmodularisierung	80
7.3.1.1.	Modularisierung von Unternehmungen.....	81
7.3.1.2.	Modularisierung von Materialflusssystemen.....	84
7.3.1.3.	Modularisierung von Dienstleistungen	87
7.3.2.	Systematisierung der genannten Methoden	97
7.4.	Anwendbarkeit der Methoden für die logistische Prozessgestaltung	98
8.	Betreibermodelle	101
8.1.	Begriffsklärung	101
8.2.	Bedeutung	102
8.3.	Anwendungsgebiete von Betreibermodellen	103
8.4.	Gestaltungsrahmen von Betreibermodellen.....	104
9.	Entwicklung eines Leitfadens zur Modularisierung von logistischen Prozessen	107
9.1.	Anpassung der Modularisierungsmethoden an KMU	107
9.1.1.	Anforderungen der beteiligten Unternehmen.....	108
9.1.2.	Anforderungen der KMU an die Umsetzung des Leitfadens.....	111
9.1.3.	Anforderungen der LDL an die Umsetzung des Leitfadens	116
9.1.4.	Relevanz der identifizierten Anforderungen	122
9.2.	Einführung in den Leitfaden zur Modularisierung	124
9.3.	Methode und Vorgehensweise zur Modularisierung.....	131
9.3.1.	Prozesse erfassen	133
9.3.2.	Prozesse abbilden.....	138
9.3.3.	Prozesse bewerten	145
9.3.4.	Module bilden	151
9.3.5.	Module gestalten	163
9.3.6.	Module bewerten.....	165
9.4.	Zusammenfassung der Vorgehensweise	170

- 9.5. Gestaltung eines modulspezifischen Betreibermodells 172
 - 9.5.1. Projektinitiierung..... 173
 - 9.5.2. Organisations- und Umsetzungsprozess 179
 - 9.5.3. Vertragsgestaltung 182
 - 9.5.4. Controlling 187
- 9.6. Kritische Würdigung des Leitfadens..... 188
 - 9.6.1. Bewertung des Modularisierungskonzepts 188
 - 9.6.2. Bewertung der Konzeption Betreibermodell 189
 - 9.6.3. Bewertung des Leitfadens anhand der Unternehmensanforderungen 190
 - 9.6.4. Potenziale und Ausblick..... 195
 - 9.6.4.1. Phasendiagramm der Modularisierung..... 195
 - 9.6.4.2. Weiterentwicklung der Modularisierungsvorgehensweise 198
 - 9.6.4.3. Forschungsbedarf 199
- 10. Projekt: Zusammenfassung und Ausblick 200
 - 10.1. Projekt 200
 - 10.2. Beurteilung des Projektergebnisses 200
- 11. Nutzen und wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für KMU 201
- 12. Veröffentlichungen und Transfermaßnahmen 202
 - 12.1. Lehre und Weiterbildung 202
 - 12.2. Wissenschaftliche Arbeiten..... 202
 - 12.3. Geplante Teilnahme an Konferenzen und Tagungen..... 203
- Literaturverzeichnis 204
- Anhang 209

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel einer modularisierten Wertschöpfungskette 5

Abbildung 2: Projektzeitplan 10

Abbildung 3: Zeitstrahl mit Teilaufgaben 10

Abbildung 4: Projektverlauf..... 12

Abbildung 5: Erfolgsfaktoren der Modularisierung..... 18

Abbildung 6: Organisatorische Erfolgsfaktoren - Management..... 21

Abbildung 7: Organisatorische Erfolgsfaktoren - Mitarbeiter..... 22

Abbildung 8: Organisatorische Erfolgsfaktoren - Methoden allgemein..... 23

Abbildung 9: Fachliche Erfolgsfaktoren - logistikspezifisch..... 24

Abbildung 10: Fachliche Erfolgsfaktoren - Strukturierung 25

Abbildung 11: Integrale Systemarchitektur vs. Modulare Systemarchitektur 28

Abbildung 12: Modularisierungskonzepte im Überblick..... 29

Abbildung 13: Holarchie - ein Netzwerk aus Holonen 49

Abbildung 14: Module Indication Matrix nach Erixon 63

Abbildung 15: Design Structure Matrix nach Pimmler/Eppinger 68

Abbildung 16: Funktions- und Baustruktur der METUS-Methode 70

Abbildung 17: Vorgehen zur Erstellung der Ähnlichkeitsmatrix 74

Abbildung 18: Vorgehen zur Erstellung der Abhängkeitsmatrix 75

Abbildung 19: Funktionsorientierte Modularisierung eines Materialflusssystem 85

Abbildung 20: Klassifizierung von Dienstleistungen 87

Abbildung 21: Modulare Servicearchitektur nach Burr 89

Abbildung 22: Vorgehensweise zur Modularisierung von LDL nach Corsten/Gössinger 93

Abbildung 23: Bewertung der Modularisierungsansätze hinsichtlich der Anwendbarkeit für die logistische Prozessgestaltung..... 99

Abbildung 24: Akteure eines Betreibermodells 102

Abbildung 25: Anwendungsgebiete von Betreibermodellen 104

Abbildung 26: Relevante Gestaltungsbereiche von Betreibermodellen..... 105

Abbildung 27: Anforderungen der KMU und LDL an das zu entwickelnde Modularisierungskonzept..... 108

Abbildung 28: Anforderungen der LDL an das Betreibermodell 110

Abbildung 29: Flexibilität vs. Kostenorientierung 129

Abbildung 30: Vorgehensweise zur Modularisierung 132

Abbildung 31: Modell zur Aufnahme relevanter Prozesse 134

Abbildung 32: Vorgehensweise angelehnt an das Wertstromdesign 135

Abbildung 33: Standardisierte Beschreibung von Funktionen..... 137

Abbildung 34. Beispiel für Unternehmensprozesse.....	141
Abbildung 35: Vorgehensweise zur Bewertung von Prozessen	146
Abbildung 36: Gesamtbeispiel zur Prozessbewertung.....	149
Abbildung 37: Zwei Stufen Verfahren	152
Abbildung 38: Dendrogramm.....	160
Abbildung 39: Beispielhafter Modulbaukasten.....	161
Abbildung 40: Beispielhafter Steckbrief eines Moduls	164
Abbildung 41: Machbarkeitsanalyse	166
Abbildung 42: Vorgehensweise zur Modularisierung	167
Abbildung 43: Bewertung i.R.v. KVP.....	168
Abbildung 44: Vorgehensweise zur Modularisierung	170
Abbildung 45: Gestaltungsbereiche eines Betreibermodells.....	172
Abbildung 46: Make or Buy Entscheidung	175
Abbildung 47: Bewertungskategorien.....	176
Abbildung 48: Risikomanagement	179
Abbildung 49: Ablaufbezogene Bewertungskriterien	190
Abbildung 50: Kriterien zur Bewertung eines Betreibermodells	192
Abbildung 51: Phasendiagramm der Modularisierung	196
Abbildung 52: Phasendiagramm	196
Abbildung 53: Gewichtung der Bewertungskriterien für die Bewertung der Anwendbarkeit für die logistische Prozessgestaltung.....	209
Abbildung 54: Schematische Darstellung zur Vorgehensweise zur Modularisierung von Dienstleistungen	210
Abbildung 55: DSM angewandt auf IT-Dienstleistungen nach Burr.....	210
Abbildung 56: Modularisierungsmatrix nach Böhmman	211

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mitglieder im projektbegleitenden Ausschuss sowie Industriepartner 9

Tabelle 2: Verknüpfung AP mit Kapiteln im Bericht 15

Tabelle 3: Struktur der Mitarbeiterzahl..... 19

Tabelle 4: Gewichtung der Faktoren 19

Tabelle 5: Gliederung der Erfolgsfaktoren 20

Tabelle 6: Zusammenfassung der Befragungsergebnisse 26

Tabelle 7: Quantitative Abgrenzungskriterien der KMU nach der Europäischen Kommission..... 31

Tabelle 8: Quantitative Abgrenzungskriterien der KMU nach dem IfM Bonn 32

Tabelle 9: Stärken und Schwächen der KMU 34

Tabelle 10: Abgrenzung KMU zu Großunternehmen hinsichtlich der Logistik 34

Tabelle 11: Kleine und mittlere Unternehmen in Deutschland (2005) 35

Tabelle 12: Literaturübersicht zur Modularisierung von Fabriken..... 40

Tabelle 13: Stärken und Schwächen der modularen Fabrik..... 45

Tabelle 14: Stärken und Schwächen der fraktalen Fabrik..... 48

Tabelle 15: Stärken und Schwächen der holonische Fabrik..... 50

Tabelle 16: Stärken und Schwächen der mobilen Fabrik 52

Tabelle 17: Stärken und Schwächen der virtuellen Fabrik 54

Tabelle 18: Gegenüberstellung der Fabrikmodularisierungsmethoden 55

Tabelle 19: Gegenüberstellung der Fabrikmodularisierungsmethoden 57

Tabelle 20: Gegenüberstellung von Segmenten und Fraktalen in Fabriken 58

Tabelle 21: Literaturübersicht zur Modularisierung von Produkten..... 59

Tabelle 22: Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Erixon 62

Tabelle 23: Modularitätstreiber nach Erixon 64

Tabelle 24: Stärken und Schwächen des MFD 65

Tabelle 25: Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Pimmler/Eppinger 66

Tabelle 26: Stärken und Schwächen der DSM..... 69

Tabelle 27: Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Göpfert 71

Tabelle 28: Stärken und Schwächen der Methode METUS..... 72

Tabelle 29: Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Lai/Gershenson 75

Tabelle 30: Stärken und Schwächen der Ähnlichkeits- und Abhängigkeitsmatrix 76

Tabelle 31: Systematisierung der Methoden zur Produktmodularisierung..... 77

Tabelle 32: Klassifizierung der Produktmodularisierungsansätze..... 78

Tabelle 33: Literaturübersicht zur Modularisierung von Prozessen 79

Tabelle 34: Ebenen der Unternehmensmodularisierung nach Picot/Reichwald/Wigand 81

Tabelle 35: Stärken und Schwächen der Modularisierung von Unternehmungen	83
Tabelle 36: Vorgehen zur Modularisierung von Materialflusssystemen nach Günthner	85
Tabelle 37: Stärken und Schwächen der Modularisierung von Unternehmungen	86
Tabelle 38: Dienstleistungskategorien nach Zahn/Barth/Hertweck	87
Tabelle 39: Vorgehen zur Bildung von Dienstleistungsmodulen nach Burr	88
Tabelle 40: Stärken und Schwächen der Modularisierung von Dienstleistungen.....	90
Tabelle 41: Vorgehen zur Modularisierung von LDL nach Corsten/Gössinger.....	92
Tabelle 42: Teildienstleistungsarten nach Corsten/Gössinger.....	94
Tabelle 43: Stärken und Schwächen der Modularisierung von Logistikdienstleistungen.....	94
Tabelle 44: Stärken und Schwächen der Modularisierung von IT-Dienstleistungen	96
Tabelle 45: Systematisierung der Methoden zur Prozessmodellierung	97
Tabelle 46: Bedeutung von Betreibermodellen	102
Tabelle 47: Motive für die Einführung von Betreibergesellschaften	103
Tabelle 48: Anforderungen der ProdG und LDL	122
Tabelle 49: Vor und Nachteile der Modularisierung.....	189

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
BPMN	Business Process Modelling
DSM	Dependency Structure Matrix
EUR	Euro
I&K	Information&Kommunikation
IKS	Informations- und Kommunikationssysteme
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LDL	Logistikdienstleister
Mrd	Milliarden
PA	Projektbegleitender Ausschuss
PDL	Produktbegleitende Dienstleistung
ProdG	Produzierendes Gewerbe

1. Einleitung

Vielfältige und heterogene Kundenwünsche, steigender Konkurrenzdruck durch den globalen Wettbewerb sowie fortschreitende technologische Entwicklungen sind Gründe für eine steigende Komplexität im Unternehmensumfeld. Komplexität innerhalb eines Unternehmens wirkt sich sowohl auf die Unternehmenslogistik in Form einer steigenden Variantenvielfalt als auch auf neue Produktvarianten aus, da die Unternehmen auf die gestiegenen Kundenbedürfnisse mit einem entsprechenden Produkt- und Leistungsangebot reagieren.¹ Eine Lösung zur Beherrschung einer zunehmenden Komplexität von logistischen Prozessen kann der Aufbau einer modularen Logistik im Unternehmen sein.

Unter Modularisierung wird die Restrukturierung der System-, Produkt- und Servicearchitektur in überschaubare, autonome Module verstanden, deren Koordination verstärkt durch nicht-hierarchische Koordinationsformen erfolgt.² Modulare Strukturen resultieren aus der Zerlegung eines Systems in Subsysteme, so genannte Module, mit klar definierten Schnittstellen, die zueinander in einer geringen Abhängigkeit stehen.³ Durch die Autonomie der Module sind sie ohne großen Aufwand erweiterbar und austauschbar, so dass Modularisierung eine individuelle Anpassung des Unternehmens und seiner Produkte bzw. Dienstleistungen an die spezifischen Kundenanforderungen und eine gesteigerte Flexibilität und Reaktionsfähigkeit innerhalb der Unternehmen ermöglicht.⁴ Zudem wird durch die Standardisierung der Schnittstellen das Outsourcing begünstigt, welches wiederum hilft, dem Wettbewerbsdruck infolge der Globalisierung zu begegnen.

Eine Reihe von wissenschaftlichen Arbeiten beschäftigt sich bereits mit der Modularisierung von Fabriken, Produkten und Prozessen bzw. Dienstleistungen. Eine genauere Untersuchung der Modularisierung logistischer Prozesse in KMU ist in der Literatur bisher nicht vorhanden. Dabei wird den KMU eine bedeutende Stellung in der Wirtschaft beigemessen.⁵ Diese stellen in Deutschland mit 99,3 Prozent fast die Gesamtheit der Unternehmen dar, beschäftigen über die Hälfte aller Arbeitnehmer und steuern ungefähr ein Drittel zum Gesamtumsatz deutscher Unternehmen bei.⁶ Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) müssen ihre Stellung im Wettbewerb durch eine effektive und effiziente Abwicklung von logistischen Prozessen ebenso wie das Angebot innovativer Zusatzleistungen hervorheben.

Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen des Forschungsprojekts Modularisierung logistischer Systeme in KMU eine Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis angestrebt, um Methoden für Optimierungs- und Nutzenpotenziale zu entwickeln und bereitzustellen. Das Projektziel setzt sich einerseits aus der

¹ Vgl. Schuh et al. 2004b, S. 4

² Vgl. Picot et al. 2003, S. 230

³ Vgl. Picot, Baumann 2007, S. 222

⁴ Vgl. Matt 2002b, S. 174

⁵ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2009, S. 7

⁶ Vgl. Statistisches Bundesamt (2008), S.504

Entwicklung eines Leitfadens zusammen, der KMU bei der Abgrenzung logistischer Module sowie bei der Schnittstellengestaltung und Konzentration auf Kernkompetenzen unterstützt. Andererseits werden Betreibermodelle für den Betrieb und die Koordination von Modulen, die für eine Fremdvergabe in Frage kommen, gemeinsam mit Logistikdienstleistern konzipiert.

2. Stand der Forschung

Aktuelle Beiträge von Wissenschaftlern und Praktikern im Themenfeld der Logistik werden häufig mit dem Verweis auf die schnell zunehmende Komplexität unternehmerischer Tätigkeiten im Allgemeinen und der Logistik im Speziellen eingeleitet. Als Treiber werden die Nachfrage nach individualisierten Leistungsbündeln seitens der Kunden, der steigende Konkurrenzdruck durch globalen Wettbewerb sowie die technologischen Entwicklungen, die zu verkürzten Produktlebens- und Innovationszyklen führen, genannt.⁷

Gleichzeitig werden die effektive und effiziente Abwicklung von logistischen Prozessen ebenso wie das Angebot innovativer Zusatzleistungen immer mehr zu Differenzierungsmerkmalen im Wettbewerb. Lösungsvorschläge, die zu diesem Zweck von der Wissenschaft für die Praxis, aber auch von der Praxis selbst, entwickelt und bereitgestellt werden, beinhalten bereits viele Optimierungs- und Nutzenpotenziale. Geeignete und zum Teil auch in den Unternehmen bekannte Konzepte werden jedoch häufig nicht umgesetzt. Im Rahmen der Studie „Trends und Strategien in der Logistik 2005“ wurden mittels einer Vertiefungsuntersuchung zum Thema „Innovationen und Logistik“ Unternehmen über den Erfolg ihrer Prozessinnovationsprojekte befragt.⁸ Das Ergebnis zeigt, dass knapp die Hälfte aller Prozessinnovationen entweder wirtschaftlich oder technisch nicht erfolgreich realisiert wird. Bei etwa einem Drittel der befragten Unternehmen treten die größten Schwierigkeiten in der Umsetzungsphase auf. Für die befragten Unternehmen stellen Zeitmangel, fehlende Mitarbeiterqualifikation sowie nicht ausreichende Ressourcen die bedeutendsten Umsetzungshürden dar.⁹ Gleichzeitig geben über zwei Drittel der Befragten an, dass die Komplexität ihrer Prozessinnovationsprojekte ständig steigt. Als Folge haben vielversprechende Logistikkonzepte nur theoretischen Bestand, da sie nicht oder nur teilweise umgesetzt werden.¹⁰ Die Logistik wird mit einem erhöhten Innovations- und Veränderungsbedarf konfrontiert, dessen Befriedigung aber zugleich von zunehmender Komplexität behindert wird.

Die skizzierte Entwicklung betrifft kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) in einem stärkeren Maße als große Unternehmen, da für sie personelle, aber auch materielle Ressourcen, sowie spezifische Methodenkompetenzen noch stärker limitiert sind. Großunternehmen erkennen hingegen zunehmend die Logistik als Differenzierungsmerkmal und sind in der Lage, ihre Organisation daraufhin anzupassen. Aber auch für KMU ist eine leistungsfähige Logistik in Hinblick auf die Integration in internationale Supply Chains ein wichtiger Wettbewerbsfaktor. Daher bedarf es neuer Organisationsformen der Logistik, die KMU befähigen vorhandene heterogene Komplexitätstreiber zu beherrschen, indem mit Hilfe klarer

⁷ Vgl. Kersten et al. 2007, S. 1161; Urban 2007, S. 1; Gottschalk 2006, S. 1

⁸ Vgl. Straube et al. 2005

⁹ Vgl. Butz 2006, S. 32; Butz et al. 2006, S. 10

¹⁰ Vgl. Pladeck 2005, S. 5 und Straube et al. 2007, S. 1004

Zielvorgaben selbststeuernde Subsysteme geschaffen werden, die über standardisierte Schnittstellen miteinander kommunizieren und durch Dienstleister betrieben werden können. Hierbei ist es erforderlich, die verschiedenen Gestaltungsbereiche eines Logistiksystems Prozess, Organisation, Informationstechnologie und technische Anlagen zu berücksichtigen.

Im Rahmen des aus Industriemitteln geförderten Forschungsprojekts "ProLogistik KMU" wurden unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Frank Straube, Prof. Dr.-Ing. Raimund Klinkner und Prof. Dr.-Ing. Helmut Baumgarten am Bereich Logistik der TU Berlin die Komplexitätstreiber und Maßnahmen des Komplexitätsmanagements in der Logistik mit Hilfe von Fallstudien in unterschiedlichen Branchen untersucht. Demnach lassen sich die in der Logistik verwendeten Komplexitätsmanagementmethoden systematisieren, indem sie den sechs Maßnahmenkategorien Transparenz, Standardisierung, Strukturierung, Fokussierung, Koordination und Qualifizierung zugeordnet werden können. Im Ergebnis soll ein Lösungskonzept also nicht nur die Vielfalt der Komplexitätstreiber berücksichtigen, sondern es empfiehlt sich auch, Instrumente aus allen sechs Maßnahmenkategorien einzubeziehen. Ein Gestaltungsprinzip, das aufgrund seiner Eigenschaft, interne Beziehungen und Elemente von anderen Subsystemen abzukapseln, neben der Strukturierung bereits einige weitere Maßnahmenkategorien berücksichtigt bzw. begünstigt, ist die Modularisierung. Von modularen Architekturen wird gesprochen, wenn die Beziehungsstruktur zwischen den einzelnen Elementen heterogen ist, d.h. einige Elemente stärker miteinander interagieren als andere. Hier werden Subsysteme leichter identifiziert, indem stark vernetzte Elemente zu Gruppen zusammengefasst werden. Weist eine Systemarchitektur diese Eigenschaft auf, so wird sie als modular und die Subsysteme als Module bezeichnet.¹¹ Basierend auf der Analyse der Modularisierung aus Sicht von Systemtheorie, Neuer Institutionenökonomie und Strategic Management Theory sind beispielhaft die Standardisierung von Schnittstellen, die Koordinationsvorteile durch Selbststeuerung und die Möglichkeit einer Fokussierung durch vereinfachte Fremdvergabe zu nennen. Aufgrund dieser Vorteile und der positiven Beurteilung durch die befragten Praktiker wurde in oben genanntem Forschungsprojekt das Gestaltungsprinzip intensiv in anderen Wissenschaftsdisziplinen untersucht und auf seine Adaptierbarkeit auf Logistiksysteme hin analysiert, um für einen strategischen Reengineering-Ansatz im Sinne eines ganzheitlichen Komplexitätsmanagements den Rahmen zu bieten.

Für Teildisziplinen der Betriebswirtschaftslehre und der Ingenieurwissenschaften, in denen die Modularisierung als Methode des Komplexitätsmanagements bereits umfangreich erforscht und erfolgreich in der Praxis angewandt wird, sind beispielsweise die Vorarbeiten von Wildemann, Warnecke sowie Schuh auf der Prozessebene und Göpfert, Erixon und Pimmler auf der Produktebene zu nennen. Diese für vergleichbare Problemfelder konzipierten Lösungsvorschläge wurden in dem oben genannten

¹¹ Vgl. Baldwin, Clark K. B. 2000, S. 63

Forschungsprojekt umfangreich im Hinblick auf Ihre Anwendbarkeit auf die Logistik untersucht und um eigene Ergebnisse erweitert. Zur Bewertung wurde ein Anforderungskatalog entwickelt, der sowohl die Erkenntnisse aus den theoretischen Grundlagen bezüglich der Logistik als auch die Ergebnisse aus den Fallstudien berücksichtigt. Im Ergebnis liefern beide untersuchten Disziplinen wichtigen Input für die Modularisierung der Logistik. Die Instrumente aus der Produktentwicklung zeichnen sich gegenüber den fabrikplanerischen Ansätzen durch klar definierten Vorgaben und die integrierten Vorgehensmodelle aus. Dem gegenüber sind die Fabrikplanungsinstrumente aufgrund ihrer Prozessorientierung besser in der Lage, logistikspezifische Anforderungen zu erfüllen. Somit kann eine Kombination aus Instrumenten beider Ansätze eine gute Basis für die Logistikgestaltung sein. Im Rahmen einer Dissertation am Bereich Logistik der Technischen Universität Berlin sind die Ergebnisse der Untersuchung konsolidiert worden und zeigen die Grundlagen für den Transfer des Gestaltungsprinzips der Modularisierung auf logistische Systeme auf.

Logistikmodule müssen eigenständig und abgrenzbar sein. Sie verfügen über eigene Ressourcen und über definierte Schnittstellen zur Umgebung. Die Module können in Kosten- oder Ergebnisverantwortung betrieben werden. Entsprechend kann der Betrieb der zu identifizierenden Logistikmodule durch Logistik-Dienstleister erfolgen. Die Übernahme ermöglicht es, die bestehende Komplexität für KMU beherrschbar zu machen. Die folgende Abbildung zeigt eine beispielhafte Abgrenzung logistischer Module in einer schematischen Wertschöpfungskette.¹²

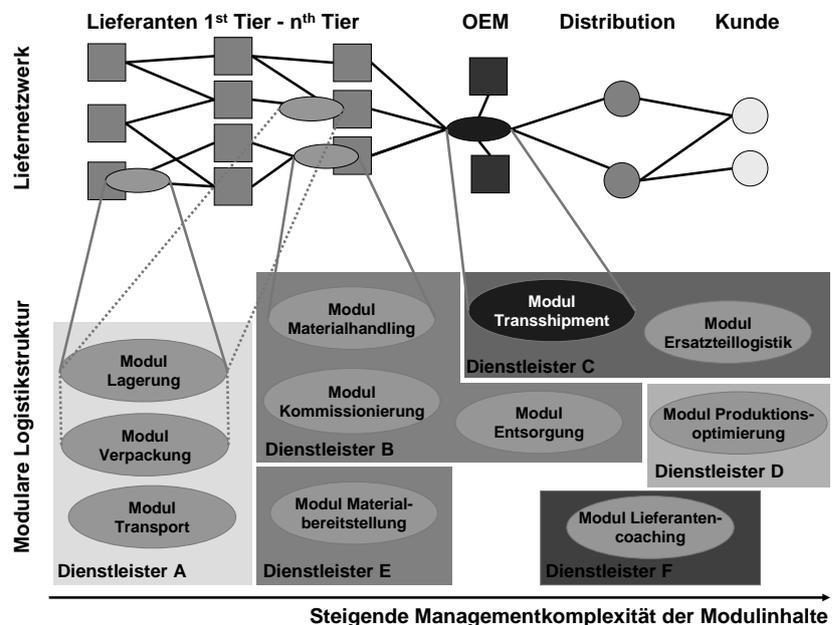


Abbildung 1: Beispiel einer modularisierten Wertschöpfungskette¹³

¹² Vgl. Klinkner et al. 2005, S. 35

¹³ Vgl. Klinkner et al. 2005, S. 35

3. Forschungsziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, für kleine und mittelständische Unternehmen ein Vorgehensmodell in Form eines Leitfadens zu entwickeln, das KMU bei der Abgrenzung logistischer Module sowie bei der Schnittstellengestaltung und Konzentration auf Kernkompetenzen unterstützt. Darüber hinaus wird ein Betreibermodell für den Betrieb und die Koordination von Modulen, die für eine Fremdvergabe in Frage kommen, gemeinsam mit Logistikdienstleistern konzipiert.

Angestrebte Forschungsergebnisse

Durch die Standardisierung von Schnittstellen und Leistungen im Zuge der Modularisierung wird die Spezifität von Ressourcen und Austauschbeziehungen verringert. Dies erleichtert es den Zulieferern oder Dienstleistern, eigene Kompetenzen einzubringen und damit kooperative Wettbewerbsvorteile zu erzeugen. Im Gesamtergebnis sind KMU gemeinsam mit den spezialisierten Partnern in der Lage, den Kunden marktgerechte Logistikleistungen zu wettbewerbsfähigen Konditionen anzubieten. Durch die Erstellung eines Leitfadens zur Modularisierung und die Definition von Betreibermodellen kann das Hauptziel einer wettbewerbsfähigen Logistik für KMU mittels der Implementierung modularer Strukturen erreicht werden.

Der zu erstellende Leitfaden zur Modularisierung der Logistik orientiert sich an einem Vorgehensmodell, das die Phasen Projektbegründung und Zielbestimmung, Leistungs- und Gestaltungsanalyse, Strukturierung sowie Erstellung Leitfaden unterscheidet (siehe Abbildung 4 im Abschnitt 4.1).

Die Phasen der Zielbestimmung sowie Leistungs- und Gestaltungsanalyse fördern die Schaffung von Transparenz über Ziele und Logistiksystemstrukturen sowie die Ermittlung des Ist-Zustands. Bei der Entwicklung des Soll-Konzeptes ist auf die Standardisierung von Prozessen und Ressourcen zu achten, um die Komplexität zu reduzieren. Die Teilphasen der Modulbildung und der Schnittstellengestaltung sind der Strukturierung zuzuordnen. Durch das beschriebene Vorgehen wird sichergestellt, dass die Strukturierungsphase erst erfolgt, wenn Maßnahmen zur Steigerung von Transparenz und Standardisierung durchgeführt wurden. Ziel der Leistungstiefengestaltung ist die Realisierung eines entsprechend der strategischen Ausrichtung des Unternehmens und des wettbewerblichen Umfelds angemessenen Verhältnisses zwischen Eigenleistung und Fremdbezug. Diese Auswahl hat eine Fokussierung des Unternehmens auf logistische Kernkompetenzen zur Folge. Die Phase der Erstellung des Leitfadens schließt die Vorgehensweise zur Modularisierung ab. In dieser Phase werden neben der Validierung die Ergebnisse in einem Leitfaden zusammengetragen.

Die Integration von Logistik-Dienstleistern in die Wertschöpfungsstufen von KMU erfordert über eine eindeutige Schnittstellendefinition hinaus KMU-spezifische Betreiberkonzepte. Obwohl gerade in

mittelständischen Unternehmen der Fokus häufig auf Entwicklungs- und Produktionsprozessen liegt und Logistik regelmäßig nicht zu den Kernkompetenzen gezählt wird, existieren Ängste, diese Leistungen auszulagern¹⁴ Für die Auftraggeber weckt das Outsourcing eine subjektive Bedrohung durch Kontrollverlust, da zum einen befürchtet wird, dass bei Nachverhandlungen bzw. Neuvergabe eine asymmetrische Informationsverteilung zugunsten des Dienstleisters vorherrscht. Zum anderen können kundenrelevante Qualitätsdefizite des Services negativ auf die eigenen Leistungen wirken. Weiterhin besteht die zum Teil begründete Sorge, dass bei komplexen logistischen Dienstleistungen Wettbewerb nur während der Ausschreibungsphase stattfindet. Langfristige vertragliche Bindungen bieten für den Auftraggeber die Gefahr einer Lock-in-Situation, da alternative Angebote weder zur Motivation noch zur Disziplinierung des Partners zur Verfügung stehen. Hinzu kommt, dass zunehmende Kontrollbemühungen die Kosten erhöhen und die gemeinsamen Effizienzgewinne schmälern, die durch die Arbeitsteilung ermöglicht werden. Es ist in vielen Fällen auch nicht realistisch anzunehmen, jedes opportunistische Verhalten des Partners aufzudecken bzw. Mängel jeglicher Art zeitnah zu identifizieren. Dennoch können die Transaktionskosten durch innovative vertragliche Arrangements positiv beeinflusst werden. Open-books Vereinbarungen, Schiedsspruchregelungen oder Service Level Agreements sollen im Rahmen des Forschungsvorhabens auf ihre Eignung hin untersucht werden. Ziel ist es begründete Ängste zu beseitigen und den KMU Transparenz und Durchgriffsrechte zu ermöglichen.¹⁵ Im Rahmen des Projektes werden generische Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung des Modularisierungsvorhabens entwickelt. Dabei werden die Anforderungen von Beispielunternehmen aus Industrie und Dienstleistung analysiert und unternehmensspezifische Anpassungsmöglichkeiten in der Gestaltung des Instrumentariums berücksichtigt.

Innovativer Beitrag der angestrebten Forschungsergebnisse

Treiber der Entwicklungen in der Logistik waren in den vergangenen Jahren in erster Linie große Unternehmen aus der Automobilindustrie oder dem Maschinenbau. Entsprechend waren diese „innovativen“ Unternehmen auch primärer Anwendungsgegenstand der Logistikforschung. Ein Transfer der aus einer Vielzahl von Projekten gewonnenen Erkenntnisse auf KMU und eine Analyse der assoziierten spezifischen Problemfelder ist noch nicht in hinreichendem Maße erfolgt.

Die Logistik ist heute nach dem Handel und der Automobilindustrie die drittgrößte Branche in Deutschland.¹⁶ Sie wird durch die zunehmende Tendenz der Industrie, Wertschöpfungsumfänge in andere Länder auszulagern, aber auch durch die zentrale Lage Deutschlands in Europa und die dadurch entstehende Möglichkeit, bedeutende Güterströme aus logistischer Sicht abzuwickeln, auch in Zukunft

¹⁴ Vgl. Gericke 2006, S. 46

¹⁵ Vgl. Bretzke 2004, S. 12

¹⁶ Vgl. Granzow, A. (2006)

eine positive Weiterentwicklung erfahren. Von diesen Entwicklungen, die vornehmlich im Bereich der Dienstleister erfolgen, haben KMU bisher nicht in ausreichendem Maße profitiert.

Die Innovation dieses Forschungsvorhabens besteht darin, die Logistik der KMU durch die Übertragung des Gestaltungsprinzips der Modularisierung so zu öffnen, dass sie von den oben skizzierten Entwicklungen profitieren können, ohne selbst größere und somit riskante Investitionen in beispielsweise Informationstechnologie, technische Anlagen oder Infrastruktur zu tätigen. Des Weiteren ist hervorzuheben, dass in bisherigen Forschungsprojekten Dienstleister und KMU nur unzureichend gemeinsam vertreten waren. Die Förderung eines gegenseitigen Verständnisses kann dazu beitragen, vorhandene Widerstände abzubauen.

4. Projektorganisation

Projektstart und Kick-off Meeting des Forschungsprojektes ModuLoSys fanden am 01.09.2008 statt. Zu Beginn der ersten Projektphase ergaben sich Änderungen seitens der Industriepartner. Ausgeschiedene Unternehmen mussten durch neue Partner im KMU Bereich ersetzt werden. Durch die Akquise neuer Unternehmen für den projektbegleitenden Ausschuss und eine inhaltliche Neustrukturierung wurden die Expertengespräche auf den Berichtszeitraum 2009 terminiert. Ebenso mussten bestimmte Arbeitsinhalte aufgrund der verspäteten Einstellung eines neuen Mitarbeiters für das Projekt vom Berichtszeitraum 2008 auf das Jahr 2009 verschoben werden. Tabelle 1 stellt die am Projekt teilnehmenden Industriepartner, Produzierendes Gewerbe (ProdG) oder Logistikdienstleister (LDL), sowie die Mitglieder des Projektbegleitenden Ausschusses dar.

	Unternehmen	Branche	Projektbegleitender Ausschuss (PA)
1	Alfred H. Schütte GmbH & Co. KG	ProdG	X
2	BLG Logistics Solutions GmbH	LDL	X
3	Holter Regelarmaturen GmbH & Co. KG	ProdG	X
4	Kunzendorf Spedition GmbH	LDL	X
5	Lohmöller Internationale Spedition GmbH & Co. KG	LDL	X
6	Möller druck und verlag GmbH	ProdG	X

Tabelle 1: Mitglieder im projektbegleitenden Ausschuss sowie Industriepartner

4.1. Projektverlauf und Zeitplan

Der in der Abbildung 2 dargestellte Projektzeitplan veranschaulicht die einzelnen Arbeitspakete des Projekts. Detaillierte Inhalte zu den jeweiligen Arbeitspaketen stehen im darauffolgenden Abschnitt. Im Berichtszeitraum 2008 wurden die Arbeitspakete 1, 3 und 5 bearbeitet. In den Arbeitspaketen wurde die Literaturrecherche konsolidiert durchgeführt und die gewonnenen Ergebnisse dienten als Grundlage für die im weiteren Projektfortschritt angesetzten Expertengespräche. Der vorliegende Schlussbericht fasst neben den Ergebnissen des Zeitraums 2008 ebenfalls die Ergebnisse für den Berichtszeitraum 2009 zusammen.

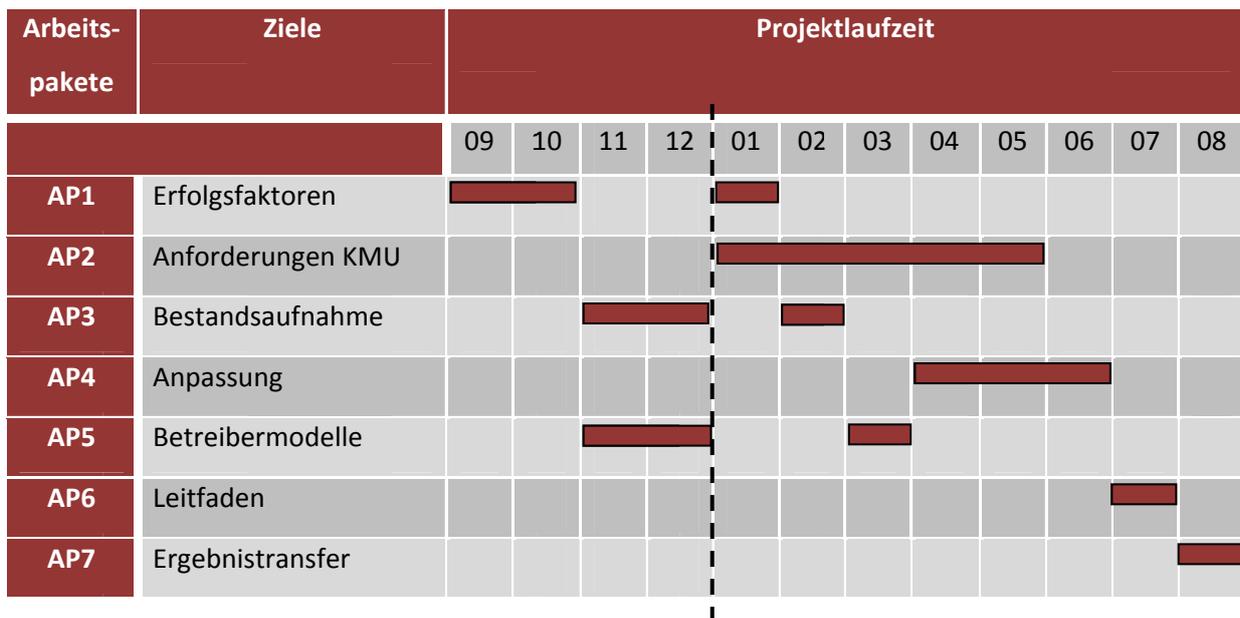


Abbildung 2: Projektzeitplan

Ausgehend von dem oben genannten Zeitplan mit seinen Arbeitspaketen wurde zwecks einer besseren Übersicht, insbesondere gegenüber den Unternehmensvertretern, für den weiteren Verlauf ein auf die offenen Arbeitsinhalte ausgerichteter Projektzeitplan entwickelt. Die folgende Abbildung 3 veranschaulicht Teilaufgaben aus den einzelnen Arbeitspaketen auf einem Zeitstrahl.



Abbildung 3: Zeitstrahl mit Teilaufgaben

Die daraus resultierenden Teilaufgaben wurden zum Zwecke einer transparenten Zusammenarbeit mit den Projektpartnern in ein Vorgehensmodell eingeordnet, das sich aus Hauptphasen mit untergeordneten Teilprozessschritten zusammensetzt. Der Projektverlauf kann der untenstehenden Abbildung 4 entnommen werden. Ein grundlegender Bestandteil war die Literaturanalyse, in der wesentliche Modularisierungsmethoden identifiziert und systematisiert wurden. Die in der Literatur identifizierten Erfolgsfaktoren und Anforderungen an der zu entwickelnden Gestaltungsempfehlung flossen anschließend für eine Validierung in Experteninterviews und einem Fragebogen ein. Zusätzlich wurden die Prozesse der produzierenden Unternehmen aufgenommen. Die Prozessaufnahme, der Fragebogen sowie die Interviews sind zunächst durchgeführt worden, um einen hohen Praxisbezug der zu entwickelnden Gestaltungsempfehlung zu gewährleisten. Die in der Literatur identifizierten Erfolgsfaktoren sowie Modularisierungsmethoden werden an die durch KMU formulierten Anforderungen angepasst, Module gebildet, Schnittstellen definiert und ein Leitfaden zur Umsetzung der Modularisierung in KMU entwickelt. Anschließend folgte die Einberufung des Projektbegleitenden Ausschusses (PA). Der PA ist ein Arbeitskreis, in dem die beteiligten Projektpartner und das Forschungsteam zusammengekommen sind, um die Ergebnisse sowohl aus dem Fragebogen als auch aus den Experteninterviews zu validieren und den ersten Entwurf des Leitfadens zu diskutieren und zu bewerten. Mit dieser Maßnahme ist ein kontinuierlicher Praxisbezug der Ergebnisse gewährleistet und hervorgehoben. Der Nutzen für die KMU liegt in dem zu erstellenden Leitfaden, der sie anhand eines Vorgehensmodells bei der Bildung und Gestaltung von Modulen sowie bei der Konzeptionierung eines Betreibermodells unterstützt.

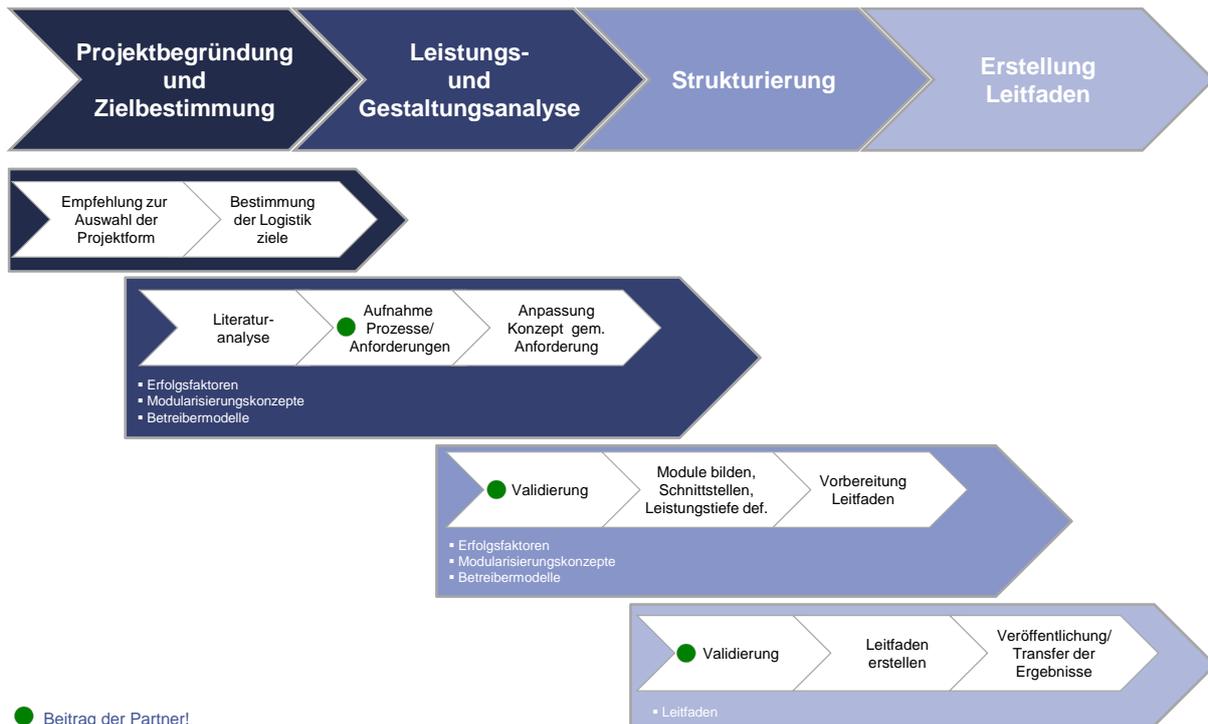


Abbildung 4: Projektverlauf

4.2. Arbeitspakete (AP)

4.2.1. AP 1: Analyse von Erfolgsfaktoren der Modularisierung

Zur Erreichung des Projektziels ist das Vorgehen in sieben Arbeitspakete (AP) unterteilt. Wie eingangs erwähnt werden im Folgenden die im Projekt bearbeiteten Arbeitspakete kurz vorgestellt.

Die Anwendung des Gestaltungsprinzips der Modularisierung auf logistische Systeme bei KMU ist von Wissenschaft und Praxis erst in Ansätzen untersucht worden. In anderen Teildisziplinen der Betriebswirtschaft und der Ingenieurwissenschaft ist der „Stand der Technik“ hinsichtlich der erforschten sowie erfolgreich angewendeten Instrumente schon deutlich weiter fortgeschritten. Die Grundlage dieses Arbeitspaketes ist zu Beginn eine Analyse der vorliegenden Literatur. Es folgt eine Identifizierung potentieller Erfolgsfaktoren der Modularisierung. Die Erkenntnisse werden dann in Experteninterviews mit Fach- und Führungskräften vertieft, um anschließend Erfolgsfaktoren einer Modularisierung von Logistiksystemen festzuhalten.

4.2.2. AP 2: Aufnahme der Anforderungen/Prozesse bei KMU sowie DL

Das zweite Arbeitspaket des Forschungsvorhabens befasst sich mit der Ermittlung des Ist-Zustandes, einer Analyse von Schwachstellen und Defiziten in den aktuellen Logistiksystemen von KMU sowie einer darauf aufbauenden Konzeption eines Soll-Zustandes. Das Ergebnis dieses Arbeitspakets sind beispielhaft modellierte und detailliert dokumentierte Logistiksysteme. Durchgeführt werden diese Logistik-Audits bei den assoziierten Industrieunternehmen. Hierzu stehen Mitarbeiter des Unternehmens den wissenschaftlichen Mitarbeitern in mehreren Gesprächsrunden zur Verfügung, um detailliert die einzelnen Logistikprozesse mit den zugehörigen Ressourcen durchzugehen. Gleichzeitig werden die Kriterien analysiert, mit denen Logistik-Dienstleister Ausschreibungen logistischer Leistungen für eine Angebotserstellung auswählen. Bei der Modularisierung muss darauf geachtet werden, dass auch die Anforderungen von Logistik-Dienstleistern berücksichtigt werden, um in späteren Phasen die Potenziale einer Fremdvergabe nutzen zu können. Aus diesem Grund wird das Tender Management von Logistik-Dienstleistern in Experteninterviews analysiert.

4.2.3. AP 3: Identifikation/Bestandaufnahme existenter Modularisierungsmethoden

Dieses Arbeitspaket gliedert sich in drei Teilaufgabengebiete: Literaturanalyse zu Strukturierungsmethoden der Modularisierung, Abgleich der Ergebnisse aus AP 1 und AP 2 sowie Experteninterviews.

Die Literaturanalyse wurde innerhalb des ersten Berichtszeitraums ausführlich behandelt. Der Zweck der Recherche ist die Aufarbeitung des aktuellen Standes in der Wissenschaft, um anhand einer Gegenüberstellung vorhandener Methoden eine Ableitung auf die vorliegenden Anforderungen der KMU

und Logistik-Dienstleister zu ermöglichen. Weiterhin bestand eine für nach dem Berichtszeitraum angesetzte Teilaufgabe in einem Abgleich der in AP 1 erarbeiteten Erfolgsfaktoren der Modularisierung mit den in AP 2 identifizierten speziellen Anforderungen von KMU an modularisierte Logistikprozesse. In Ergänzung zu der literaturbasierten Analyse wird auch der Forderung nach Praxisbezug durch die Befragung von Experten Rechnung getragen.

4.2.4. AP 4: Anpassung Modularisierungskonzept gemäß formulierter Anforderungen

Die identifizierten Erfolgsfaktoren und Methoden der Modularisierung müssen mit den Anforderungen der KMU und der Logistik-Dienstleister zusammengeführt werden. Ziel dieses Arbeitspakets ist es, einen Leitfaden zu erstellen, bei dem jeder einzelnen Phase Methoden und Instrumente mit Erläuterungen für den Anwender zugeordnet sind. Die verwendeten Methoden sollen mit dem Projektbegleitungsausschuss abgestimmt werden, um eine Umsetzbarkeit gewährleisten zu können. Exemplarisch wird der Leitfaden anhand der zuvor erhobenen Logistikleistungen der assoziierten KMU auf seine Praxistauglichkeit überprüft. Bei Anwendung des Leitfadens resultiert eine exemplarisch modularisierte Logistiklandschaft. Durch die Einbeziehung der Logistik-Dienstleister in dieser Phase kann deren Wissen um state-of-the-art-Logistikkonzepte in das Modularisierungsvorhaben eingebracht werden.

4.2.5. AP 5: Entwicklung möglicher Betreibermodelle

Den durch die KMU subjektiv empfundenen Ängsten vor Kontrollverlust durch Fremdvergabe muss durch die Entwicklung angemessener Betreiberkonzepte Rechnung getragen werden. Innovative vertragliche Regelungen sollen im Rahmen dieses Arbeitspakets auf ihre Eignung untersucht werden, um Ängste der KMU zu beseitigen sowie Transparenz und Durchgriffsrechte bei Fremdvergabe zu erhalten. Für die technische und organisatorische Schnittstellengestaltung werden Koordinations- und Kommunikationsmechanismen entwickelt, um die Potenziale der Modularität wie Austauschbarkeit und Erweiterbarkeit nutzen zu können. Entsprechend basiert dieses Arbeitspaket auf Literaturrecherche und Experteninterviews.

4.2.6. AP 6: Vorbereitung einer Anwendung des Leitfadens

Die Gesamtergebnisse des Forschungsvorhabens (Leitfaden mit Vorgehensweise zur Modularisierung und Betreibermodelle) sollen gemeinsam mit potenziellen Anwendern optimiert werden. Fokus liegt hierbei insbesondere auf der verständlichen, an den Erfordernissen von KMU orientierten Aufbereitung der Ergebnisse. Um ein möglichst umfassendes Feedback zu erhalten, sollen die Ergebnisse neben den Projektpartnern auch der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

4.2.7. AP 7: Transfer der Ergebnisse

Die erarbeiteten Ergebnisse wurden während der Projektlaufzeit durch Publikationen und Vorträge der interessierten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Im Rahmen von Veranstaltungen wie beispielsweise Kongresse wurden aktuelle Ergebnisse den Interessenten vorgestellt und diskutiert. Weiterhin ist eine Internetseite des Forschungsvorhabens eingerichtet. Die aufbereiteten Abschlussergebnisse münden in einen Projektbericht, in dem der Leitfaden und die Betreibermodelle detailliert dargestellt sind. Der Projektbericht wird sowohl in einer Druckfassung als auch in geeigneter Weise im Internet zur Verfügung gestellt.

Im Folgenden werden aus organisatorischen Gründen und zwecks einer besseren Darstellung die Ergebnisse der Aufgabenpakete anhand themenbezogener Kapiteln vorgestellt. Tabelle 2 veranschaulicht die Verknüpfung der Aufgabenpakete mit den jeweiligen Kapiteln:

Aufgabenpaket	Beschreibung AP	Kapitel im Bericht
1	Erfolgsfaktoren	5
2	Anforderungen KMU	5.3 bis 5.4 9.1
3	Bestandsaufnahme Modularisierungsmethoden	7
4	Anpassung gemäß Anforderungen	9.1; 9.3; 9.6 10.1 bis 10.2
5	Betreibermodelle	8
6	Leitfaden	9
7	Ergebnistransfer	10.3 bis 10.5

Tabelle 2: Verknüpfung AP mit Kapiteln im Bericht

4.3. Verwendung der Zuwendungen für wissenschaftliches Personal

Im Berichtszeitraum 2009 sind die bereits in 2008 erarbeiteten Erkenntnisse aus den jeweiligen Arbeitspaketen in das laufende Projekt eingeflossen. Nach den Vorarbeiten zur Konsolidierung der Literaturrecherche aus den Arbeitspaketen eins, drei und fünf sind der Interviewleitfaden für die Expertengespräche sowie die Fragebogenstruktur vorbereitet, erstellt und durch Pre-Tests validiert worden. Weiterhin sind Maßnahmen für die geplante Prozessaufnahme in den Unternehmen analysiert und bewertet worden. Dabei mussten neben den einzusetzenden Tools Anforderungen für KMU und LDL identifiziert werden. Für diese Phase der Analyse der Anforderung ist ein zusätzlicher Mitarbeiter mit entsprechenden Vorkenntnissen über KMU eingesetzt worden, um den Forschungsprozess zu beschleunigen. Die frei verfügbaren Mittel in Höhe von einem Mannmonat aus dem letzten Berichtszeitraum sind dem Bedarf entsprechend eingesetzt worden. Durch die intensive und kooperative Zusammenarbeit unter dem wissenschaftlichen Personal sowie gute und zügige Vorarbeit ist ein Mannmonat an Mitteln zum Abruf nicht erforderlich gewesen.

Im Hinblick auf den Einsatz des wissenschaftlichen Personals waren Mitarbeiterwechsel erforderlich, da die betroffenen Kollegen infolge der Vollendung ihrer Promotion das Fachgebiet Logistik verlassen haben. Eine lückenlose Übergabe der offenen Tätigkeiten ist erfolgreich durchgeführt worden. Die beiden neu eingesetzten Mitarbeiter haben die Projektaufgaben übernommen und zügig vorangetrieben. Dabei wurden die Anforderungen und Prozesse in den Unternehmen aufgenommen, analysiert und bewertet. Des Weiteren sind die Befragungen und Experteninterviews mit den drei KMU und LDL durchgeführt worden. Nach der Datenerfassung folgte die Auswertung der erhobenen Daten. Ziel war es, einen ersten Entwurf des Leitfadens für die Validierung im Rahmen des projektbegleitenden Ausschusses zu entwickeln. Außerdem sollten die Projektpartner über die Auswertung der Ergebnisse aus den durchgeführten Untersuchungen informiert werden. Im Anschluss an die Validierung des Leitfadenentwurfs ist der finale Leitfaden unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus dem Ausschuss verfasst worden. Parallel liefen die Vorbereitung und Entwicklung der Website zur Modularisierung sowie die Erstellung des Abstracts und Papers für den Vortrag im Rahmen der internationalen Logistikkonferenz in Istanbul. Die beiden eingesetzten Mitarbeiter haben für die Bearbeitung der Aufgabenpakete zwei, vier, fünf, sechs und sieben ihre vorgesehene Mannmonate voll in Anspruch genommen.

5. Erfolgsfaktoren der Modularisierung

5.1. Begriffsklärung und Bedeutung

Eine Auseinandersetzung mit dem Begriff der strategischen Erfolgsfaktoren findet in der Erfolgsfaktorenforschung statt¹⁷. Die Bestimmung von Erfolgsfaktoren findet stets unter Berücksichtigung eines Bezugsobjekts bzw. Themengebiets statt. Die strategischen und kritischen Erfolgsfaktoren werden synonym verwendet.¹⁸ Als kritische Erfolgsfaktoren wird nach Rockart die begrenzte Anzahl von Geschäftsbereichen innerhalb einer Organisation bezeichnet, deren positiven Ergebnisse eine erfolgreiche wettbewerbsfähige Leistung sicherstellen.¹⁹ Der Nutzen zur Identifizierung von Erfolgsfaktoren liegt in dem Bereitstellen von Informationen, die im erfolgreichen Umgang mit der Modularisierung von logistischen Systemen unterstützen.

Eine Ableitung der Erfolgsfaktoren basierte auf eine Konsolidierung empirisch ermittelter Erfolgsfaktoren in verschiedenen Untersuchungen zur Modularisierung und thematisch verwandten Themengebieten. Die wesentlichen Bereiche zur Ermittlung von Erfolgsfaktoren bilden das Projekt- und Innovationsmanagement sowie die Logistik. Das Projektmanagement bildet die Grundlage für die Umsetzung eines Modularisierungsprojekts. Seit den 60er Jahren wird die Projektmanagementforschung zur Klärung von kritischen Einfluss- und Erfolgsfaktoren betrieben, so dass auf eine Vielzahl vorliegender Untersuchungen und Metastudien zurückgegriffen werden kann. Ebenso kann die Innovationsmanagementforschung dazu beitragen, die in diesem Bereich ermittelten Forschungserkenntnisse für die Identifizierung von Erfolgsfaktoren zu nutzen. Das Projektmanagement sowie das team-basierte Arbeiten sind in dieser Disziplin von großer Bedeutung.²⁰ Die Fragestellung der Modularisierung setzt den Fokus auf logistische Prozesse im Unternehmen. An dieser Stelle müssen die spezifischen Anforderungen an den Prozess der Modularisierung logistischer Systeme berücksichtigt werden. Dazu zählen die Eigenschaften der Logistik, die systematische Strukturierung des Sachverhalts sowie die Implementierung und Umsetzung des Untersuchungsgegenstands.²¹

¹⁷ Vgl. Fröhler 2005, S. 9–10

¹⁸ Vgl. Tjaden 2003, S. 62

¹⁹ Vgl. Rockart 1979, S. 85

²⁰ Vgl. Lechler 1997, S. 41–45

²¹ Vgl. Straube et al. 2007, S. 116

5.2. Ermittlung von Erfolgsfaktoren

Im folgenden Absatz werden für die Durchführung eines Modularisierungsprojekts Erfolgsfaktoren vorgestellt, die bei Berücksichtigung den Projekterfolg unterstützen und gewährleisten können. Die identifizierten Erfolgsfaktoren aus der Literaturanalyse werden nach Faktoren mit organisatorischen und fachlichen Bezug differenziert, da eine wechselseitige Beziehung zwischen den organisatorischen Abläufen und fachlichen Kenntnissen im Rahmen von mittleren bis großen Projekten besteht. Die organisatorischen Erfolgsfaktoren lassen sich in drei Bereiche unterteilen: Management, Mitarbeiter und allgemeine Methoden. An dieser Stelle stehen die wesentlichen Merkmale bzw. Faktoren zur erfolgreichen Durchführung eines Projektes im Vordergrund. Die Beteiligung des Managements ist zweifelsfrei erforderlich genauso wie gewisse Eigenschaften hinsichtlich der Mitarbeiter notwendig sind. Außerdem werden die allgemeinen Methoden des Projektmanagements herangezogen.

Demgegenüber stehen die fachlichen Erfolgsfaktoren, die infolge der logistischen Fragestellungen nach den logistikspezifischen Erfolgsfaktoren, der Strukturierung in der Herangehensweise sowie der speziellen Methodik klassifiziert sind. Das Ergebnis der Untersuchung ist in der Abbildung 5 zusammengefasst dargestellt.

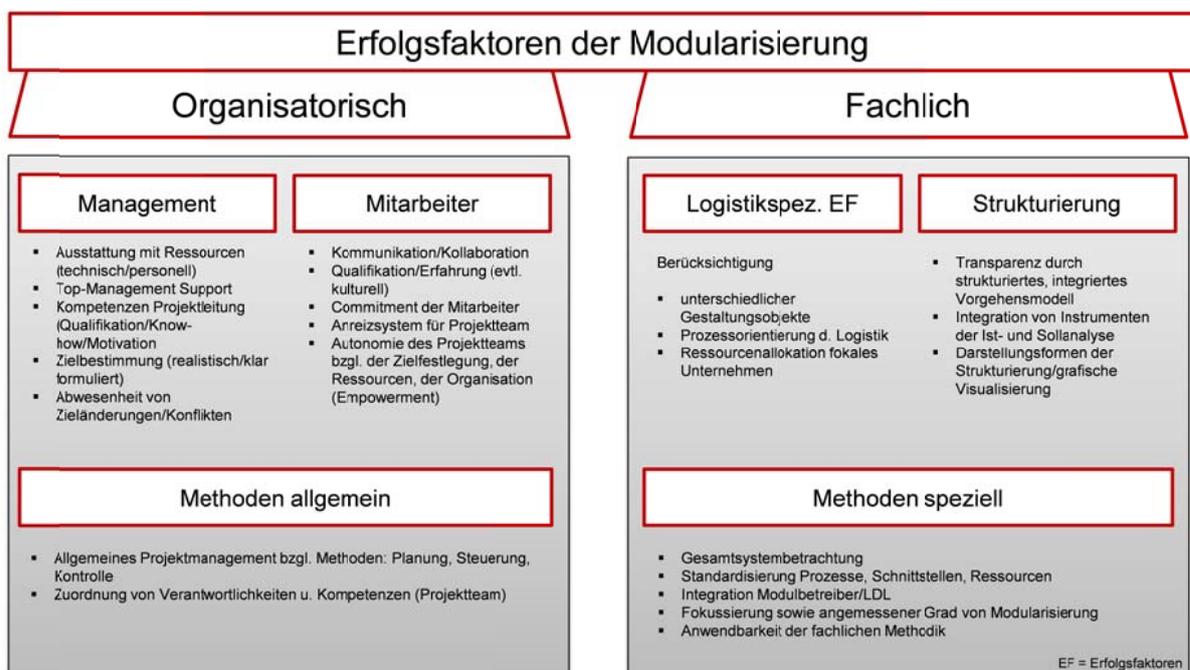


Abbildung 5: Erfolgsfaktoren der Modularisierung

5.3. Validierung der Erfolgsfaktoren

Die Validierung der ermittelten Erfolgsfaktoren erfolgte sowohl durch einen Fragebogen als auch im Rahmen von Experteninterviews. Der Abschnitt Erfolgsfaktoren im Fragebogen neben weiteren Themen ist gemäß der oberen Abbildung 5 gegliedert. Im Fragebogen sind die Teilnehmer nach ihrer persönlichen Einschätzung der einzelnen Erfolgsfaktoren anhand der Wichtigkeit auf einer Skala von eins - weniger wichtig - bis fünf - sehr wichtig - befragt worden. An der Befragung haben die sechs Projektpartner des Modularisierungsprojekts teilgenommen, die zusammen eine Stichprobe von zehn ergeben. Von diesen zehn Antworten verteilen sich sechs auf das produzierende Gewerbe und vier auf die Logistikdienstleister. Die Befragung ist durchgeführt worden, um einerseits die Unternehmen an die Thematik der Modularisierung heranzuführen, andererseits können anhand der Ergebnisse aus der Befragung Empfehlungen und Hinweise für die Durchführung eines Modularisierungsprojekts von dem Anwender abgeleitet werden. Die folgenden Ausführungen haben eine informierende und unterstützende Funktion.

In der Gesamtheit gehören jeweils drei Unternehmen zu dem produzierenden Gewerbe (ProdG) und Logistikdienstleistern (LDL). Die Struktur der Mitarbeiteranzahl in den befragten Unternehmen zeigt folgende Übersicht.

Mitarbeiteranzahl	<51	51-151	151-251	251-501	>501
Teilnehmer	0	3	4	0	3

Tabelle 3: Struktur der Mitarbeiterzahl

Im folgenden Verlauf des Leitfadens werden die Durchschnittswerte auf einer Skala von drei bis fünf (Intervall von 0,5) bzw. zwei bis vier (Intervall von 0,2) aufgetragen. Um eine noch übersichtlichere Darstellung zu erreichen, wird in Einzelfällen von diesem Skalenausschnitt abgewichen. Die eingetragenen Punkte sind Durchschnittswerte über alle Antworten in Abhängigkeit der Branche - ProdG und LDL. Im unmittelbaren Vergleich zwischen den beiden Gruppen wird die unterschiedliche Gewichtung der Faktoren deutlich.

Gewichtung des Faktors	eher weniger wichtig	weniger wichtig	wichtig	wichtiger	sehr wichtig
	Skala	1	2	3	4

Tabelle 4: Gewichtung der Faktoren

Die Durchführung von Experteninterviews diente vorwiegend sowohl für die Erfolgsfaktoren als auch die anderen Themenbereiche zur Ermittlung von Daten, die durch die geschlossenen Fragen aus dem Fragebogen nicht erfasst werden können. Ein Interview ermöglicht durch die offenen Fragen, neue Inhalte

zu generieren. Die Experten mussten zu den Themenkomplex Erfolgsfaktoren folgende Fragen beantworten.

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none">▪ Welche Erfolgsfaktoren sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten für den Umsetzungsprozess einer Modularisierung?▪ Worin bestehen die größten Schwierigkeiten für KMU bei der Umsetzung?▪ Haben Sie bestimmte Aspekte im Fragebogen²² vermisst?
-----------------	--

Tabelle 5: Gliederung der Erfolgsfaktoren

5.4. Ergebnisse der Validierung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Befragung zu den oben genannten Erfolgsfaktoren vorgestellt. Die Gliederung der Ergebnisdarstellung aus dem Fragebogen orientiert sich an der Abbildung 5.

²² Online-Fragebogen wird beim ersten Meeting vor Ort durchgeführt.

5.4.1. Organisatorische Erfolgsfaktoren

Die kommende Abbildung stellt unter den organisatorischen Erfolgsfaktoren in der Kategorie Management die Antworten zu den einzelnen Faktoren vor. Der Punkt über realistische und klar formulierte Definition von Projektzielen wird als besonders wichtig von dem ProdG bewertet. Die Kompetenzen der Projektleitung sind genauso wichtig wie der Support durch das obere Management sowie die technische und personelle Ausstattung der Projektmitglieder. Die Antworten der LDL liegen bei den letztgenannten Erfolgsfaktoren dicht hinter den des ProdG bis auf den Erfolgsfaktor Kompetenzen der Projektleitung, welcher sowohl von ProdG als auch LDL gleichermaßen als wichtig eingestuft wurde. Bei diesem Punkt herrscht Einigkeit über die Kompetenzen der Projektleitung, die von beiden Gruppen als gleich wichtig eingestuft werden. Allerdings werden nachträgliche Änderungen von vereinbarten Zielen nach Projektstart von den LDL wichtiger als von dem ProdG eingeschätzt. Diese unterschiedliche Einschätzung liegt naturgemäß an der Kunden-Lieferanten-Konstellation, da das ProdG als Auftraggeber eher eine kurzfristige Änderung in seinem Handlungsspielraum als möglich empfindet. Das Management von Konflikten innerhalb von Teams wird als organisatorischer Erfolgsfaktor sowohl von ProdG und LDL näherungsweise gleich wichtig eingeschätzt; im Vergleich mit den anderen Faktoren ist dieser Faktor von der Wichtigkeit geringer bewertet worden.

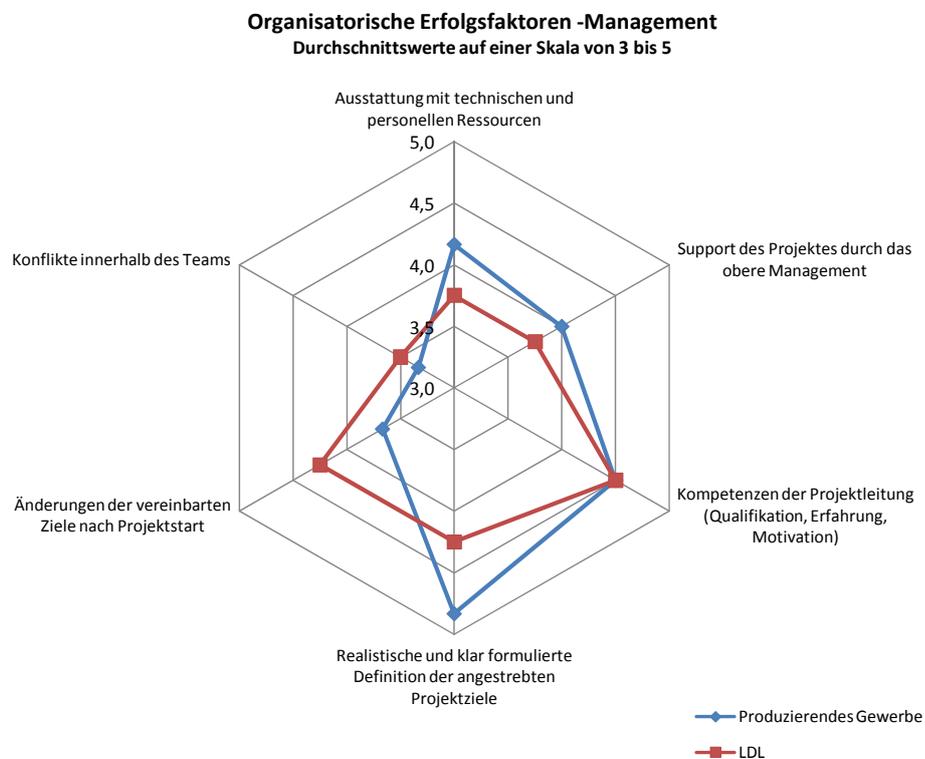


Abbildung 6: Organisatorische Erfolgsfaktoren - Management

5.4.2. Organisatorische Erfolgsfaktoren – Mitarbeiter

Bei den organisatorischen Erfolgsfaktoren hinsichtlich der Mitarbeiter sind die dort angeführten Erfolgsfaktoren durchweg von den LDL geringer als von dem ProdG bewertet worden. Dieser Sachverhalt wird anhand der roten Linie deutlich. Um die relevanten Erfolgsfaktoren zu identifizieren, können diejenigen Punkte betrachtet werden, die größer gleich vier sind. Der Durchschnittswert vier ist äquivalent zu dem Begriff „wichtiger“ zu sehen. Unter dieser Annahme sieht das ProdG folgende Faktoren mit hoher Wichtigkeit (siehe auch nachstehendes Netzdiagramm):

- Kommunikation und Kollaboration unter den internen Projektmitgliedern sowie zu externen Partnern
- Qualifikation und Erfahrung der internen Mitarbeiter
- Commitment in Hinsicht auf das Projektziel und die Aufgaben
- Autonomie des Projektteams bezüglich der Organisation

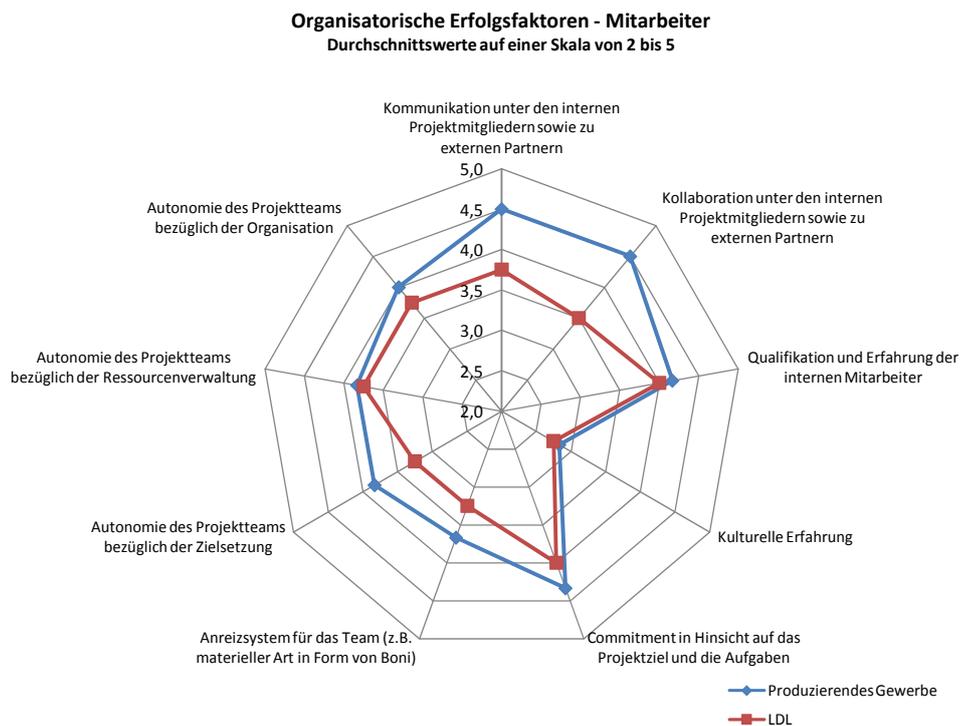


Abbildung 7: Organisatorische Erfolgsfaktoren - Mitarbeiter

5.4.3. Organisatorische Erfolgsfaktoren – Mitarbeiter vs. Management

In dem Punkt der kulturellen Erfahrung eines Mitarbeiters sind sich ProdG und LDL einig, da beide Befragungsgruppen diesen Punkt als weniger wichtig im Vergleich zu den Restlichen einschätzen. Demgegenüber schätzen die LDL die Autonomie des Projektteams bezüglich der Organisation und Ressourcenverwaltung verglichen mit den anderen Erfolgsfaktoren als besonders wichtig ein.

Der Anwendung von Projektmanagementmethoden wie bspw. die Planung, Steuerung und Kontrolle mithilfe von Projektplänen wird sowohl von ProdG als auch von LDL eine hohe Wichtigkeit beigemessen. Ähnliches gilt für die Verteilung von Verantwortlichkeiten und Kompetenzen innerhalb und außerhalb des Projektteams mit Ausnahme der Einschätzung der LDL. Diese beurteilen diesen Erfolgsfaktor als weniger wichtig unter der Kategorie der allgemeinen Methoden. Folgende Abbildung stellt aufgrund der Daten in einem Balkendiagramm die Gewichtung der Befragten dar.

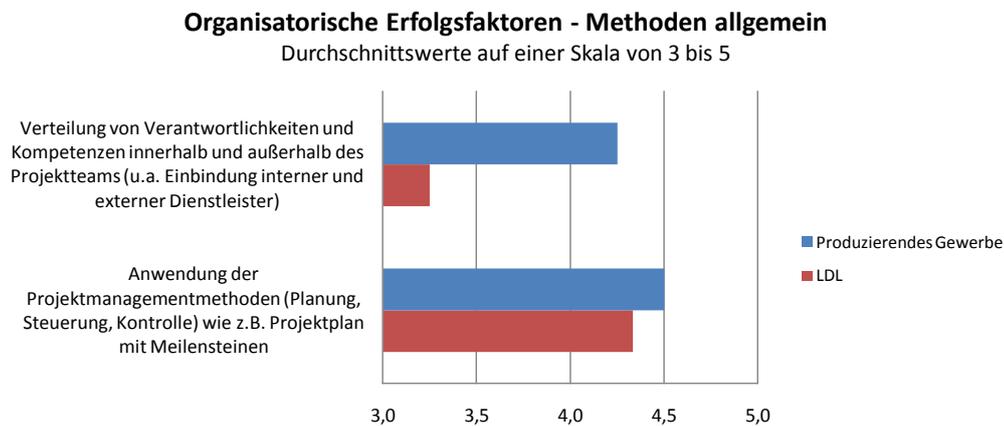


Abbildung 8: Organisatorische Erfolgsfaktoren - Methoden allgemein

5.4.4. Fachliche Erfolgsfaktoren – logistikspezifisch

Im Bereich der fachlichen Erfolgsfaktoren mit logistikspezifischem Bezug stufen die ProdG im Vergleich zu den LDL die Wichtigkeit der genannten Faktoren höher ein. Insbesondere die Berücksichtigung der Prozessorientierung bei der Modularisierung eines Logistiksystems beurteilen die ProdG als sehr wichtig, da bei einem solchen Projekt vorzugsweise die unternehmensinternen Prozesse des ProdG in Betracht gezogen werden. Zusammenfassend sind die hier genannten Erfolgsfaktoren sowohl für ProdG als auch LDL „ziemlich wichtig“, da die genannten Angaben durchschnittlich mit vier bewertet worden sind.

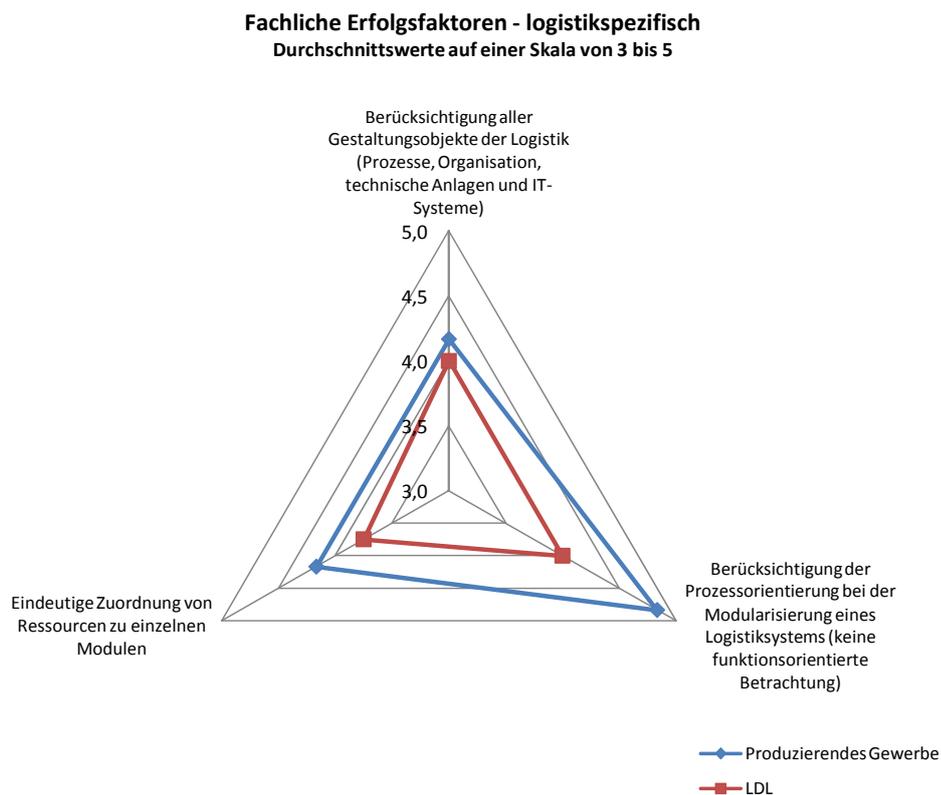


Abbildung 9: Fachliche Erfolgsfaktoren - logistikspezifisch

5.4.5. Fachliche Erfolgsfaktoren – Strukturierung

Ein ähnliches Ergebnis liegt bei den Erfolgsfaktoren der Kategorie Strukturierung vor. Die folgende Abbildung zeigt, dass in dieser Kategorie die Befragten ProdG die Erfolgsfaktoren deutlich wichtiger bewerten als die LDL. Eine strukturierte Herangehensweise zur Schaffung von Transparenz, eine Anwendung von Instrumenten der Ist- und Sollanalyse sowie die grafische Visualisierung der strukturierten Abläufe stehen für eine Einschätzung zur Auswahl. Letzterer Erfolgsfaktor ist von beiden Gruppen mit Durchschnittswerten in Höhe von 3,8 bei ProdG und 3,5 bei LDL als wenig wichtig bewertet worden.

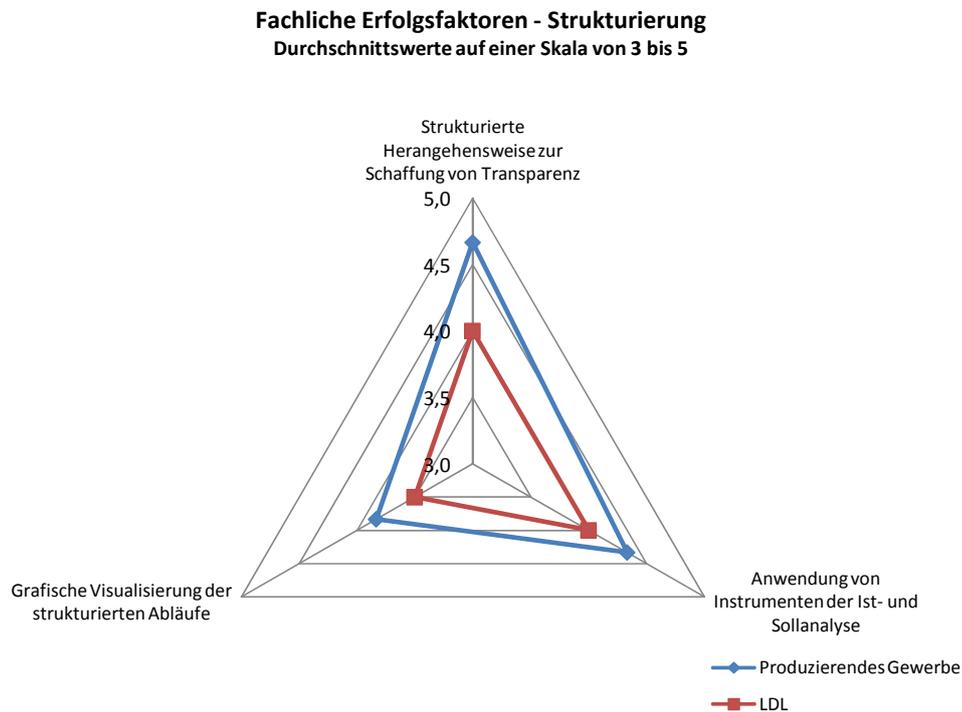


Abbildung 10: Fachliche Erfolgsfaktoren - Strukturierung

Im Folgenden werden die relevanten Erfolgsfaktoren zusammengefasst, die von beiden Teilnehmergruppen der Befragung als besonders wichtig eingeschätzt worden sind.

Organisatorische Erfolgsfaktoren - Management	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realistische und klar formulierte Definition der angestrebten Projektziele ▪ Kompetenzen der Projektleitung (Qualifikation, Erfahrung, Motivation) ▪ Support des Projekts durch das obere Management
Organisatorische Erfolgsfaktoren - Mitarbeiter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Commitment in Hinsicht auf das Projektziel und die Aufgaben ▪ Qualifikation und Erfahrung der internen Mitarbeiter ▪ Kollaboration und Kommunikation unter den internen Projektmitgliedern sowie zu externen Partnern
Organisatorische Erfolgsfaktoren - Methoden allgemein	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verteilung von Verantwortlichkeiten und Kompetenzen innerhalb und außerhalb des Projektteams
Fachliche Erfolgsfaktoren - Logistikspezifische Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Berücksichtigung der Prozessorientierung bei der Modularisierung eines Logistiksystems (keine funktionsorientierte Betrachtung)
Fachliche Erfolgsfaktoren - Strukturierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strukturierte Herangehensweise zur Schaffung von Transparenz
Fachliche Erfolgsfaktoren - Methoden speziell	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Standardisierung von Prozessen, Schnittstellen und Ressourcen ▪ Ganzheitliche Betrachtung des logistischen Systems ▪ Bündelung der Prozesse zu sinnvollen Modulen

Tabelle 6: Zusammenfassung der Befragungsergebnisse

Die Zusammenfassung der Befragungsergebnisse verdeutlicht, dass die Unternehmen bestimmte Erfolgsfaktoren im Vergleich zur Gesamtmenge besonders hervorheben. Insbesondere die fachlichen Erfolgsfaktoren beziehen sich auf die Modularisierung und sollen im Kontext zukünftiger Implementierungsprojekte betrachtet werden. Der Nutzen der identifizierten organisatorischen und fachlichen Erfolgsfaktoren liegt darin, dass diese ermittelten Sachkenntnisse den Anwender im erfolgreichen Umgang mit der Modularisierung von logistischen Systemen unterstützen.

6. Grundlagen der Modularisierung für KMU und LDL

Zur Schaffung eines einheitlichen Verständnisses werden zunächst die Grundlagen definiert, die aktuelle Situation und die Herausforderungen an die produzierenden KMU und LDL beschrieben sowie die Relevanz der Modularisierung in KMU verdeutlicht.

6.1. Rahmenbedingungen der Modularisierung

Dieser Abschnitt widmet sich der Modularisierung. Nach einer Definition der wesentlichen Begriffe werden die Modularisierungskonzepte als Stand der Forschung kurz beschrieben und in Teilbereiche untergliedert. Im Anschluss werden die Modularisierungsziele und Gestaltungsprinzipien bei der Modulbildung näher betrachtet.

6.1.1. Begriffsklärung

Die Grundlage für die Modularisierung stellt die Systemtheorie dar, in der der Aufbau von Systemen beschrieben wird. Ein System setzt sich aus einer Vielzahl von Elementen zusammen, die zueinander in Beziehung stehen, und grenzt sich durch eine Systemgrenze von der Umwelt ab.²³ Das System interagiert mit der Umwelt mit Hilfe von In- und Outputfaktoren. Abhängig von den Beziehungen zwischen den Elementen, die von unterschiedlicher Intensität sein können, lassen sich Systemelemente zu Subsystemen, so genannten Modulen, zusammenfassen, die über klar definierte Schnittstellen miteinander verbunden sind und zueinander in einer geringen Abhängigkeit stehen.¹¹ Module sind autonome, prozessorientierte Einheiten, die erweiterbar und austauschbar sind, sich durch eine dezentrale Entscheidungskompetenz sowie Kosten- und Eigenverantwortung auszeichnen.¹² Ein System, welches sich aus mehreren Modulen zusammensetzt und deren interne Beziehungen intensiver als die externen Beziehungen sind, wird als modulare Systemarchitektur bezeichnet.¹³ Das Gegenteil der modularen Systemarchitektur ist die integrale Systemarchitektur, bei der die Beziehungen zwischen den Teilsystemen relativ stark ausgeprägt sind. In Abbildung 11 wird eine modulare Systemarchitektur schematisch dargestellt.

²³ Vgl. Kurzrock 1972, S. 18

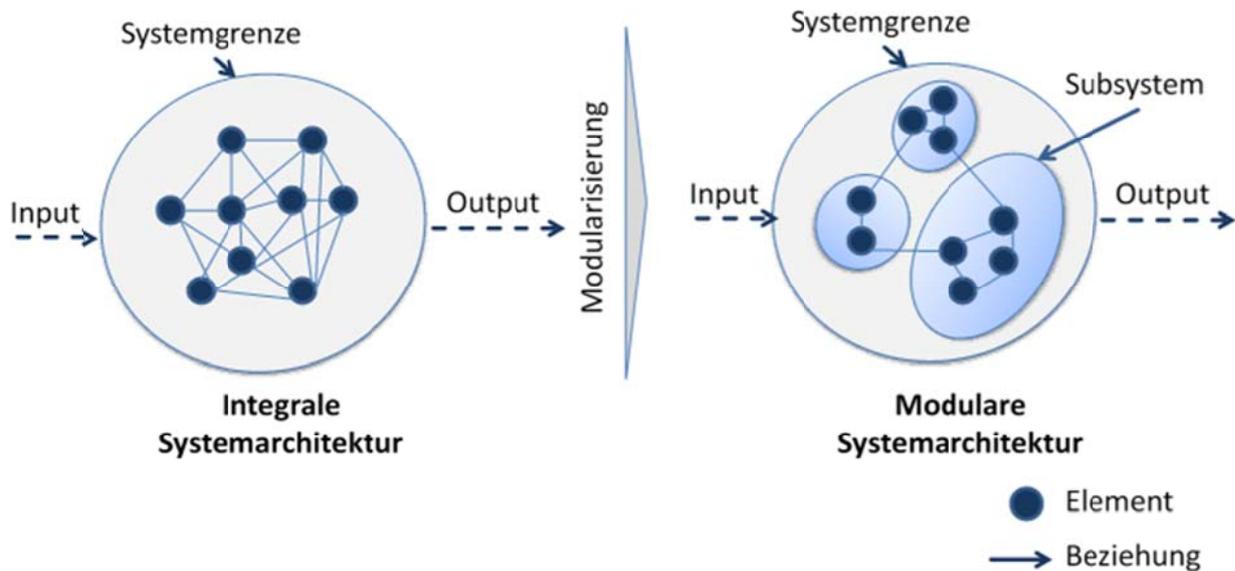


Abbildung 11: Integrale Systemarchitektur vs. Modulare Systemarchitektur²⁴

Auch hinsichtlich der Produktarchitektur wird zwischen einer modularen und einer integralen Ausprägung unterschieden. Während bei der modularen Produktarchitektur jede Produktkomponente genau eine Produktfunktion erfüllt und die Schnittstellen standardisiert sind, ist die integrale Produktarchitektur geprägt durch spezifische (folglich nicht standardisierte) Schnittstellen und komplexe Zuordnungen zwischen Funktionen und Komponenten.²⁵

In Bezug auf Dienstleistungen wird von der modularen Systemarchitektur gesprochen. Mehrere durch standardisierte Schnittstellen miteinander verbundene Dienstleistungsmodule bilden eine modulare Systemarchitektur. Dienstleistungsmodule sind Einheiten aus definierten Teilfunktionen, abgegrenzten Teildienstleistungen und eindeutig zugeordneten organisatorischen Einheiten.²⁶

Zusammenfassend wird unter Modularisierung die Restrukturierung von Systemen in überschaubare, autonome Module verstanden, die trotz ihrer Unabhängigkeit als ein Ganzes zusammenwirken.²⁷ Die Koordination der Module erfolgt verstärkt durch nicht-hierarchische Koordinationsformen.²⁸ Aus den geringen Abhängigkeiten zwischen den Modulen resultiert eine Reihe von Vorteilen, die in 6.4 auf Seite 38 näher betrachtet werden.

²⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Klinkner et al. 2005, S. 33

²⁵ Vgl. Burr 2004, S. 449

²⁶ Vgl. Burr 2002, S. 115

²⁷ Vgl. Göpfert 1998, S. 53

²⁸ Vgl. Picot et al. 2003, S. 230

6.1.2. Stand der Forschung

Modularisierungskonzepte kommen in vielfältigen Anwendungsbereichen zum Einsatz . In Abbildung 12 wird ein Überblick über die wesentlichen Ebenen der Modularisierungskonzepte mit repräsentativ genannten Autoren gegeben.

Modularisierungskonzepte			
Fabrikebene	Produktebene	Prozesebene	Dienstleistungsebene
<ul style="list-style-type: none"> • Warnecke (1992) • Wildemann (1988) 	<ul style="list-style-type: none"> • Göpfert (1998) • Erixon (1998) 	<ul style="list-style-type: none"> • Günthner (2004) • Picot et al. (2003) 	<ul style="list-style-type: none"> • Burr (2002) • Corsten/Gössinger (2007)

Abbildung 12: Modularisierungskonzepte im Überblick²⁹

Die Fabrikmodularisierung spielt eine wesentliche Rolle bei der Gestaltung wandlungsfähiger Fabriken. Sie wird zur Flexibilisierung der Produktionssysteme und ganzer Fabriken eingesetzt, um Anpassungen an turbulente Umwelten zu ermöglichen (Vgl. Abschnitt 7.1.1 auf Seite 41).³⁰ Neben einer Modularisierung der Fertigung wird Modularität vielfach in der Produktentwicklung eingesetzt.³¹ Die Produktmodularisierung kommt seit Jahren bereits in der Software- und der Automobilbranche zum Einsatz.³² Das Ziel stellt hierbei eine effiziente Produktgestaltung dar. Diese wird erreicht, indem unabhängige Module gebildet werden, die einzeln gefertigt oder geprüft und untereinander kombiniert werden können, so dass die Produktvielfalt erhöht und die Entwicklungskosten gesenkt werden. Das systematische Gestalten von Prozessen und Dienstleistungen in Form einer Modularisierung wird in der Literatur vergleichsweise nur von wenigen Autoren betrachtet. Eine Zerlegung der Prozesse und Dienstleistungen in Module kann u.a. eine Fremdvergabe und folglich die Fokussierung auf die Kernkompetenzen unterstützen (vgl. Abschnitt 7.3.1 auf Seite 80). Generell werden mit den Modularisierungskonzepten die Ziele Komplexitätsreduktion, Flexibilitätssteigerung, Nähe zum Markt, Wandlungsfähigkeit und Reaktionsfähigkeit in Bezug auf die Wettbewerber, Kunden und Marktbedingungen verfolgt.³³ Aus den verschiedenen Modularisierungskonzepten lassen sich Gestaltungsmerkmale ableiten, die auf modulare Architekturen übertragen werden können.³⁴

Es sollten *kleine Organisationseinheiten* gebildet werden, deren Module *abgeschlossen* sind und über Entscheidungskompetenzen verfügen und die Ergebnisverantwortung übernehmen, so dass eine

²⁹ Eigene Darstellung

³⁰ Vgl. Nofen et al. 2005, S. 17

³¹ Vgl. Baldwin, Clark 1998, S. 4

³² Vgl. Picot et al. 2003, S. 234

³³ ebenda, S. 231

³⁴ Vgl. Picot et al. 2003, S. 231–235 und Aier, Schönherr 2004, S. 33

Dezentralisierung der Entscheidungskompetenzen und der Ergebnisverantwortung erfolgt. Darüber hinaus sollten die Module über eine *nicht-hierarchische Koordinationsform* miteinander verbunden werden. Weitere Gestaltungsprinzipien, die bei der Modularisierung von Architekturen berücksichtigt werden sollten, sind eine hohe *Prozessorientierung* sowie eine *Markt- und Kundenausrichtung*. Kern der Modularisierung ist die Schaffung unabhängiger, abgeschlossener Subsysteme mit definierten Schnittstellen, wobei die optimale Größe solcher Einheiten schwankt. Bei der Modulgestaltung sind der Aufwand, der durch die Abgrenzung der autonomen Einheiten entsteht, und die Senkung der Koordinationskosten, die aus der verminderten Anzahl von Schnittstellen resultiert, gegeneinander abzuwägen. Kontrolliert werden können die gebildeten Module bspw. durch den Einsatz neuer Informations- und Kommunikationssysteme (I&K-Systeme). Mit der Prozessorientierung erfolgen die Abwendung von der funktionalen Aufgabenteilung bisheriger Organisationsformen und eine Reduktion der organisatorischen Schnittstellen. Entscheidungskompetenzen und Ergebnisverantwortung sind auf möglichst niedrige Ebenen der Hierarchie zu verlagern, um kurze Entscheidungswege sowie eine hohe Motivation der Mitarbeiter durch übertragene Verantwortung zu erzielen. Weiterhin sollten nichthierarchische Koordinationsformen zwischen Modulen entwickelt werden, um die Selbststeuerung der Module zu fördern. Darüber hinaus sollten die folgenden Gestaltungsziele bei der Modulbildung berücksichtigt werden: Austauschbarkeit, Wiederverwendbarkeit, zeitliche Gültigkeit, Überschneidungsfreiheit, Vollständigkeit, klar definierte Schnittstellen zwischen den Modulen, Allgemeingültigkeit der Module sowie eine reduzierte Modulanzahl. Module sollten zudem keiner gegenseitigen Beeinflussung unterliegen und als Black Box gestaltet werden, in der die inneren Inhalte verborgen bleiben.³⁵ Dies erleichtert ein mögliches Outsourcing, da den LDL so Spielräume hinsichtlich der Modulgestaltung zugestanden werden und lediglich die Modulschnittstellen konform zu den Vorgaben der Hersteller sein müssen.

³⁵ Vgl. Aier, Schönherr 2004, S. 26–27

6.2. Rahmenbedingungen der KMU

In diesem Abschnitt werden die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) eingehend betrachtet. Anhand von quantitativen und qualitativen Merkmalen werden die KMU definiert und ihre Stärken und Schwächen einander gegenübergestellt. Darüber hinaus werden die hohe Bedeutung der KMU in Deutschland belegt und aktuelle Herausforderungen an die KMU beschrieben.

6.2.1. Begriffsklärung

Mittelständische Unternehmen können anhand von quantitativen als auch qualitativen Kriterien beschrieben werden. Quantitative Abgrenzungskriterien können die Anzahl von Beschäftigten, der Jahresumsatz und die Jahresbilanzsumme darstellen.²⁶ Das Statistische Bundesamt definiert kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Abhängigkeit der Beschäftigtenzahl und des Jahresumsatzes und unterteilt diese in Kleinstunternehmen, kleine Unternehmen und mittlere Unternehmen.²⁷ Die Europäische Kommission betrachtet zusätzlich die Bilanzsumme als ein weiteres Kriterium für die Definition der KMU. In Tabelle 7 werden die quantitativen Definitionskriterien nach der Europäischen Kommission wiedergegeben. Das Statistische Bundesamt hat die Kriterien hinsichtlich der Beschäftigtenzahl und des Jahresumsatzes von der Europäischen Kommission übernommen.

Unternehmenskategorie	Beschäftigungszahl	Jahresumsatz	Jahresbilanzsumme
Kleinstunternehmen	bis 9	und bis 2 Mio. Euro	Oder bis 2 Mio. Euro
Kleine Unternehmen	bis 49	und bis 10 Mio. Euro	Oder bis 10 Mio. Euro
Mittlere Unternehmen	bis 249	und bis 50 Mio. Euro	Oder bis 43 Mio. Euro
Großunternehmen	über 249	über 50 Mio. Euro	Über 43 Mio. Euro

Tabelle 7: Quantitative Abgrenzungskriterien der KMU nach der Europäischen Kommission³⁶

Als KMU gelten in Anlehnung an die Europäische Kommission folglich Unternehmen, die weniger als 250 Angestellte beschäftigen und entweder höchstens 50 Mio. Euro Umsatz erwirtschaften oder eine Jahresbilanzsumme von maximal 43 Mio. Euro vorweisen. Darüber hinaus muss das Kriterium der Unabhängigkeit der Unternehmung erfüllt sein. So dürfen höchstens 25 Prozent des Unternehmens im Besitz einer oder mehrerer öffentlicher Stellen oder Körperschaften des öffentlichen Rechts sein.³⁷ Im Gegensatz zur Europäischen Kommission zählt das Institut für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn Unternehmen mit höchstens 499 Mitarbeitern und höchstens 50 Mio. Euro Umsatz zum Mittelstand.³⁸ Tabelle 8 gibt die Abgrenzungskriterien nach dem IfM Bonn wieder.

³⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Europäische Kommission 2003, S. 39

³⁷ Vgl. Europäische Kommission 2003, S. 40

³⁸ Vgl. IfM-Bonn 2009, S. 1

Unternehmenskategorie	Beschäftigtenzahl	Jahresumsatz
Kleine Unternehmen	Bis 9	Und bis unter 1 Mio. Euro
Mittlere Unternehmen	10 bis 499	Und bis unter 50 Mio. Euro
Großunternehmen	500 und mehr	Und 50 Mio. Euro und mehr

Tabelle 8: Quantitative Abgrenzungskriterien der KMU nach dem IfM Bonn³⁹

In der Literatur existiert keine einheitliche, allgemeingültige Abgrenzung der KMU. Der Grund hierfür liegt in der Heterogenität der KMU, welche in unterschiedlichen Branchen und Geschäftsfeldern agieren.⁴⁰ Neben den quantitativen Kriterien spielen die qualitativen Kriterien eine wesentliche Rolle bei der Charakterisierung der KMU.

Ein wesentliches qualitatives Merkmal von KMU ist die *kleine Betriebsgröße*, die auf der einen Seite eine hohe Überschaubarkeit und Flexibilität, auf der anderen Seite begrenzte Ressourcen sowie begrenztes Know-how zur Folge hat.³³ So stehen den KMU nur bedingt Kapital und Mitarbeiterkapazitäten zur Verfügung. Bedingt aus der überschaubaren Unternehmensgröße resultieren *flache Hierarchien*. Es existieren meist drei bis vier Hierarchiestufen in KMU – von der Geschäftsleitung über Abteilungen, weiteren Ebene(n), Gruppen bis hin zu den Mitarbeitern –, die die Informations- und Entscheidungswege verkürzen und zugleich eine begrenzte Delegationsfähigkeit bedeuten.⁴¹ Aus den flachen Hierarchien resultiert eine *enge Bindung zwischen den Unternehmern und Mitarbeitern*, die sich positiv auf das Betriebsklima auswirkt, das durch eine hohe Motivation und Mitarbeiterzufriedenheit gekennzeichnet ist.⁴² So entsteht eine *persönliche Beziehung zwischen dem Unternehmen und den Mitarbeitern*, so dass sich die Mitarbeiter stark mit dem Unternehmen und den Produkten identifizieren. Dies führt zu einer höheren Produktqualität und Innovationsfähigkeit.⁴³ Die Qualifikation der Mitarbeiter basiert häufig auf einer technisch orientierten Ausbildung. Durch die meist nicht ausreichenden kaufmännischen Kenntnisse wird die langfristige Planung aufgrund der Überlastung durch das Tagesgeschäft oft vernachlässigt.⁴⁴ Darüber hinaus sind weit mehr Generalisten als Spezialisten in KMU angestellt, so dass eine höhere Flexibilität und Einsatzbereitschaft der Mitarbeiter durch die Unternehmenskultur gefordert wird.⁴⁵ Ein weiteres wesentliches Merkmal für KMU ist die zentrale Bedeutung des Unternehmers und die starke Prägung des Unternehmens durch den Geschäftsführer, die daraus resultiert, dass die *Geschäftsführung und die Kapitalgeber in einer Person vereint* sind.⁴⁶ So wird das Unternehmen durch wenige Personen geführt, die sich nur in einem begrenzten Umfang miteinander abstimmen müssen. Dies ermöglicht eine

³⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an IfM-Bonn 2009, S. 1

⁴⁰ Vgl. Daschmann 1994, S. 51 und Koch, Wegmann 1999, S. 17

⁴¹ Vgl. ebenda, S. 60 und Sattes et al. 2001, S. 15

⁴² Vgl. Daschmann 1994, S. 61

⁴³ Vgl. ebenda, S. 61f. und Koch, Wegmann 1999, S. 17

⁴⁴ Vgl. Daschmann 1994, S. 59

⁴⁵ Vgl. Pichler et al. 1996, S. 20–21

⁴⁶ Vgl. Pichler et al. 1996, S. 20–21

dynamische Unternehmensführung, kurze Informations- und Entscheidungswege, eine hohe Reaktions- und Anpassungsfähigkeit auf Marktveränderungen sowie flexible Strukturen.⁴⁷

Auf der anderen Seite ist selten ein strategisches Management implementiert, da die Kapazitäten für eine ausreichende Informationserfassung und -verarbeitung aufgrund der Überlastung im Tagesgeschäft nicht ausreichen. Infolgedessen wird die Führung durch eine kurzfristige Perspektive gekennzeichnet.⁴¹ Durch den direkten Kontakt zur Unternehmensleitung können zwischen den Unternehmen und Kunden enge Beziehungen aufgebaut werden, die auf eine hohe *Kundennähe und starke Kundenbindung* hinauslaufen. Dadurch können individuelle Kundenwünsche durch eine differenzierte Leistungserstellung erfüllt werden.⁴⁸ Auf der einen Seite bedingt die begrenzte Unternehmensgröße der KMU eine Vielzahl von Stärken, auf der anderen Seite verbergen sich zugleich Risiken für KMU. So stehen den KMU nur begrenzte Möglichkeiten zur Eigen- und Fremdkapitalfinanzierung zur Verfügung. So ist ein Gang an die Börse nur Aktiengesellschaften vorbehalten, wobei der Großteil der KMU jedoch als Gesellschaften mit beschränkter Haftung oder Personengesellschaften geführt wird.⁴⁹ Zudem wird der Zugang zum Kapitalmarkt durch die vergleichsweise geringe Kreditwürdigkeit erschwert. Aufgrund der begrenzten Finanzierungsmöglichkeiten können die KMU nur in einem geringeren Umfang Investitionen tätigen als Großunternehmen.⁵⁰ Die begrenzte Unternehmensgröße verwehrt zudem das Ausschöpfen von Größenvorteilen in der Produktion und der Beschaffung.⁵¹ So haben KMU durch ihre im Vergleich zu Großunternehmen geringere Beschaffungsmenge eine deutlich schwächere Verhandlungsposition. Im Absatzbereich sind zudem die Distributionskanäle begrenzt, da KMU oft in einem schmalen Marktsegment mit einer spezifischen Kundennachfrage agieren.⁵²

Aus den Merkmalen und Besonderheiten der KMU lassen sich Stärken und Schwächen identifizieren, die in Tabelle 9 zusammengefasst dargestellt werden.

⁴⁷ Vgl. Daschmann 1994, S. 59: 40-41

⁴⁸ Vgl. Daschmann 1994, S. 61 und Pichler et al. 1996, S. 23

⁴⁹ Vgl. Statistisches Bundesamt 2008, S. 497

⁵⁰ Vgl. Daschmann 1994, S. 65 und Ernst 1999, S. 61–62

⁵¹ Vgl. Daschmann 1994, S. 65–66 und Ernst 1999, S. 68

⁵² Vgl. Ernst 1999, S. 68

Stärken	Schwächen
Hoher Spezialisierungsgrad	Begrenzte Größenvorteile
Hohe Markt- und Kundennähe	Begrenzte Verhandlungsmacht
Hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit	Begrenzte Finanzierungsmöglichkeiten
Hohe Qualität der Produkte	Begrenzte Distributionskanäle im Absatzbereich
Hohe Innovationsfähigkeit	Kurzfristige Perspektive und fehlende Strategie
Positives Betriebsklima	

Tabelle 9: Stärken und Schwächen der KMU⁵³

Nachdem die Besonderheiten der KMU im Einzelnen erläutert wurden, erfolgt im Folgenden eine kurze Abgrenzung der KMU zu Großunternehmen in Bezug auf die Logistik (vgl. Tabelle 10).

Kleine und mittlere Unternehmen	Großunternehmen
Keine systematische Umsetzung von Logistikkonzepten	Logistikkonzepte sind oft vorhanden
Keine institutionalisierte Logistikabteilung	Meist institutionalisierte Logistikabteilung
Schwerpunkt auf der Ausführung der operativen logistischen Tätigkeiten	Operatives und strategisches Logistikmanagement

Tabelle 10: Abgrenzung KMU zu Großunternehmen hinsichtlich der Logistik⁵⁴

Aus Tabelle 10 wird der geringere Stellenwert der Logistik in KMU deutlich, die sich durch das operative Tagesgeschäft nur bedingt der Planung und Implementierung von Logistikstrategien widmen können. Zudem ist aufgrund der begrenzten Personalressourcen nur in wenigen KMU eine Logistikabteilung vorhanden. Hieraus resultiert ein deutliches Verbesserungspotenzial der logistischen Prozesse von KMU. So könnte der Aufbau von Logistikkompetenzen zum Unternehmenserfolg der KMU beitragen.

6.2.2. Aktuelle Situation und Herausforderungen

Der Mittelstand hat eine bedeutende Stellung für die deutsche Wirtschaft (siehe Tabelle 11). Statistisch gesehen zählen mit 99,3 Prozent annähernd alle Unternehmen in Deutschland zu KMU. Nur 0,7 Prozent der Unternehmen sind Großunternehmen. Zudem beschäftigen KMU über die Hälfte aller Arbeitnehmer und steuern ungefähr ein Drittel zum Gesamtumsatz bei.⁵⁵ Darüber hinaus absolviert über 80 Prozent der Auszubildenden ihre Ausbildung in einem mittelständischen Unternehmen.⁵⁶ Es wird ersichtlich, dass KMU stabilisierend auf die wirtschaftliche Konjunktur wirken – nicht zuletzt auch, weil sie verzögert und mit vergleichsweise geringerem Stellenabbau auf Rezessionen reagieren.⁵⁷

⁵³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Daschmann 1994, S. 60–64 und Ernst 1999, S. 60–64 sowie Koch, Wegmann 1999, S. 17 und Pichler et al. 1996, S. 23

⁵⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Ernst 1999, S. 66–67

⁵⁵ Vgl. Statistisches Bundesamt 2008, S. 504

⁵⁶ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2009, S. 7

⁵⁷ Vgl. Koch, Wegmann 1999, S. 14

Unternehmensgröße	Unternehmenszahl [%]	Beschäftigte [%]	Umsatz [%]
KMU	99,3	58,4	34,6
- Kleinstunternehmen	81,1	18,4	7,1
- Kleine Unternehmen	15,4	21,5	12,0
- Mittlere Unternehmen	2,8	18,5	15,5
Großunternehmen	0,7	41,6	65,4

Tabelle 11: Kleine und mittlere Unternehmen in Deutschland (2005)⁵⁸

Eine derzeitige große Herausforderung für KMU ist die weltweite Wirtschaftskrise, die sich besonders negativ auf das produzierende Gewerbe auswirkt und einen Rückgang der Auftrags- und Umsatzlage, Unterauslastung der Produktionskapazitäten sowie Zahlungsausfälle der Kunden aufgrund fehlender Finanzierungsmöglichkeiten zur Folge hat. Keine andere Branche im Mittelstand leidet so stark unter der Rezession. Lediglich international agierende Großunternehmen sind noch stärker in negativem Ausmaß betroffen.⁵⁹

Neben der aktuellen Rezession stellen beschleunigte Entwicklungs- und Produktionsprozesse infolge verkürzter Produktlebenszyklen, wachsender Kundenansprüche, zunehmenden Innovationsdrucks, Technologiewandels sowie der zunehmenden Informationsflut aktuelle Herausforderungen für KMU dar.⁶⁰ Die Anforderungen an die Produkte, Dienstleistungen und Unternehmensprozesse steigen, da die Umwelt zunehmend komplexer und dynamischer wird. Um konkurrenzfähig bleiben zu können, müssen KMU ihre Stärken – wie Kundennähe, Innovationsfähigkeit, Flexibilität – weiter ausbauen und zusätzliche Kompetenzen entwickeln. Eine Möglichkeit, der zunehmenden Komplexität zu begegnen, stellt die Segmentierung bzw. Modularisierung dar, welche neben einer Komplexitätsreduktion u.a. eine individuelle Produkt- bzw. Dienstleistungsgestaltung ermöglicht.⁶¹

6.3. Rahmenbedingungen der Dienstleister

Da im Rahmen dieser Arbeit innerhalb der Prozessmodularisierung zusätzlich die Modularisierung von Dienstleistungen betrachtet wird, erfolgt in diesem Abschnitt zunächst eine Definition des Begriffes Dienstleistung. Anschließend wird kurz auf die LDL und deren aktuellen Herausforderungen eingegangen.

6.3.1. Begriffsklärung

In der Literatur existiert keine eindeutige, allgemeingültige Definition für den Begriff Dienstleistung. Der Grund hierfür liegt in der Heterogenität des Dienstleistungssektors. Verschiedene Autoren haben

⁵⁸ Vgl. Statistisches Bundesamt 2008, S. 504

⁵⁹ Vgl. KfW et al. 2009, S. I

⁶⁰ Vgl. Belliger, Krieger 2007, S. 9–10

⁶¹ Vgl. Sattes et al. 2001, S. 57

unterschiedliche Sichtweisen in ihrer Definition zum Fokus. Es lassen sich drei wesentliche Sichtweisen unterscheiden: die potenzialorientierte, die prozessorientierte und die ergebnisorientierte Sichtweise. Meffert/Bruhn vereinen diese drei Definitionsansätze in der folgenden Definition: „Dienstleistungen sind selbständige, marktfähige Leistungen, die mit der Bereitstellung (z. B. Versicherungsleistung) und/oder dem Einsatz von Leistungsfähigkeiten (z. B. Frisörleistung) verbunden sind (Potentialorientierung). Interne (z. B. Geschäftsräume, Personal, Ausstattung) und externe Faktoren (also solche, die nicht im Einflussbereich des Dienstleisters liegen) werden im Rahmen der Erstellungsprozesse kombiniert (Prozessorientierung). Die Faktorenkombinationen des Dienstleistungsanbieters wird mit dem Ziel eingesetzt, an den externen Faktoren, an Menschen (z. B. Kunden) und deren Objekten (z. B. Auto des Kunden) nutzenstiftende Wirkungen (z. B. Inspektion beim Auto) zu erzielen (Ergebnisorientierung).“⁶²

Der Begriff Logistikdienstleistung wird in der Literatur vergleichsweise enger definiert. Nach Corsten/Gössinger werden Logistikdienstleistungen zur Schaffung räumlicher und zeitlicher Güterverfügbarkeit genutzt.⁶³ Dabei wird die Leistung erst erbracht, wenn durch den Nachfrager ein logistisches Objekt in den Leistungserstellungsprozess des Anbieters eingebracht wird, damit dieses einer Nutzen stiftenden Transformation unterzogen wird. Das Kernangebot einer Logistikdienstleistung umfasst das Transportieren, das Umschlagen und das Lagern. Darüber hinaus werden Value Added Services wie die Verpackung, die Kommissionierung, die Signierung oder die Informationsübermittlung angeboten, die die Effizienz der elementaren Transformationsprozesse steigern.

Zu den IT-Dienstleistungen wird die Definition nach Böhmann näher betrachtet, auf dessen Modularisierungskonzept im Abschnitt 7 auf Seite 40 eingegangen wird. Böhmann unterscheidet drei Definitionsmöglichkeiten von IT-Dienstleistungen. IT-Dienstleistungen im weiteren Sinne liegen vor, wenn „IT-Systeme oder IT-Aktivitäten wesentlicher Bestandteil des Leistungsergebnisses sind“.⁶⁴ IT-Dienstleistungen im engeren Sinne liegen vor, wenn über die IT-Dienstleistungen i.w.S. hinaus „zusätzlich IT-Systeme oder andere IT-bezogene Faktoren sowohl als Potentialfaktoren für die Sicherstellung der Leistungsbereitschaft bedeutsam als auch als externe Faktoren in den Leistungserstellungsprozess eingebunden sind“. IT basierte Dienstleistungen liegen vor, wenn „das Leistungsergebnis nicht auf IT-Systeme oder IT-Aktivitäten zielt, aber wenn IT-Systeme oder andere IT-bezogene Faktoren sowohl als Potentialfaktoren für die Sicherstellung der Leistungsbereitschaft bedeutsam als auch als externe Faktoren in den Leistungserstellungsprozess eingebunden sind“.⁶⁵

⁶² Vgl. Meffert, Bruhn 2006, S. 33

⁶³ Vgl. Corsten, Gössinger 2007, S. 165

⁶⁴ Vgl. Böhmann 2004, S. 32

⁶⁵ ebenda, S. 32

Dienstleistungen weisen drei wesentliche Eigenschaften auf: Immaterialität, Integration eines externen Faktors und Simultanität von Produktion und Absatz.⁶⁶ Dienstleistungen bestehen überwiegend aus immateriellen Leistungen, in deren Leistungserstellungsprozess entweder der Kunde selbst oder ein Objekt von ihm einbezogen wird. Die Integration eines externen Faktors führt zum zeitlichen Zusammenfallen der Produktion und des Absatzes. Dies schließt eine Lagerung bzw. eine Produktion auf Vorrat von Dienstleistungen aus. Dienstleistungen können zum einen von dem KMU selbst angeboten bzw. durchgeführt werden oder sie werden an einen LDL fremdvergeben, der sich um die Abwicklung der Dienstleistungen kümmern. LDL sind Unternehmen, die bspw. den Transport, die Kommissionierung, das Lagern oder anderweitige Mehrwertleistungen (Value Added Services) für das KMU übernehmen. Für die Fremdvergabe der Dienstleistung an einen LDL müssen klar definierte Schnittstellen vorliegen, die Prozesse klar strukturiert und die Dienstleistungen unabhängig von anderen Dienstleistungen und Prozessen sein. Diese Grundvoraussetzungen können durch die Modularisierung der Dienstleistungen erzielt werden. Mit der Modularisierung von Dienstleistungen wird das so genannte „Service Engineering“ in Verbindung gebracht. Unter dem Begriff wird eine systematische Entwicklung von Dienstleistungsprodukten unter Verwendung standardisierter Vorgehensmodelle verstanden.⁶⁷

⁶⁶ Vgl. Ullrich 2004, S. 51–54 und Zarneckow 2007, S. 41–44 sowie Zirpins 2007, S. 13–14

⁶⁷ Vgl. Bullinger, Scheer 2006, S. 4

6.3.2. Aktuelle Situation und Herausforderungen

Die aktuelle Rezession macht auch vor den Dienstleistern keinen Halt. Dennoch ist die konjunkturelle Lage der Dienstleister im Vergleich zu dem produzierenden Gewerbe etwas positiver.⁶⁸ Durch die steigende Wettbewerbsintensität verlagern immer mehr Unternehmen ihre Leistungen, die außerhalb des Kerngeschäftes liegen, auf LDL. Die Studie „Trends und Strategien in der Logistik“ der Bundesvereinigung Logistik (BVL) bestätigt einen zunehmenden Outsourcing-Trend. Bereits 88 Prozent der operativen Leistungen – wie Transport, Umschlag oder Lager – werden vollständig oder teilweise fremdvergeben.⁶⁹ Ein zunehmendes Wachstumspotenzial ist in dem Bereich der Value Added Services absehbar. Darüber hinaus steigt die Wechselbereitschaft der auslagernden Unternehmen, die zu einem Anstieg der Wettbewerbsintensität für die LDL führt.⁷⁰ Die LDL reagieren auf die gestiegenen Anforderungen durch eine Standardisierung ihrer Produkte und Prozesse. Neben der Standardisierung bedarf es einer Anpassung des Leistungsangebotes an die spezifischen Kundenbedürfnisse und einer Erweiterung des Leistungsangebotes auf Value Added Services, so dass das absehbare Wachstumspotenzial ausgeschöpft werden kann. Entscheidend für eine erfolgreiche Fremdvergabe sind zudem eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Auftraggeber und -nehmer sowie Fachkenntnisse über die Prozesse beim Kunden.⁷¹ Folglich sollten die LDL eine hohe Qualifikation ihrer Mitarbeiter und moderne I&K-Systeme sicherstellen.

6.4. Relevanz modularer Ansätze für KMU

Die aktuellen Herausforderungen führen zu einer erhöhten Marktdynamik und wandelnden Marktbedingungen. Damit die KMU auch zukünftig wettbewerbsfähig bleiben und sich an die verändernden Kundenanforderungen oder Marktbedingungen anpassen können, müssen sie flexibel und wandlungsfähig sein. Einen Lösungsansatz stellt die Modularisierung dar, die darauf abzielt, flexible und effiziente Unternehmensstrukturen im Hinblick auf die Produktion, die Produkte und die Prozesse zu schaffen. Auf diese Weise werden individuelle Kundenanforderungen berücksichtigt und auf sich verändernde Marktbedingungen kann schnell reagiert werden. Mit der Modularisierung werden Systeme in Teilsysteme (Module) zerlegt, so dass sich Systemveränderungen durch Anpassungen der Module leichter realisieren lassen. Aufgrund der Autonomie und der Anpassungsfähigkeit der Module sowie der klar definierten Schnittstellen können die Module schneller und leichter ausgetauscht werden, ohne dass weitere Prozesse oder Module davon betroffen sind. Modularisierung leistet zudem durch Dekomposition und Entflechtung der einzelnen Beziehungen zwischen den Elementen einen Beitrag zur Steigerung der Transparenz und zur Reduktion der Komplexität. Aufgrund der erhöhten Übersichtlichkeit sind die Module leichter zu handhaben und können besser kontrolliert werden, so dass Fehler schneller erkannt werden

⁶⁸ Vgl. KfW et al. 2009, S. 1

⁶⁹ Vgl. BVL 2008, S. 5

⁷⁰ Vgl. BVL 2005, S. 8

⁷¹ Vgl. ebenda, S. 10

und die Qualität der Produkte folglich steigt. Mittels der Fabrikmodularisierung entsteht eine anpassungsfähige Fertigung, die aufgrund der Flexibilität und Wandlungsfähigkeit der Fertigungsbereiche auf Marktveränderungen schnell und einfach reagieren kann.⁷² Die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der standardisierten Module ermöglichen die Generierung einer Vielzahl von Produktvarianten, ohne dass die Kosten überproportional steigen. Die Produkte können so trotz der standardisierten Fertigung an die individuellen Kundenwünsche angepasst werden. Die Modularisierung ermöglicht folglich eine erfolgreiche Gratwanderung zwischen Individualisierung und gleichzeitiger Standardisierung.⁷³ Aufgrund der Produktindividualisierung und der leichten Integrationsfähigkeit neuer Produkte in die Produktion können Innovationen leichter realisiert werden und die KMU können mit der zunehmenden Innovationsgeschwindigkeit mithalten.⁷⁴ Weiterhin ermöglicht die Modularisierung eine effizientere Ressourcennutzung, so können Module bspw. zur Produktion mehrerer Produkte eingesetzt werden, was wiederum das Ausschöpfen von Größenvorteilen ermöglicht.⁷⁵ Die Modularisierung begünstigt zudem das Outsourcing von Modulen, da diese von den restlichen Unternehmensprozessen durch klar definierte Schnittstellen abgegrenzt sind. Das Outsourcing der Module ermöglicht die Konzentration des Unternehmens auf die Kernkompetenzen sowie eine Expansion des Leistungsangebotes. Aufgrund dieser Modularisierungsvorteile kann ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) in den KMU leichter realisiert werden. Der KVP sichert und erhöht wiederum die Wettbewerbsfähigkeit der KMU.

⁷² Vgl. Eisele 2006, S. 25–26

⁷³ Vgl. Herrmann et al. 2005, S. 2

⁷⁴ Vgl. Hüttenrauch, Baum 2008, S. 135

⁷⁵ Vgl. Butz et al. 2006, S. 27–32

7. Methoden der Modularisierung

Die identifizierten Modularisierungsmethoden wurden in die drei Bereiche Fabrik-, Produkt- und Prozessmodularisierung unterteilt. Im Folgenden erfolgen ein Literaturüberblick über die jeweiligen Bereiche sowie eine kurze Beschreibung der jeweiligen Ansätze. Anschließend werden ausgewählte Methoden ausführlich betrachtet, systematisiert und hinsichtlich ihrer Eignung für die logistische Prozessgestaltung bewertet.

7.1. Modularisierung von Fabriken

Nach Warnecke haben herkömmliche Strukturierungsvorhaben meist das Defizit, dass die Modellvorstellungen der Unternehmen häufig nicht den Realitäten entsprechen. Dies liege daran, dass zum einen die Restrukturierungen durch Personen von außen oder oben durchgeführt werden, die von den detaillierten Abläufen nur geringe Kenntnisse aufweisen, und zum anderen die Systemelemente und deren Beziehungen anhand von traditionellen Vorstellungen abgegrenzt und nur stark vereinfacht dargestellt werden.⁷⁶ Im Folgenden werden Ansätze vorgestellt, die sich mit der Problematik – Reorganisation von Fabrikstrukturen – auseinandersetzen und mögliche Lösungswege aufweisen. Tabelle 12 gibt die wesentlichen Veröffentlichungen zum Thema „Modularisierung von Fabriken“ wieder. Dabei wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.⁷⁷

Autor	Jahr ⁷⁸	Titel der Veröffentlichung	Kerninhalt der Veröffentlichung
Koestler, A.	1970	Jenseits von Atomismus und Holismus – der Begriff des Holons	Hierarisch aufgebaute Systemeinheiten
Wildemann, H.	1988	Die modulare Fabrik	Produkt- und marktorientierte Bildung von Systemeinheiten
Warnecke, H.-J.	1992	Die Fraktale Fabrik	Selbstorganisation zielorientierter Unternehmenseinheiten
Schuh, G.; Millarg, K.; Göransson, A.	1998	Virtuelle Fabrik: Neue Marktchancen durch dynamische Netzwerke	Netzwerk verschiedener Unternehmen mit gemeinsamen temporären Vorhaben
Eversheim, W.; Neuhausen, J.	2001	Modular Plant Architecture: An Approach towards Agility and Reconfigurability	Modulare Fabrikorganisation zur Erhöhung der Flexibilität und Wandlungsfähigkeit
Matt, D.	2002	Planung autonomer, wandlungsfähiger Produktionsmodule	Konzept zur Gestaltung der Produktionsmodule
Schuh, G., et. Al.	2003	Modulare Dienstleistungen als Beitrag zur Flexibilisierung global verteilter Produktion	Kombination verlagerungsfähiger produktions- und standort-bezogener Dienstleistungsmodulare

Tabelle 12: Literaturübersicht zur Modularisierung von Fabriken⁷⁹

⁷⁶ Vgl. Warnecke 1993, S. 98–104

⁷⁷ Zu den Konzepten existieren weiterführende Arbeiten, die den Kerngedanken der elementaren Methoden aufgreifen, weiterentwickeln und unter anderen Gesichtspunkten betrachten.

⁷⁸ Das Jahr bezeichnet das Erscheinungsjahr der Veröffentlichung.

⁷⁹ Eigene Darstellung auf Grundlage der wiedergegebenen Literatur

7.1.1. Methoden der Fabrikmodularisierung

Im Folgenden werden die in der Literaturrecherche identifizierten Ansätze kurz beschrieben und relevante Modularisierungskonzepte im Anschluss ausführlich dargestellt.

Die *modulare Fabrik* (Fertigungssegmentierung) nach Wildemann, in der Produktionsstrukturen reorganisiert werden, betrachtet vor allem die Kriterien Ziel- und Marktausrichtung, Produktorientierung, Eigen- und Kostenverantwortung sowie die Integration zusätzlicher indirekter Funktionen.⁸⁰

Mit der fraktalen Fabrik vergleicht Warnecke die Marktwirtschaft mit Fraktalen, welche in der Natur vorkommende Organismen und Gebilde sind, die mit wenigen, sich wiederholenden Bausteinen eine Vielzahl komplexer, aufgabenorientierter Lösungen schaffen und nach dem Prinzip der Selbstorganisation und Selbstoptimierung agieren.⁸¹

Die holonische Fabrik nach Koestler zeichnet sich durch die hierarchische Ordnung der Systemelemente aus. Die holonische Struktur wird geprägt durch Rückkopplungsmechanismen, feste Regeln und flexible Strategien.⁸²

Das Konzept der mobilen Fabrik nach Schuh umfasst die Zerlegung der Fabrik und der technischen und logistischen Dienstleistungen in mobile, standardisierte Produktionsmodule und standortbezogene Dienstleistungsmodule.⁸³

Die virtuelle Fabrik nach Schuh/Millarg/Göransson stellt einen temporären Zusammenschluss verschiedener Unternehmen dar. Ziele, die durch den Aufbau eines solchen Netzwerkes verfolgt werden, sind u.a. eine verbesserte Kapazitätsauslastung oder Markterschließung.⁸⁴

Mit dem modularen Fabrikaufbau beschäftigten sich Eversheim und Neuhausen, deren Überlegungen in den Ansatz „Modular Plant Architecture“ flossen, welcher die Grundlage für weitere Fabrikkonzepte – wie das der modularen Fabrik – darstellt. Dieser Ansatz betrachtet die Modularisierung von Produktionssystemen auf den drei Ebenen „Betriebsmittel“, „Fabrikorganisation“ und „Fabrikplanungsprozesse“.⁸⁵

Das Konzept der Produktionsmodule von Matt beschäftigt sich zum einen mit den Eigenschaften, Gestaltungsregeln und Detaillierungsebenen von Produktionsmodulen, zum anderen wird eine Vorgehensweise zur Produktionsmodularisierung vorgestellt. Ziele des Konzeptes sind eine gesteigerte

⁸⁰ Vgl. Wildemann 1998, S. 47–49

⁸¹ Vgl. Warnecke, Hüser 1995, S. 148–154

⁸² Vgl. Koestler 1970, S. 192–197

⁸³ Vgl. Schuh et al. 2004a, S. 52

⁸⁴ Vgl. Schuh et al. 1998, S. 64

⁸⁵ Vgl. Eversheim, Neuhausen 2001, S. 654

Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an die Unternehmensumwelt sowie eine Produktivitätssteigerung und die Senkung der Durchlaufzeiten.⁸⁶

Ansätze, die in dieser Arbeit näher betrachtet werden, sind die modulare Fabrik, die fraktale Fabrik, die holonische Fabrik, die mobile Fabrik und die virtuelle Fabrik. Aufgrund des geringen Detaillierungsgrades der Ausführungen von Eversheim/ Neuhausen und Matt werden deren Ansätze im Folgenden nur am Rande betrachtet.

7.1.1.1. Modulare Fabrik

Das Ende der 1980er-Jahre von Wildemann entwickelte Konzept der modularen Fabrik ist einer der ersten und am weitesten verbreiteten Ansätze der Fabrikmodularisierung, welcher sich von der Funktionsorientierung abkehrt und die Prozessorientierung von Fabriken sowie organisatorische Aspekte hervorhebt.⁸⁷ Der Fabrikplanungsansatz „modulare Fabrik“ fördert die Entstehung eines stark segmentierten Netzwerkes aus dezentralen Einheiten. Die entstandenen Module – die Fertigungssegmente – sind produkt- und marktorientierte Organisationseinheiten, die mehrere Wertschöpfungsstufen der logistischen Kette betrachten, direkte sowie indirekte Funktionen umfassen und zur Verfolgung einer spezifischen Wettbewerbsstrategie dienen.⁸⁸ Ziele der modularen Fabrik sind die Kostenreduktion und Produktivitätssteigerung durch eine gezielte Orientierung der Segmente auf das Kerngeschäft sowie die Flexibilitätssteigerung und Komplexitätsreduktion durch eine Entflechtung der Kapazitäten.⁸⁹

Nach Wildemann sollten die Fertigungssegmente folgende fünf Definitionsmerkmale aufweisen: Markt- und Zielausrichtung, Produktorientierung, Kosten- und Eigenverantwortung, Übertragung indirekter Funktionen sowie mehrere Stufen der logistischen Kette eines Produkts umfassen.⁹⁰ Die *Markt- und Zielausrichtung* fördert die Schaffung von Fertigungssegmenten, die auf eine spezifische Wettbewerbsstrategie ausgerichtet sind.⁹¹ Die *Produktorientierung* beinhaltet die Bildung von Fertigungssegmenten für spezifische Produkte. Daraus resultieren eine geringe Fertigungsbreite und eine hohe Fertigungstiefe der Segmente. Bei der Gestaltung der Fertigungssegmente ist darauf zu achten, dass innerhalb der Segmente Synergieeffekte genutzt werden und zwischen den Segmenten möglichst wenige Schnittstellen bestehen.⁹² Weiterhin sollten die Fertigungssegmente so gestaltet werden, dass sie *mehrere Stufen der Wertschöpfungskette* eines Produktes umfassen. Damit unterscheiden sich

⁸⁶ Vgl. Matt 2002a, S. 173–177

⁸⁷ Vgl. Zülch 1994, S. 11 und Wildemann 1998, S. 47

⁸⁸ Vgl. Wildemann 1998, S. 47

⁸⁹ ebenda, S. 7

⁹⁰ ebenda, S. 47 ff.

⁹¹ ebenda, S. 47 f.

⁹² Vgl. Wildemann 1998, S. 48–49

Fertigungssegmente von Fertigungsinseln oder der flexiblen Produktion, die nur eine Stufe der Wertschöpfungskette umfassen. Durch die *Integration indirekter Funktionen* in die Fertigungssegmente wird eine Reduktion der Schnittstellen und eine ganzheitliche Definition der Verantwortung innerhalb der Segmente angestrebt.⁹³ Die Prozessorientierung ermöglicht eine ganzheitliche und effiziente Gestaltung der Prozesskette. Aufgrund der hohen Prozessorientierung und der Zusammenfassung direkter und indirekter Funktionen sollten die Fertigungssegmente mit einer umfangreichen *Kosten- und Eigenverantwortung* in Form von Leistungszentren (Cost-, Service- oder Profit-Center) ausgestattet werden. Nach diesen Definitionsmerkmalen werden produkt- und marktorientierte sowie durchgängig autonome Module geschaffen, die weitestgehend indirekte Aufgaben zur Schaffung von Aufgaben-, Kompetenz- und Verantwortungszusammenhängen integrieren sollten.⁹⁴

Neben der Betrachtung der Definitionsmerkmale verweist Wildemann auf die Berücksichtigung von acht Gestaltungsprinzipien.⁹⁵ Die *Flussoptimierung* stellt das erstrangige Gestaltungsprinzip dar und strebt eine Minimierung der Durchlaufzeiten, Bestände und damit verbunden der Kosten an. Dieses Verfahren kann beispielsweise durch das Pull- Prinzip verwirklicht werden. Das Prinzip *kleiner Kapazitätsquerschnitte in jeder Fertigungsstufe* dient zur Produktorientierung der Fertigungssegmente, um geringe Entfernungen zu den Kapazitätseinheiten zu verwirklichen. Mit kleinen Kapazitätsquerschnitten ist unter anderem eine Spezialisierung der gebildeten Module möglich und das Ausfall- und Belegungsrisiko der Anlagen wird reduziert. Mittels des Gestaltungsansatzes der *räumlichen Konzentration der Betriebsmittel mit variablem Layout* soll ein durchgängiger störungsfreier Material- und Informationsfluss durch eine Verkürzung der Wege gewährleistet werden. Durch das Prinzip der Flussoptimierung werden zur Vereinfachung der Informations- und Koordinationsaufgaben zwangsläufig neue Steuerungskonzepte benötigt. Durch die Vorgabe genereller Regeln kann durch *selbststeuernde Regelkreise* – das vierte Gestaltungsprinzip – eine autonome Bedarfsermittlung der verbrauchenden Einheit bewirkt werden. Solche strikt einzuhaltenden Regeln steigern die Transparenz und reduzieren die Planungs- und Steuerungskosten. Selbststeuernde Regelkreise können bspw. durch die Implementierung eines KANBAN-Kreislaufes realisiert werden. Das Prinzip *Komplettbearbeitung von Teilen und Baugruppen* ermöglicht ebenfalls eine Reduktion der Durchlaufzeiten. Die *Entkopplung von Mensch und Maschine* erfolgt sowohl auf zeitlicher, als auch auf sachlicher Ebene. Dieses Prinzip kann eine erhöhte zeitliche Nutzung der Kapazitäten sowie eine Arbeitsbereicherung der Mitarbeiter zur Folge haben. Diese können durch die Entkopplung weitere Tätigkeiten – wie die Qualitätssicherung, die Anlagenwartung und/oder die Materialbereitstellung – übernehmen. Das Prinzip der *Selbstkontrolle der Qualität* dient zur Sicherung und Verbesserung der

⁹³ Indirekte Funktionen sind u.a. die Materialbereitstellung, der innerbetriebliche Transport, das Rüsten der Maschinen sowie die Qualitätskontrolle und die Instandhaltung.

⁹⁴ Vgl. Wildemann 1998, S. 50

⁹⁵ ebenda, S.313 ff.

Produkt- und Prozessqualität. Durch die Selbstkontrolle der Mitarbeiter in Form von Qualitätskontrollen können Fehler rechtzeitig erkannt und aus dem Produktionsprozess beseitigt werden. Die *Teamorientierung* beinhaltet das Ausstatten der Mitarbeiter mit ganzheitlichen Verantwortlichkeiten gegenüber Produkten und Prozessen sowie einer ausgeweiteten Entscheidungskompetenz. Dies fördert die Eigeninitiative der Mitarbeiter und das gemeinsame Verantwortungsgefühl für das Arbeitsergebnis.

Nachdem die Definitionsmerkmale und Gestaltungsprinzipien von Fertigungssegmenten dargestellt wurden, soll im Folgenden kurz das Vorgehen zur Fertigungssegmentierung nach Wildemann beschrieben werden.⁹⁶ Ausgangspunkt für den Aufbau einer modularen Fabrik ist eine umfangreiche Analyse der strategischen Ausgangssituation. Diese ermöglicht eine realistische Einschätzung zukünftiger Marktchancen und -risiken. Im Anschluss erfolgt die Bildung von Produkt-Markt-Kombinationen. Diese sollten im Vergleich zu anderen Produkt-Markt-Kombinationen spezifische Erfolgsfaktoren aufweisen und können bspw. anhand eines Benchmarking-Prozesses identifiziert werden. Auf der zweiten Stufe wird die gesamte Wertschöpfungskette betrachtet und eine vertikale Segmentierung vorgenommen.⁹⁷ Die dritte Stufe umfasst die horizontale Segmentierung und somit eine fertigungstechnische Segmentabgrenzung. Im Anschluss – auf der vierten Stufe – erfolgt die Festlegung des Autonomiegrades und damit verbunden eine organisatorische Abgrenzung der Segmente. Dabei sind der Integrationsgrad des Materialflusses und von indirekten Funktionen zu definieren sowie eine Informations- und Kommunikationsstruktur zu implementieren. Darüber hinaus werden auf der fünften und sechsten Stufe eine Wirtschaftlichkeitsbeurteilung sowie eine Sensitivitäts- und Risikoanalyse durchgeführt.

Wildemann nennt in seinen Ausführungen verschiedene Praxisbeispiele der modularen Fabrik. Im Folgenden soll die Fertigungssegmentierung des Unternehmens SKF kurz vorgestellt werden.⁹⁸ SKF ist ein Produzent von Lagerungen und Dichtungen, dessen Produkte in drei verschiedene Segmente unterteilt werden können. Diese drei Produktsegmente werden in drei selbstständigen Werken gefertigt. Das erste Segment ist durch ein konstantes Produktionsvolumen geprägt und wird deshalb innerhalb einer spezialisierten Linienfertigung mit flexiblen Transferstraßen gefertigt. Es verfolgt die Strategie der Kostenminimierung. Das zweite Segment umfasst kundenspezifische Produkte, die mittels verketteter flexibler Produktionsmittel gefertigt werden. Innerhalb dieses Segmentes wird die Konzentrationsstrategie verwirklicht. Kundenspezifische, hochwertige Produkte werden in einem hoch flexiblen Bearbeitungszentrum innerhalb des dritten Werkes gefertigt. Dieses Segment verfolgt die Differenzierungsstrategie mittels der Einzelfertigung. Die modulare Fabrik, welche den organisatorischen Aspekt der Fabrikmodularisierung betont, basiert auf dem Prinzip der Fertigungssegmentierung. Die

⁹⁶ ebenda, S. 346 ff.

⁹⁷ Kriterien zur vertikalen Segmentierung sind Stückzahl/Produktionsvolumen, Vorhersagegenauigkeit, Produkttypen, Absatzstruktur, Produktmix, Losgröße und Wettbewerbsfaktoren.

⁹⁸ Vgl. hier und im Folgenden ebenda, S. 9 ff.

Zerlegung der Fabrik in einzelne Module – die Fertigungssegmente – erfolgt einmalig und zeitpunktbezogen und eignet sich dementsprechend besonders für stabile Umwelten.⁹⁹ Dieser Strukturierungsansatz ist aufgrund seiner Statik folglich nicht für jedes Unternehmen geeignet. Auf der anderen Seite ist dieser Ansatz durch die ausführliche Beschreibung der Moduleigenschaften und Gestaltungsprinzipien eine gute Grundlage zur Entwicklung eines neuen Gestaltungsansatzes für KMU, da diese Merkmale ohne großen Aufwand auf Module in der Logistik übertragen werden können. Die Tabelle 13 fasst die Stärken und Schwächen von diesem Modularisierungsansatz zusammen.

Stärken	Schwächen
Hoher Detaillierungsgrad	Eignung für stabile Umwelten
Strukturierte Vorgehensweise	
Ganzheitliche Betrachtung	
Hohe Anpassungsfähigkeit	

Tabelle 13: Stärken und Schwächen der modularen Fabrik¹⁰⁰

7.1.1.2. Fraktale Fabrik

Das 1992 von Warnecke entwickelte Konzept der fraktalen Fabrik baut auf dem Segmentierungsansatz von Wildemann auf und stellt einen weiteren organisatorischen Ansatz zur Fabrikmodularisierung dar. Der Begriff Fraktal stammt aus dem Bereich der fraktalen Geometrie innerhalb der Mathematik und stellt ein Maß für die Strukturen hoher Komplexität dar. Die fraktale Geometrie ermöglicht eine mathematische Darstellung komplexer natürlicher Gebilde.¹⁰¹ Diese mathematischen Strukturen finden sich auch in der Natur wieder. Dort ist ein Fraktal ein selbstähnliches Gebilde, das mit wenigen wiederkehrenden Bausteinen eine Vielzahl von komplexen, aufgabenorientierten Kombinationen ermöglicht.⁹⁷⁻¹⁰² Übertragen auf die fraktale Fabrik werden Fraktale als eigenständige, zielorientierte Unternehmenseinheiten verstanden, die sich durch Selbstähnlichkeit, Selbstorganisation, Selbstoptimierung, Zielorientierung und Dynamik auszeichnen.¹⁰³ Jedes Fraktal ist eine selbstständig agierende Einheit, die als eigene kleine „fraktale Fabrik“ aufgefasst werden kann. Fraktale müssen nicht in der Fabrik bleiben, sondern können sich verselbstständigen und zu anderen Fraktalen durch ein eng verflochtenes Netzwerk in Verbindung stehen. Die internen Beziehungen der Fraktale sind stärker und intensiver ausgeprägt als die externen Beziehungen zu anderen Fraktalen. Zur Leistungserbringung werden allen Fraktalen sämtliche Informationen und Hilfsmittel zur Verfügung gestellt, damit sie die zu erfüllenden Aufgaben eigenständig lösen können. Des Weiteren werden den Fraktalen – nach Abstimmung mit einer übergeordneten

⁹⁹ Vgl. Zülch 1994, S. 11

¹⁰⁰ Eigene Darstellung

¹⁰¹ Vgl. Warnecke 1993, S. 148-149.

¹⁰² Vgl. Wiendahl 2008, S. 51

¹⁰³ Vgl. Warnecke 1993, S. 152-156.

Funktionseinheit – Entwicklungsräume zugesprochen. Eigenschaften fraktaler Objekte, die von Warnecke besonders hervorgehoben werden, sind die Selbstorganisation, die Selbstähnlichkeit sowie die Dynamik und Vitalität. Die *Selbstorganisation* umfasst die operative, taktische und strategische Ebene. Es wird ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess gewährleistet, indem sich gute Ideen und globale Ziele durchsetzen – unabhängig von ihrem Entstehungsort. Selbstorganisation bedeutet des Weiteren, dass die Fraktale geeignete Methoden zum Lösen von Aufgaben autonom auswählen und anwenden. Durch die *Selbstähnlichkeit* weisen alle Fraktale wiederkehrende Strukturierungsmerkmale – wie z.B. identische Ein- und Ausgangsgrößen und Ziele – auf. Jedoch werden Abweichungen zugelassen, so dass die internen Strukturen unterschiedlich aufgebaut sind. Auch die Ziele der Fraktale sind ähnlich und unterscheiden sich in der Detaillierung und Konkretisierung, so dass alle Fraktale die gleichen übergeordneten Unternehmensziele verfolgen.¹⁰⁴ Das Merkmal *Dynamik und Vitalität* umfasst eine hohe Reaktionsfähigkeit der Fraktale und hat eine weitgehend selbstständige Strukturierung der Fraktale zum Ziel.¹⁰⁵ So wird den Fraktalen eine kontinuierliche Anpassung ihrer Strukturen an gegebene Anforderungen ermöglicht und eine große Formenvielfalt wird erzeugt. *Zielorientierung* heißt, dass die Fraktale ihre eigenen Ziele – unter Berücksichtigung der Unternehmensziele – festlegen. Die *Selbstoptimierung* beinhaltet das autonome Handeln der Fraktale sowie das Selbstcontrolling der eigenen Zielerreichung. Darüber hinaus wirken die Fraktale an ihrer eigenen Entstehung, Veränderung und Auflösung mit. Ein weiterer Wesenszug fraktaler Strukturen liegt in ihrem kooperativen und wettbewerbsorientierten Verhalten und der Delegation von Verantwortung. Das zentrale Merkmal fraktaler Unternehmen ist die dynamische Produktions- und Organisationsstruktur, welche es den Unternehmen ermöglicht, schnell, flexibel und kundennah auf die turbulente Umwelt zu reagieren.¹⁰⁶ Darüber hinaus stehen die Fraktale in Kunden-Lieferanten-Beziehungen zueinander und sind über ein leistungsfähiges Informations- und Kommunikationssystem miteinander verknüpft.¹⁰⁷ Je besser das Netzwerk aus dynamischen, dezentralen Einheiten funktioniert, umso mehr wird das Unternehmen gestärkt.¹⁰⁸

Konkrete Prinzipien zur Gestaltung von fraktalen Fabriken werden von Warnecke – im Gegensatz zu Wildemanns Ansatz der modularen Fabrik – nicht vorgegeben. Das grundsätzliche Anliegen der fraktalen Fabrik liegt in der Vereinfachung der Fabrikstrukturen. Das Prinzip der „Einfachheit“¹⁰⁹ ist auf die gesamte Breite des Unternehmens anzuwenden. Während Teile der Fabrik bereits nach diesem Prinzip geführt

¹⁰⁴ Vgl. Kühnle 1994, S. 91

¹⁰⁵ Vgl. Warnecke, Hüser 1995, S. 152–157

¹⁰⁶ Vgl. Zülch 1994, S. 9

¹⁰⁷ Vgl. Kühnle 1994, S. 91 und Zülch 1994, S. 16

¹⁰⁸ Vgl. Zülch 1994, S. 16

¹⁰⁹ Unter dem Prinzip der Einfachheit ist ein nutzerfreundliches, auf die Aufgabe konzentriertes Agieren zu verstehen.

werden, liegt noch ein erhebliches Defizit in der Organisationsentwicklung.¹¹⁰ Auch sind bei der Gestaltung der Fraktale deren Eigenschaften zu berücksichtigen und die Mitarbeiter zu integrieren.

Das Konzept der fraktalen Fabrik wurde vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart weiterentwickelt und in verschiedenen Unternehmen in die Praxis umgesetzt.¹¹¹ Im Folgenden wird die fraktale Fabrik anhand des Unternehmens Sulzer-Weise GmbH in Bruchsal näher betrachtet.¹¹² Hierbei handelt es sich um einen mittelständischen Pumpenproduzenten, der rund 500 Mitarbeiter beschäftigt. Das Unternehmen hatte Probleme aufgrund von hohen Beständen, Terminverzug und eines schlechten Betriebsklimas. Jahrelang wurde der Produktionsfaktor Mensch vernachlässigt. In zweitägigen Workshops, an denen ca. 60% der Mitarbeiter beteiligt waren, wurde das Problembewusstsein geschärft. Mittels anfänglicher Zielvereinbarungen und hoher Investitionen in die Personalentwicklung wurden die Grundzüge für eine Fraktale Fabrik geschaffen. Fraktale wurden gemäß der Ähnlichkeit der Werkstücke gebildet. Durch zusätzliche Freiräume der Mitarbeiter in der Produktion, regelmäßige Besprechungen zur Steigerung der Arbeitseffizienz, eine leistungsabhängige Entlohnung und ein Vorantreiben der Automatisierung konnten die Durchlaufzeiten und Bestände gesenkt und das Betriebsklima deutlich gesteigert werden.

¹¹⁰ Vgl. Warnecke, Hüser 1995, S. 170–175

¹¹¹ Vgl. Zülch 1994, S. 9

¹¹² Vgl. Warnecke 1993, S. 226–229

Warnecke erhebt mit seinem Ansatz nicht den Anspruch, etwas vollkommen Neues zu schaffen, sondern versucht, Gesamtzusammenhänge aus Praxis und Wissenschaft darzustellen und in einem ganzheitlichen Ansatz zu verarbeiten. Die fraktale Fabrik betont – wie die modulare Fabrik – den organisatorischen Aspekt der Fabrikmodularisierung. Sie ist jedoch – im Gegensatz zur modularen Fabrik – auch für turbulente Umwelten geeignet. Während die Moduleigenschaften von Warnecke ausführlich beschrieben werden, bleiben die Gestaltungsprinzipien größtenteils bewusst offen. Mit der Selbstorganisation der Fabriksegmente sind viele Vorteile verbunden – wie die optimale Ressourcennutzung, das Aufzeigen und direkte Durchführen von Verbesserungsmöglichkeiten, die Unterstützung der Selbstverwirklichung der Mitarbeiter, eine gesteigerte Kundenorientierung sowie eine optimierte Planungstiefe.¹⁰⁸ Jedoch führen die dezentralen Einheiten zugleich zu Redundanzen. Fraglich ist zudem die Umsetzbarkeit einer vollständigen Selbstorganisation in der Praxis. Eine partielle Selbstorganisation wird bereits in Form von Profit-Centern verwirklicht. Die Betrachtungsweise von Warnecke geht über die Modulgrenzen hinaus. Dadurch, dass Fraktale auf der ganzen Welt verteilt sein können und in Form eines eng verbunden Netzwerkes miteinander kommunizieren, werden jedoch die Führung und die Strukturierung der Unternehmen zunehmend schwieriger. Die Tabelle 14 gibt die wesentlichen Stärken und Schwächen des Ansatzes von Warnecke wieder.

Stärken	Schwächen
Hoher Detaillierungsgrad	Übertragbarkeit der Selbstorganisation in die Praxis
Hinreichend strukturierte Vorgehensweise	Aufwändiges Netzwerkmanagement
Ganzheitliche Betrachtung	
Hohe Anpassungsfähigkeit	
Eignung für turbulente Umwelten	

Tabelle 14: Stärken und Schwächen der fraktalen Fabrik¹¹³

¹¹³ Eigene Darstellung

7.1.1.3. Holonische Fabrik

Das Konzept der Holonischen Fabrik basiert auf den von Koestler getroffenen Überlegungen zu Holonen, Holarchien und Hierarchien. Hierarchien sind komplex aufgebaute Systeme aus Subsystemen, die wiederum aus untergeordneten Subsystemen bestehen und meist als starre Gebilde angesehen werden¹¹⁴, jedoch durch den Ansatz der holonischen Fabrik dynamische Eigenschaften aufweisen können. Der von Koestler geprägte Begriff Holon setzt sich aus dem griechischen Wort „holos“ (ganz, Ganzheit) und dem Suffix „on“ (Teilchen, Teil) zusammen.¹¹⁵ Zum einen tritt eine Untereinheit als ein unabhängiges, in sich abgeschlossenes Ganzes auf, zum anderen ist diese ein Teil des Ganzen und ist abhängig von den übergeordneten Ebenen. Holone sind autonome, kooperative, untereinander kommunizierende Systemeinheiten aus Informationssystemen, Menschen und physischen Systemen (wie Maschinen und Produkten), die Funktionen wie das Umformen, Transportieren oder Lagern übernehmen können, zur Auswertung von Informationen dienen und sich eigenständig anpassen können.¹¹⁶ Von Koestler werden Holone als Systeme von Relationen angesehen, die sich auf der nächsthöheren Ebene als eine Einheit präsentieren.¹¹⁷ Die Holarchie ist ein hierarchisch aufgebautes Netzwerk aus Holonen, in dem jedes Holon eine andere interne Struktur aufweist.¹¹⁸ Eine mögliche Darstellungsform einer Holarchie kann der Abbildung 13 entnommen werden. In Verbindung mit den Produktionskonzepten einer Fabrik hat sich der Begriff „Holonische Manufacturing System“ durchgesetzt, welcher eine Holarchie beschreibt, die alle Fertigungsaktivitäten von der Entwicklung über die Produktion bis zum Marketing beinhaltet.¹¹⁹ Die holonische Fabrik ist somit ein System, welches sich aus hierarchisch aufgebauten, autonomen Systemeinheiten zusammensetzt und Flexibilität sowie Komplexitätsreduktion zum Ziel hat.

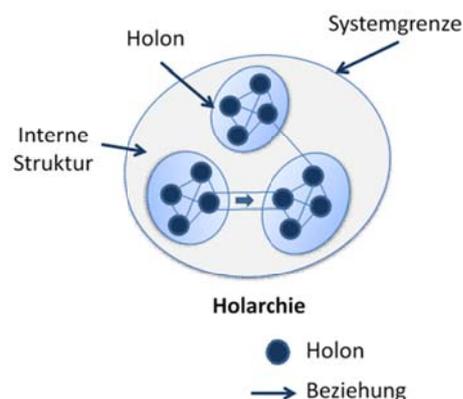


Abbildung 13: Holarchie - ein Netzwerk aus Holonen¹²⁰

¹¹⁴ Vgl. Koestler 1970, S. 192–193

¹¹⁵ ebenda, S. 197.

¹¹⁶ Vgl. Zahn et al. 1997, S. 7

¹¹⁷ Vgl. Koestler 1970, S. 196

¹¹⁸ Vgl. Hompel, Heidenblut 2008, S. 119

¹¹⁹ Vgl. Zahn et al. 1997, S. 7

¹²⁰ Vgl. Kwangyeol 2003, S. 17

Die Gestaltung holonischer Fabriken sollte nach den Prinzipien der Autonomie, der Flexibilität, der Integrationsfähigkeit und der Zuverlässigkeit erfolgen.¹²¹ Holone sind zudem festen Regeln und flexiblen Strategien unterworfen.¹²² Die Regeln bilden die Grundlage für Zusammenhalt, Stabilität und spezifische Struktur- und Funktionsmuster. Die Gesamtheit aller Regeln bestimmt den Aufbau der Holone und wird als „Kanon des Holons“ bezeichnet. Flexible Strategien existieren, um den Holonen einen Spielraum – und damit verbunden Flexibilität – zu ermöglichen. In einer Hierarchie werden diese Strategien mit zunehmender Ebene komplexer, des Weiteren besitzen Holone auf höheren Ebenen der Hierarchie mehr Freiheitsgrade als Holone auf niedrigeren Ebenen. Ein weiteres Gestaltungsmerkmal von Holonen in einer Holarchie ist die Übertragung der Kontrollfunktion auf Holone höherer Ebenen.¹²³ Weiterhin spielen Rückkopplungsmechanismen in der hierarchischen Ordnung eine große Rolle, die führend, korrigierend und stabilisierend wirken.¹²⁴

Die holonische Fabrik ist stark von der hierarchischen Ordnung und dem damit verbundenen Rückkopplungsmechanismus, festen Regeln und flexiblen Strategien geprägt. Ziele und Merkmale der holonischen Fabrik sind ähnlich zu denen der fraktalen Fabrik, die darüber hinaus eine größere Vielfalt an Merkmalen aufweist. Der unzureichende Detaillierungsgrad und die fehlende strukturierte Vorgehensweise stellen wesentlich Schwächen des Ansatzes dar. Die folgende Tabelle 15 zeigt die Stärken und Schwächen der holonischen Fabrik.

Stärken	Schwächen
Hinreichende ganzheitliche Betrachtung	Unzureichender Detaillierungsgrad
Hinreichende Anpassungsfähigkeit	Unzureichend strukturierte Vorgehensweise

Tabelle 15: Stärken und Schwächen der holonische Fabrik¹²⁵

¹²¹ Wiendahl 2008, S. 52

¹²² Koestler 1970, S. 197–198

¹²³ Vgl. ebenda, S. 206.

¹²⁴ Vgl. ebenda, S. 204.

¹²⁵ Eigene Darstellung

7.1.1.4. Mobile Fabrik

Das Konzept der mobilen Fabrik umfasst die Zerlegung der Fabrik und der dazugehörigen technischen und logistischen Dienstleistungen in mobile, standardisierte Produktionsmodule und standortbezogene Dienstleistungsmodule. Der im Rahmen des BMBF-Projekts „MobiFak – Entwicklung eines Geschäftskonzeptes für mobile Fabriken“ insbesondere von Schuh entwickelte und untersuchte Ansatz soll eine optimale Ausrichtung der Ressourcen, Prozesse und Organisationsstrukturen gewährleisten. Ziel des Projektes ist die effiziente und risikominimierende Gestaltung von Geschäftskonzepten für eine global verteilte Produktion.¹²⁶

Der Ansatz der mobilen Fabrik dient der Steigerung der Unternehmensflexibilität und -reaktionsfähigkeit, indem die Möglichkeit eines schnellen Wechsels des Produktionsstandortes beibehalten wird. Der Fokus liegt dabei auf der globalen Verteilung der Produktion. Die standardisierten Produktionsmodule umfassen die Infrastruktur, das Know-how, die Gebäude und die Betriebsmittel. Bei der Definition dieser Module sind sowohl die infrastrukturellen Konditionen als auch die Restriktionen bei der Gebäudewahl zu berücksichtigen. Dienstleistungsmodule umfassen die Verlagerung, produktionsunterstützende Dienstleistungen und die Logistik (bspw. Beschaffung, Distribution, Integration neuer Partner). Auch diese müssen ein hohes Maß an Standardisierung und Wiederverwendbarkeit aufweisen.

Die Gestaltung einer mobilen Fabrik orientiert sich an der folgenden Vorgehensweise:¹²⁷ Ausgangspunkt für eine erfolgreiche Implementierung der mobilen Fabrik ist zunächst die Identifikation der Anforderungen an die mobile Fabrik. In einem zweiten Schritt gilt es, die Fabrikmodule zu definieren. Die Definition der Produktionsmodule umfasst die Identifikation des optimalen Gebäudekonzeptes, die Entwicklung eines Infrastrukturmoduls, die modulare Gestaltung standortneutraler Betriebsmittel sowie die Gewährleistung einer standortübergreifenden Nutzung des Know-hows. Dienstleistungsmodule sollten vordefinierte Module darstellen, die in Abhängigkeit vom jeweiligen Projekt kundenindividuell angepasst werden können. Nach der Definition der Fabrikmodule sollten mobile Produktionsmodule und standortbezogene Dienstleistungsmodule einander zugeordnet und auf einer geeigneten Integrationsplattform kombiniert werden. Produktionsmodule sollten standortübergreifend bereitgestellt werden. Im nächsten Schritt erfolgt die Entwicklung geeigneter Planungs- und Bewertungsinstrumente. Ein weiterer Schritt besteht in der praktischen Umsetzung anhand einer Pilotanlage, mittels derer bereits gewonnene Ergebnisse ausgewertet und weiterentwickelt werden können. Im Anschluss daran ist das Projektmanagement in der mobilen Fabrik zu verankern und Öffentlichkeitsarbeit zu leisten.

¹²⁶ Vgl. Schuh et al. 2004a, S. 52–57

¹²⁷ Vgl. BMBF 2009, S. 1

Die mobile Fabrik, welche verlagerungsfähige Produktionsmodule und standortbezogene Dienstleistungsmodule miteinander kombiniert, ist insbesondere für Unternehmen geeignet, die in einem dynamischen Umfeld agieren. Durch die hohe Flexibilität der mobilen Fabrik können sich diese an turbulente Umwelten, z.B. durch einen schnellen Standortwechsel, anpassen. In Tabelle 16 werden die Stärken und Schwächen der mobilen Fabrik dargestellt.

Stärken	Schwächen
Hinreichend strukturierte Vorgehensweise	Unzureichender Detaillierungsgrad
Ganzheitliche Betrachtung	
Hohe Anpassungsfähigkeit	
Eignung für turbulente Umwelten	

Tabelle 16: Stärken und Schwächen der mobilen Fabrik¹²⁸

¹²⁸ Eigene Darstellung

7.1.1.5. Virtuelle Fabrik

Die virtuelle Fabrik ist ein Ende der 1990er-Jahre von Schuh, Millarg und Göransson entwickeltes Konzept zur zusätzlichen Flexibilisierung der Produktion und Förderung zwischenbetrieblicher Kooperationen. Die Autoren definieren die virtuelle Fabrik als einen „Zusammenschluss rechtlich bzw. wirtschaftlich unabhängiger Unternehmen und/oder Unternehmensbereiche mit dem Ziel, gemeinsam die erforderlichen Voraussetzungen aufzubauen, um Marktchancen mit einem kleinen Zeitfenster schnell und effizient identifizieren und kooperativ erschließen zu können, die ein einzelnes Unternehmen nicht oder nur weniger gewinnbringend realisieren kann.“¹²⁹ Ziele solcher virtuellen Zusammenschlüsse sind u.a. die optimale Kapazitätsauslastung, der Transfer von Informationen und Know-how, das Erschließen neuer Märkte sowie das Akquirieren neuer Kunden.¹³⁰

Spezifische Definitionsmerkmale werden von den Autoren nicht vorgegeben, jedoch müssen virtuelle Fabriken die drei Anforderungen der hochwertigen Kompetenz, der Kooperationsfähigkeit und der Kooperationsbereitschaft erfüllen.¹²⁷ Die virtuelle Fabrik baut auf den vier Bausteinen Kooperationsnetzwerk, Kooperationsprinzipien, Vermarktung der virtuellen Fabrik und Produktion im Netzwerk auf.¹³¹

Branchen, die bereits virtuelle Unternehmen aufweisen, sind die Baubranche und die Computerbranche.¹³² Diese schließen sich zusammen, um die hohe Marktdynamik beherrschen zu können und projektspezifische Aufgaben (bspw. den Bau von Gebäuden) zu erfüllen. Des Weiteren bringen Zusammenschlüsse von sowohl großen als auch kleinen Unternehmen großes Potenzial mit sich. Während den KMU eine besonders hohe Flexibilität zugesprochen wird, werden große Unternehmen mit Skaleneffekten und Effizienz in Verbindung gebracht. Durch das Konzept der virtuellen Fabrik kommt den größeren Unternehmen die Flexibilität und Kundennähe der KMU zunutze und die KMU können sich an den Größenvorteilen und der Marktmacht der großen Unternehmen beteiligen.¹³³ So entsteht ein multilaterales Netzwerk aus verschiedenen Unternehmen bzw. Unternehmensbereichen, das durch die strikte Auftragsorientierung zusätzliche Flexibilität erhält.¹³⁴

Das Prinzip der virtuellen Fabrik verteilt Wertschöpfungsaktivitäten auf mehrere Partner. So kann sich jedes Unternehmen auf seine Kernkompetenzen konzentrieren. Dies führt auf der einen Seite zur Komplexitätsreduktion und Risikodiversifikation innerhalb der Unternehmen. Auf der anderen Seite ist eine solche Kooperation mit einem erhöhten Abhängigkeitsgrad und Transaktionskosten verbunden und

¹²⁹ Vgl. Schuh et al. 1998, S. 64

¹³⁰ Vgl. Schuh et al. 1998, S. 132–133

¹³¹ ebenda, S. 67 ff.

¹³² ebenda, S. 167.

¹³³ Vgl. Schuh et al. 1998, S. 131

¹³⁴ ebenda, S. 132.

bedarf einer gründlichen Planung und Auswahl der Kooperationspartner.¹³⁵ KMU profitieren insbesondere von der Beteiligung großer Unternehmen. Auf diese Weise können sie weiterhin flexibel auf dem Markt agieren und gleichzeitig die starke Finanzkraft, Marktmacht und weitere Größenvorteile nutzen, die eine gewinnbringendere Abwicklung von Geschäften ermöglichen.¹³⁶ Insgesamt ist die virtuelle Fabrik jedoch eher als eine Kooperationsform und nicht als ein Restrukturierungsansatz innerhalb einer Fabrik zu sehen. Einzelne Module verschiedener Unternehmen schließen sich zur Verwirklichung eines kurzfristigen Projektes zusammen. Es ist somit keine direkte Methode zur Modularisierung von Fabriken, sondern nutzt bereits definierte Module innerhalb einer Fabrik, um ein stabiles Kooperationsnetzwerk zur Abwicklung eines konkreten Projektes zu bilden. Tabelle 17 fasst die Stärken und Schwächen der virtuellen Fabrik zusammen.

Stärken	Schwächen
Hinreichend strukturierte Vorgehensweise	Unzureichender Detaillierungsgrad
Ganzheitliche Betrachtung	
Hohe Anpassungsfähigkeit	
Eignung für turbulente Umwelten	

Tabelle 17: Stärken und Schwächen der virtuellen Fabrik¹³⁷

¹³⁵ Vgl. Günthner et al. 2006, S. 67

¹³⁶ Vgl. Schuh et al. 1998, S. 131

¹³⁷ Eigene Darstellung

7.1.2. Systematisierung der genannten Methoden

Ziel der Systematisierung ist eine Gegenüberstellung der genannten Konzepte zur Fabrikmodularisierung anhand aufgestellter Kriterien. Es wurden folgende Oberkriterien definiert und betrachtet: „Allgemeines“, „Netzwerk“, „Module“, „Beziehung zwischen Modulen“, „Beziehung zwischen Elementen“, „Vorgehen und Beispiele“. Einen Auszug mit den wesentlichen Kriterien gibt die Tabelle 18 wieder.

	Modulare Fabrik	Fraktale Fabrik	Mobile Fabrik	Holonische Fabrik	Virtuelle Fabrik
Allgemeines					
Autor	Wildemann	Warnecke	Schuh	Koestler	Schuh, Millarg, Göransson
Fokus	Bildung von produkt- und markt-orientierten Einheiten	Bildung von selbst-organisierten zielorientierten Einheiten	Kombination von Produktions- und Dienstleistungsmodulen	Bildung von hierarchisch aufgebauten Einheiten	Netzwerk verschiedener Unternehmen mit gemeinsamen temporären Vorhaben
Ebene der Modularisierung	Fertigung				Unternehmen
Betrachtungsebene	Betrachtung aller Wertschöpfungsaktivitäten				
Netzwerk					
Dynamik	Statisch	Dynamisch			
Dauerhaftigkeit	Dauerhaft				Temporär
Struktur	Vernetzung dezentraler Einheiten			hierarchisch	dezentral
Beziehungsintensität zwischen					
Modulen	Gering				
Elementen	Hoch				

Tabelle 18: Gegenüberstellung der Fabrikmodularisierungsmethoden¹³⁸

Unter dem Punkt „Allgemeines“ werden die Autoren mit dem Erscheinungsdatum ihrer Veröffentlichung zum jeweiligen Ansatz sowie der Fokus der Methode, die Ebene der Modularisierung und die Betrachtungsebene genannt. Es ist ersichtlich, dass die ersten vier Ansätze Methoden zur Modularisierung der Fertigung sind, während die virtuelle Fabrik die Kooperation verschiedener Unternehmen beinhaltet. Eine weitere Gemeinsamkeit aller Ansätze ist die Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette.

Das Kriterium „Netzwerk“ beinhaltet die Unterkriterien Dynamik, Dauerhaftigkeit und Struktur. Während die Fabriksegmentierung in der modularen Fabrik statisch erfolgt, sind die anderen vier Ansätze durch eine hohe Dynamik geprägt. Weiterhin ist anzumerken, dass bei allen Ansätzen – bis auf den der

¹³⁸ Eigene Darstellung

virtuellen Fabrik – eine dauerhafte Umstrukturierung der Fabrikstrukturen erfolgt. Eine weitere Gemeinsamkeit von fast allen Ansätzen stellt die Struktur des Netzwerkes dar, welches sich aus dezentralen Einheiten zusammensetzt. Die holonische Fabrik hebt sich von den anderen Ansätzen durch die hierarchische Ordnung in Form einer Holarchie ab.

Darüber hinaus wurden die Beziehungen zwischen den Modulen und zwischen den Elementen betrachtet. Alle fünf Ansätze zeichnen sich durch eine starke Bindungsintensität zwischen den Elementen innerhalb der Module und eine schwache Bindungsintensität zwischen den Modulen untereinander aus.

Die Unterschiede der fünf Ansätze hinsichtlich der primären Ziele und der Moduleigenschaften sind der Tabelle 19 zu entnehmen. Jeder Ansatz verfolgt unterschiedliche primäre Ziele. Während die erhöhte Flexibilität bei allen Ansätzen verfolgt wird, steht die Reduktion der Komplexität insbesondere bei der modularen Fabrik, der fraktalen Fabrik und der holonischen Fabrik im Vordergrund. Die Orientierung auf das Kerngeschäft wird insbesondere von den Autoren der modularen Fabrik und der virtuellen Fabrik betont. Die Steigerung der Produktivität und die Reduktion der Kosten sind Ziele, die von allen Ansätzen – primär jedoch vor allem bei der modularen Fabrik, der fraktalen Fabrik und der mobilen Fabrik – verfolgt werden. Während die Moduleigenschaften Autonomie, Zielorientierung und ganzheitliche Betrachtungsweise bei allen Ansätzen genannt werden, unterscheiden sich die aufgeführten Ansätze stark hinsichtlich der darüber hinaus aufgeführten Modulmerkmale (vgl. Tabelle 19).

	Modulare Fabrik	Fraktale Fabrik	Mobile Fabrik	Holonische Fabrik	Virtuelle Fabrik
Primäre Ziele					
Flexibilität	X	X	X	X	X
Komplexitätsreduktion	X	X		X	
Kerngeschäftsorientierung	X				X
Produktivität	X	X	X		
Kostenreduktion	X	X	X		
Moduleigenschaften					
Autonomie	X	X	X	X	X
Mehrere Stufen der logistischen Kette eines Produkts	X	X	X	X	X
Markt- und Zielausrichtung bzw. Zielorientierung	X	X	X	X	X
Kosten- und Eigenverantwortung		X	X	X	X
Flexibilität		X	X	X	X
Dynamik		X	X	X	X
Kooperation		X		X	X
Übertragung indirekter Funktionen	X	X			
Integrierbarkeit		X		X	
Selbstorganisation		X		X	X
Selbstähnlichkeit		X			
Selbstoptimierung		X			
Produktorientierung	X				

Tabelle 19: Gegenüberstellung der Fabrikmodularisierungsmethoden¹³⁹

¹³⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an die Literatur aus Abschnitt 7.1.1 auf Seite 39.

Zur eindeutigen Abgrenzung der beiden Konzepte modulare Fabrik und fraktale Fabrik, die sehr ähnlich erscheinen, werden im Folgenden die Unterschiede zwischen Segmenten bzw. Modulen und Fraktalen anhand Tabelle 20 wiedergegeben.

Eigenschaften	Segmente in Fabriken	Fraktale in Fabriken
Leistung	Produzieren	Leisten Dienste
Eignung	Für stabile Umwelten geeignet	Dynamische Strukturierung von innen (ständiger Wandlungsprozess)
Zielintegration	Arbeit erfolgt mit Zielvorgaben	Integration der Fraktale in den Zielfindungsprozess
Umfang der Verantwortung	Kosten- und Ergebnisverantwortung	Kosten- und Ergebnisverantwortung, Selbstorganisation ¹⁴⁰
Anreiz	Ergebnisbezogene Bewertung	Selbstoptimierung ¹⁴¹

Tabelle 20: Gegenüberstellung von Segmenten und Fraktalen in Fabriken¹⁴²

7.2. Modularisierung von Produkten

Die Produktmodularisierung wird u.a. zur Senkung der technischen und organisatorischen Komplexität eingesetzt. Durch das Zusammenfassen der einzelnen Komponenten zu Modulen wird die Anzahl der Beziehungen zwischen den Komponenten gesenkt. Auf diese Weise gewinnt das Gesamtprodukt an Übersichtlichkeit und unvorhersehbare Interaktionseffekte werden reduziert. Eine begrenzte Modulanzahl ermöglicht zudem eine Reduktion der Aufgabenträger und eine klare Definition von Verantwortlichkeiten. Durch die gesunkene Anzahl an Interdependenzen sinkt darüber hinaus der Koordinations- und Abstimmungsbedarf zwischen den Aufgabenträgern. Des Weiteren können die Anzahl der Entwickler reduziert und die Anforderungen an die Produktgestaltung vereinheitlicht werden.¹⁴³

¹⁴⁰ Die Selbstorganisation umfasst das autonome Verwalten und Organisieren der Fraktale.

¹⁴¹ Die Selbstoptimierung umfasst ständige Überprüfungen und ggf. resultierende Korrekturen.

¹⁴² Eigene Darstellung auf Grundlage der wiedergegebenen Literatur

¹⁴³ Vgl. Göpfert, Steinbrecher 2000, S. 2

Tabelle 21 werden die wesentlichen Veröffentlichungen zur Modularisierung von Produkten aufgelistet.

Diese Übersicht erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Autor	Jahr	Titel der Veröffentlichung	Kerninhalt der Veröffentlichung
Pimmler, T.U.; Eppinger, S.D.	1994	Integration Analysis of Product Decompositions	Entwicklung der Design Structure Matrix (DSM)
Lanner, P.; Malmqvist, J.	1996	An Approach Towards Considering Technical and Economic Aspects in Product Architecture Design	Modulare Produktstrukturen – eine Kombination aus der DSM und der MIM
Erixon, G.	1998	Modular Function Deployment – A Method for Product Modularisation	Entwicklung der Module Indication Matrix (MIM)
Stone, R. B.	1997	Design of Modular Digital Circuits for Testability	Heuristischer Ansatz zur Produktmodularisierung
Göpfert, J.	1998	Modulare Produktentwicklung – Zur gemeinsamen Gestaltung von Technik und Organisation	Modulare Gestaltung von Produkt und Organisationsstruktur
Schmidt, H.	2002	Beitrag zum Variantenmanagement und zur Prozessoptimierung im Wagenkastenbau von Schienenfahrzeugen	Modulare Produkt- und Prozessstrukturen auf Basis der DSM am Anwendungsbeispiel „Bildung eines Wagenkastenmischsystems“
Kopenhagen, F.	2004	Systematische Ableitung modularer Produktarchitekturen	Methode zur Gestaltung modularer Produktionssysteme
Lai, X.; Gershenson, J. K.	2007	Representation of Similarity and Dependency for Assembly Modularity	Modulare Produktstrukturen auf Basis von Ähnlichkeiten und Abhängigkeiten in der Fertigung
Blees, C.; Jonas, H.; Krause, D.	2008	Entwurf von modularen Produktarchitekturen unter Betrachtung unterschiedlicher Unternehmenssichten	Modulare Produktstrukturen – eine Kombination aus der DSM und der MIM unter Berücksichtigung verschiedener Unternehmenssichten

Tabelle 21: Literaturübersicht zur Modularisierung von Produkten¹⁴⁴

¹⁴⁴ Eigene Darstellung auf Grundlage der wiedergegebenen Literatur

7.2.1. Methoden der Produktmodularisierung

Während Pimmler/Eppinger, Erixon und Göpfert klassische Ansätze aus den 1990er- Jahren darstellen, bieten die Autoren Lai/Gershenson – aufbauend auf diesen klassischen Ansätzen – eine neuartige Vorgehensweise zur Modularisierung von Produkten. Eine Reihe von Ansätzen – wie Kusiak/Huang, Lanner/Malmqvist, Kopenhagen, Bles/Jonas/Krause – baut auf den elementaren Ansätzen von Pimmler/Eppinger und Erixon auf, verknüpft diese oder betrachtet die Ansätze unter anderen Gesichtspunkten. Diese Art von Ansätzen wird in dieser Arbeit nicht detailliert betrachtet, stattdessen sei für tiefer gehende Betrachtungen auf die Originalliteratur verwiesen. Im Folgenden werden alle Ansätze kurz vorgestellt. Die klassischen Modularisierungskonzepte von Erixon, Pimmler/Eppinger und Göpfert sowie der Ansatz von Lai/Gershenson werden im Anschluss näher betrachtet.

Pimmler/Eppinger entwickelten 1994 die Design Structure Matrix (DSM), die eine Dekomposition komplexer Systeme in kleinere Subsysteme und eine Visualisierung der Interaktionen zwischen den Subsystemen ermöglicht.¹⁴⁵

Kern des Modular Function Deployment von **Erixon** ist die Module Indication Matrix (MIM), die eine Bewertung der Funktionsträger bzw. Komponenten anhand der Modularitätstreiber ermöglicht.¹⁴⁶

Die Methode METUS von **Göpfert** verbindet die technischen mit den organisatorischen Gesichtspunkten, indem sowohl die Baustruktur als auch die Funktionsstruktur in einem Diagramm visualisiert und zusammenhängend betrachtet werden.¹⁴⁷

Lai/Gershenson entwickelten 2007 die Ähnlichkeitsmatrix und die Abhängigkeitsmatrix, mit denen die Ähnlichkeit und die Abhängigkeit der Komponenten auf Basis der Produktionsprozesse bewertet werden können.¹⁴⁸

Die Lanner-Matrix von Lanner/Malmqvist kombiniert die DSM von Pimmler/Eppinger, welche hauptsächlich technische Aspekte betrachtet, mit der MIM von Erixon, welche überwiegend wirtschaftliche Aspekte betrachtet. Der Ansatz von Kusiak/Huang besteht in einer vereinfachten Darstellung der DSM von Pimmler/Eppinger. Hier wird nicht anhand verschiedener Kriterien differenziert, sondern lediglich festgehalten, ob Interaktionen bestehen. Darüber hinaus untersuchen Kusiak und Huang den Einfluss der Modularisierung auf den Entwicklungsprozess und die Durchführung von Produkttests am Beispiel digitaler Schaltkreise.¹⁴⁹

¹⁴⁵ Vgl. Pimmler, Eppinger 1994, S. 1–5

¹⁴⁶ Vgl. Erixon 1998, S. 72–77

¹⁴⁷ Vgl. Göpfert, Steinbrecher 2000, S. 1–5

¹⁴⁸ Vgl. Lai, Gershenson 2007, S. 803

¹⁴⁹ Vgl. Kusiak, Huang 1997, S. 48–54

Mit den drei heuristischen Regeln von Stone können der Material-, Energie- und Signalfluss bewertet und mögliche Module innerhalb der Produktarchitektur identifiziert werden.¹⁵⁰

Schmidt ergänzt die funktionale Betrachtung der DSM durch zwei weitere Matrizen, die variantenorientierte und produktionstechnische Anforderungen berücksichtigen. Anhand eines Vergleichs der insgesamt drei Matrizen, die topologische Beziehungen, Variantenanforderungen, die Bauweise und Fertigungstechnologien berücksichtigen, kann eine geeignete modulare Produktstruktur abgeleitet werden. Die Vorgehensweise erläutert Schmidt am Beispiel des Wagenkastens eines Schienenfahrzeuges.¹⁵¹

Kopenhagen hat im Rahmen eines Praxisprojektes eine konkrete, detaillierte, dreistufige Vorgehensweise zur Produktmodularisierung entwickelt. Der erste Schritt umfasst eine funktionale Dekomposition des Produktes in einzelne Komponenten unter Verwendung der DSM von Pimmler/Eppinger. Im zweiten Schritt werden die Komponenten hinsichtlich der technisch funktionalen Beziehungen, der Produktstrategie und der Kundenanforderungen bewertet. Hierfür werden die Quality-Function-Deployment-Matrix (QFD-Matrix) und die MIM in modifizierter Form verwendet. Anschließend werden die Ergebnisse aus der DSM, der QFD-Matrix und der MIM in eine Beziehungsmatrix überführt, welche als Basis für die Entwicklung der modularen Produktarchitektur dient. Zuletzt werden Restriktionen in die Betrachtung eingeschlossen und die aufgestellten Produktarchitekturen anhand eines von Kopenhagen entwickelten Modularitätsmaßes bewertet.¹⁵²

Blees/Jonas/Krause schlagen die Entwicklung einer modularen Produktarchitektur unter Berücksichtigung verschiedener Unternehmenssichten – wie Produktstrategie, Einkauf, Montage und After Sales – vor. Die Vorgehensweise wird am Beispiel einer Flugzeug-Galley¹⁵³ erläutert und validiert. Zurückgegriffen wird auf die Methoden von Pimmler/Eppinger sowie von Erixon.¹⁵⁴

¹⁵⁰ Vgl. Stone 1997, S. 39–40

¹⁵¹ Vgl. Schmidt 2002, S. 104

¹⁵² Vgl. Kopenhagen, F. (2004), S. 72 ff.

¹⁵³ Als Galley wird bei Flugzeugen die Küche bezeichnet.

¹⁵⁴ Vgl. Blees et al. 2008, S. 1–5

7.2.1.1. Modular Function Deployment

Bereits 1993 existierten erste Ansätze von Erixon und Östgren zur Entwicklung des Modular Function Deployment (MFD).¹⁵⁵ Das MFD ist ein Verfahren zur Entwicklung modularer Produktarchitekturen auf der Basis identifizierter Kundenanforderungen. Es wird überwiegend in größeren, komplexen Entwicklungsprojekten eingesetzt¹⁵⁴ und stellt eine wirtschaftliche Betrachtungsweise dar, mit deren Hilfe die Funktionsträger bzw. Komponenten bestimmt werden, die am besten zu Modulen zusammengefasst werden sollten. Das Vorgehen beruht auf den folgenden fünf Schritten, die in Tabelle 22 dargestellt werden.

Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Erixon	
1.	Identifikation der Kundenanforderungen
2.	Auswahl technischer Lösungen
3.	Generierung alternativer Konzepte
4.	Bewertung alternativer Konzepte
5.	Optimierung der einzelnen Module

Tabelle 22: Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Erixon¹⁵⁶

Der erste Schritt – die Identifikation der Kundenanforderungen – soll eine markt- und kundenorientierte Entwicklung der neuen Produktarchitektur gewährleisten. Ein geeignetes Instrument stellt das Quality Function Deployment (QFD) dar. Durch das QFD werden die Kundenanforderungen an die Produktarchitektur identifiziert und überprüft, ob eine Produktmodularisierung zur Erfüllung der Kundenanforderungen beitragen kann. Nach der Identifikation der Kundenanforderungen erfolgen in einem zweiten Schritt die Dekomposition des Produktes in Funktionen bzw. Subfunktionen und eine Zuordnung von technischen Lösungen. Die Produktdekomposition sollte mit Hilfe einer Strukturierungsmethode durchgeführt werden.¹⁵⁷ Das Generieren alternativer Konzepte – Schritt drei – erfolgt mittels der Module Indication Matrix (MIM), dem Kern des MFD. In der MIM werden die Funktionsträger anhand von zwölf allgemeinen Modularitätstreibern, die sich am Produktlebenszyklus orientieren, und weiteren unternehmensspezifischen Modularitätstreibern bewertet. Jeder Funktionsträger bzw. jede Subfunktion wird anhand einer Skala mit drei möglichen Punktwerten – 9 (starker Treiber), 3 (mittelstarker Treiber), 1 (schwacher Treiber) – nach der Wichtigkeit zur Modulbildung bewertet. Die Struktur einer MIM wird durch Abbildung 14 visualisiert.

¹⁵⁵ Vgl. Erixon, G.; Östgren, B. (1993), S. 898 ff.

¹⁵⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Erixon, G. (1998), S. 65.

¹⁵⁷ Als eine geeignete Strukturierungsmethode schlägt Erixon das Vorgehen nach Suh vor. [Suh Nam, P. (1990): „The Principle of Design“, Oxford University Press]

			Subfunktion 1	Subfunktion 2	Subfunktion 3	Subfunktion 4
Modularitätstreiber	Entwicklung und Architektur	Mehrfachverwendung				9
		Technologische Dynamik		9		
		Produktplanung				
	Varianten	Technische Spezifikation			9	
		Styling				
	Produktion	Vereinheitlichung	9		3	
		Spezifische Prozesse		9	9	
	Qualität	Unabhängige Prüfung	1	3		
	Einkauf	Separate Liefereinheit	3			
	After Sales	Service und Wartung	3	9		
		Aufrüstbarkeit				
		Recycling				1
	Unternehmens-spezifisch	...				
		Summe der Treiberstärke	16	30	21	10
	Modulkandidat	√	√	√		

Abbildung 14: Module Indication Matrix nach Erixon¹⁵⁸

¹⁵⁸ Eigene Darstellung in Anlehnung an Erixon, G. (1998), S. 78.

Tabelle 23 fasst mögliche Fragen zur Bewertung der Funktionsträger zusammen.

Phase	Modularitätstreiber	Frage zur Bewertung der Modularitätstreiber
Entwicklung und Architektur	Mehrfachverwendung	Inwiefern ist eine Mehrfachverwendung über mehre Produktgenerationen möglich?
	Technologische Dynamik	Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit einer technischen Veränderung?
	Produktplanung	Inwiefern gibt es absehbare Veränderungen der Anforderungen an den Funktionsträger?
Varianten	Technische Spezifikation	Inwieweit ist der Funktionsträger durch technische Varianten beeinflussbar?
	Styling	Inwieweit ist der Funktionsträger durch Trends beeinflussbar?
Produktion	Vereinheitlichung	Inwieweit kann der Funktionsträger in verschiedenen Varianten oder Produkten verwendet werden?
	Spezifische Prozesse	Inwieweit sind spezifische Prozesse bei der Herstellung notwendig?
Einkauf	Separate Liefereinheit	Inwieweit ist eine Beschaffung als Einheit durch Systemlieferanten möglich?
After Sales	Service und Wartung	Inwieweit wird die Wartung erleichtert, wenn der Funktionsträger abtrennbar ist?
	Aufrüstbarkeit	Inwieweit wird eine zukünftige Aufrüstung vereinfacht, wenn der Funktionsträger leicht veränderbar ist?
	Recycling	Inwieweit ist der Funktionsträger recyclebar?

Tabelle 23: Modularitätstreiber nach Erixon¹⁵⁹

Eine starke Gewichtung einer und/oder mehrerer Modularitätstreiber deutet darauf hin, dass die Struktur der Funktionsträger komplexe Anforderungen an die Produktgestaltung stellt. Es ist ein Hinweis darauf, dass diese Funktionsträger als eigenes Modul verwendet bzw. so lange wie möglich einzeln betrachtet werden sollten. Eine mittelstarke und/oder schwache Gewichtung der Modularitätstreiber lässt erkennen, dass der betrachtete Funktionsträger möglicherweise leicht in andere Module zu integrieren ist. Anhand der betrachteten Modularitätstreiber können alternative Modulkombinationen entwickelt werden, die im vierten Schritt – Bewertung alternativer Konzepte – miteinander verglichen und bewertet werden. Ein wichtiger Faktor bei dieser Bewertung ist die Evaluierung der Schnittstellen zwischen den Modulen. Nach der Wahl der besten Alternative müssen – im fünften Schritt – die einzelnen Module optimiert werden. Wichtige Hinweise zur Verbesserung der Module können der MIM entnommen werden.

¹⁵⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S. 72 ff.

In der Module Indication Matrix (MIM) wird die Relevanz der Funktionsträger bzw. Subfunktionen hinsichtlich der zwölf Modularitätstreiber bewertet. Fragwürdig ist, inwieweit es sinnvoll ist, Funktionsträger, die eine hohe Treibersumme aufweisen, als ein eigenständiges Modul anzusehen. Die Praxis hat gezeigt, dass auch Funktionsträger mit einer hohen Treibersumme untereinander hohe Ähnlichkeiten aufweisen und somit zu einem gemeinsamen Modul zusammengefasst werden können.¹⁵⁹ Eine zusätzliche Betrachtung der Ähnlichkeiten zwischen den Funktionsträgern sowie eine Strukturierung nach technischen Gesichtspunkten – wie in der DSM – wäre an dieser Stelle empfehlenswert. Darüber hinaus bietet das MFD keine konkrete Vorgehensweise zur Generierung von modularen Produktarchitekturen, sondern ist lediglich ein Hilfsmittel auf dem Weg zur Produktmodularisierung. Auf der anderen Seite ermöglicht das Variieren der Modularitätstreiber einen flexiblen Einsatz in verschiedenen Umwelten. Die Stärken und Schwächen des MFD werden in Tabelle 24 zusammengefasst.

Stärken	Schwächen
Hoher Detaillierungsgrad	Modulbildung aufgrund der Treibersumme
Hinreichend strukturierte Vorgehensweise	
Hinreichende ganzheitliche Betrachtung	
Hohe Anpassungsfähigkeit	

Tabelle 24: Stärken und Schwächen des MFD¹⁶⁰

¹⁶⁰ Eigene Darstellung

7.2.1.2. Produktdekomposition auf Basis der Design Structure Matrix

Die Design Structure Matrix (DSM) ist eine von Pimmler und Eppinger 1994 entworfene Methode zur Modularisierung von Produkten. Diese Methode kann für kleinere, überschaubare Entwicklungsprojekte¹⁶¹ und hoch entwickelte Produkte eingesetzt werden¹⁶². Mittels der DSM kann das Produkt auf verschiedene Ebenen – wie bspw. in Systeme, Subsysteme, Elemente – heruntergebrochen werden, so dass ein verbessertes Verständnis über die komplexen Interaktionen innerhalb eines Systems geschaffen wird.¹⁶³ Durch die Dekomposition eines komplexen Systems in mehrere kleinere Subsysteme wird zum einen eine vereinfachte Darstellung des Systems und zum anderen ein beschleunigter Problemlösungsprozess ermöglicht, da mehrere Subsysteme parallel betrachtet werden können. Die technisch-funktionale Betrachtungsweise der DSM ermöglicht die Visualisierung der Interaktionen zwischen den Subsystemen. So können bestehende Produktdekompositionen evaluiert und verbessert bzw. neue Produktarchitekturen generiert werden. Neben der Optimierung der Produktarchitektur kann zudem die Struktur der Entwicklungsteams verbessert werden. Pimmler und Eppinger schlagen eine dreistufige Vorgehensweise zum Generieren einer optimalen Produktarchitektur vor (vgl. Tabelle 25).

Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Pimmler/Eppinger
1. Dekomposition des Gesamtsystems in Elemente oder Subsysteme
2. Dokumentation der Interaktion zwischen den Elementen
3. Clusterung der Elemente zu Modulen

Tabelle 25: Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Pimmler/Eppinger¹⁶⁴

Der *erste Schritt* umfasst die Bestimmung des Detaillierungsgrades der Produktdekomposition und somit das Festlegen der Ebene, auf die das Produkt heruntergebrochen werden soll. Sowohl funktionale als auch physische Produktbestandteile können zur Dekomposition herangezogen werden – je nachdem, ob es sich um ein neuartiges oder schrittweise gewachsenes Produktdesign handelt. Im *zweiten Schritt* – der Dokumentation der Interaktionen – werden die Schnittstellen nach Kriterien wie „Räumliche Anordnung“, „Energiefluss“, „Informationsfluss“ und „Materialfluss“ bewertet. Die Anzahl und Art der Kriterien ist dabei abhängig von dem jeweiligen Produkt. Die Bewertung erfolgt anhand einer Skala von -2 bis 2. Hierbei signalisiert der Wert 2 eine hohe Notwendigkeit der Schnittstelle zur Erfüllung der Funktionalität. Dahingegen verdeutlicht der Wert 1, dass die jeweilige Schnittstelle vorteilhaft, jedoch nicht notwendig ist. Der Wert 0 bedeutet, dass zwischen den betrachteten Komponenten keine Abhängigkeit besteht. Durch den Wert -1 wird verdeutlicht, dass die jeweilige Schnittstelle nachteilig für die Funktionalität des Systems ist, jedoch nicht unbedingt unterbunden werden muss, und der Wert -2 bedeutet, dass die

¹⁶¹ Vgl. Erixon et al. 2004, S. 30

¹⁶² Vgl. hier und im Folgenden Pimmler, Eppinger 1994, S. 1–5

¹⁶³ Vgl. hier und im Folgenden ebenda, S.1 ff.

¹⁶⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S. 3.

Schnittstelle verhindert werden muss, um die Funktionalität des Systems zu gewährleisten. Die Datenerhebung zur Bewertung der Interaktionen kann in Form von Interviews und Umfragen der Ingenieurteams und weiterer Experten durchgeführt werden. Der dritte Schritt – Clusterung der Elemente zu Modulen – umfasst sowohl die Clusterung der physischen Produktstruktur, als auch die Clusterung der Struktur bezüglich der Produktentwicklungsteams. Welcher Schnittstellentyp bei der Clusterung im Vordergrund steht, ist dabei stark abhängig vom betrachteten Produkt. Mehrere Algorithmen stehen bei der Clusterung zur Verfügung. Durch ein Vertauschen der Zeilen und Spalten sollte die Reihenfolge der Komponenten so vertauscht werden, dass starke Schnittstellen-Verbindungen nahe der Diagonale liegen. Anschließend können verschiedene Modulalternativen identifiziert und gegeneinander abgewogen werden. Wie solch eine DSM nach den drei oben genannten Schritten aussehen kann, verdeutlicht die Abbildung 15. Hierbei stellen die schraffierten Flächen mögliche Module dar.

	Komponente 3		Komponente 2		Komponente 4		Komponente 1		Komponente 5		Komponente 6	
Komponente 3	S	E	2									
	I	M		2								
Komponente 2	2		S	E			1					
		2	I	M								
Komponente 4					S	E	2		2			
					I	M	1			-1		
Komponente 1					2		S	E	1			
					1		I	M				
Komponente 5			1		2		2		S	E		-1
						-1			I	M		
Komponente 6											S	E
											I	M

Abbildung 15: Design Structure Matrix nach Pimmler/Eppinger¹⁶⁵

Legende
2: Schnittstelle notwendig
1: Schnittstelle erwünscht
-1: Schnittstelle unerwünscht
-2: Schnittstelle schädlich
leeres Feld: keine Schnittstelle
S: Räumliche Ausrichtung
E: Energiefluss
I: Informationsfluss
M: Materialfluss

¹⁶⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Pimmler, T. U.; Eppinger, S. D. (1994), S. 7.

In diesem Ansatz erfolgt eine klare Strukturierung und Visualisierung der technischen Interaktionen zwischen zwei Systemen bzw. Komponenten. Weitere Interaktionen finden über die technischen Aspekte hinaus allerdings keine Berücksichtigung. Empfehlenswert wäre eine zusätzliche Integration von wirtschaftlichen Gesichtspunkten in der Generierung modularer Produktstrukturen. Durch den Einsatz der DSM kann die Komplexität im Produktentwicklungsprozess reduziert werden, indem der Abstimmungs- und Koordinationsbedarf innerhalb großer Entwicklungsteams reduziert wird. Die Bewertung anhand von vier Schnittstellentypen erscheint jedoch sehr komplex. Zudem ist fraglich, ob diese Schnittstellentypen ohne individuelle Gewichtung in die Bewertung der Zusammenhänge einfließen sollten. In dieser komplexen Form gestaltet sich die Umsetzung als schwierig, da eine Reihe von Daten für die Bewertung der vier Schnittstellenarten notwendig sind. In vereinfachter Form ist dieser Ansatz jedoch gut übertragbar. Nicht nur die Produktarchitektur kann dadurch optimiert werden, sondern auch die Struktur hinsichtlich der Modulteams (Verantwortliche für das jeweilige Modul). Die Tabelle 26 stellt die Stärken den Schwächen gegenüber.

Stärken	Schwächen
Hinreichender Detaillierungsgrad	Fehlende Ganzheitlichkeit der Betrachtung
Gut strukturierte Vorgehensweise	Komplexe Schnittstellenbewertung
Hohe Anpassungsfähigkeit	
Gute Visualisierungsform der Interaktion	

Tabelle 26: Stärken und Schwächen der DSM¹⁶⁶

¹⁶⁶ Eigene Darstellung

7.2.1.3. METUS

Die 1998 entwickelte METUS-Methode von Göpfert ging aus einem Kooperationsprojekt zwischen der Ludwig-Maximilian-Universität München und der DaimlerChrysler AG hervor.¹⁶⁷ METUS steht für „Management Engineering Tool for Unified Systems“ und unterstützt die technische und organisatorische Modularisierung im Produktentwicklungsprozess. Dieser Ansatz geht aus der Erkenntnis hervor, dass nur eine gemeinsame und aufeinander abgestimmte modulare Gestaltung der Produktarchitektur und Produktentwicklungsorganisation die Potenziale der Modularisierung ausschöpft. Die METUS-Methode stimmt somit die Gestaltung von technischen und organisatorischen Strukturen aufeinander ab. Die technische Struktur eines Produktes setzt sich aus der Funktionsstruktur und der Baustruktur zusammen. Während die Baustruktur die einzelnen Bestandteile des Produktes – wie Module und Komponenten – betrachtet, umfasst die Funktionsstruktur die Haupt- und Teilfunktionen des Produktes sowie die Zuordnung der Funktion auf die Komponenten. Das Zusammenspiel zwischen Funktions- und Baustruktur ist Abbildung 16 zu entnehmen.

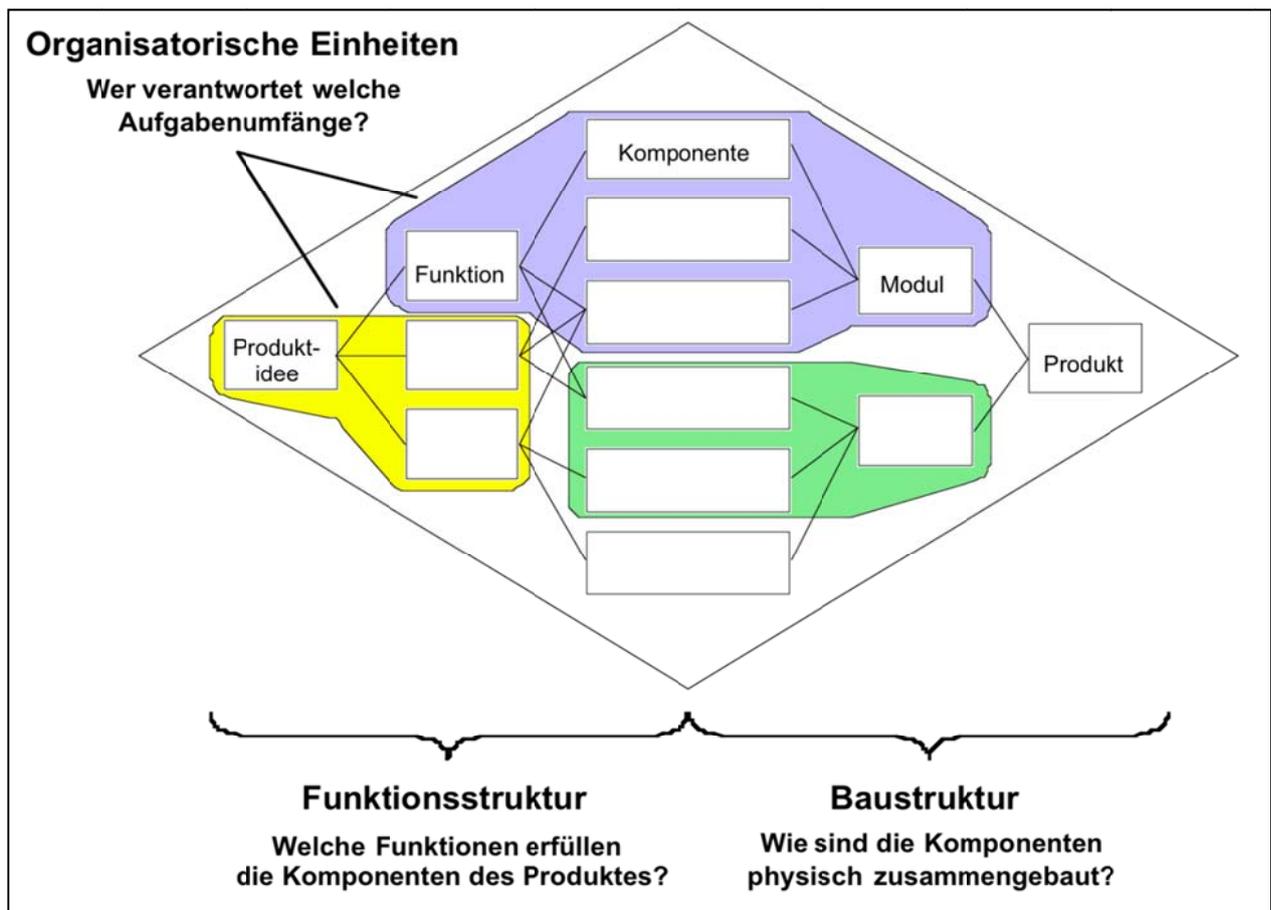


Abbildung 16: Funktions- und Baustruktur der METUS-Methode¹⁶⁸

¹⁶⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Pimpler, Eppinger 1994, S. 7

¹⁶⁸ Bearbeitete Darstellung nach Göpfert, J.; Steinbrecher, M. (2000), S.11.

Das Vorgehen der METUS-Methode umfasst die folgenden Schritte (vgl. Tabelle 27).

Vorgehen der Produktmodularisierung nach Göpfert
1. Definition der Gestaltungspielräume
2. Bildung alternativer Produktarchitekturen
3. Bewertung alternativer Produktarchitekturen
4. Bildung alternativer Organisationsarchitekturen
5. Bewertung alternativer Organisationsarchitekturen

Tabelle 27: Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Göpfert¹⁶⁹

Ausgangspunkt der Analyse ist die Definition der Anforderungen an das Produkt und der organisatorischen Rahmenbedingungen.¹⁷⁰ Diese sind notwendig, um in einem zweiten Schritt technische Gestaltungsalternativen zu entwickeln, indem eine Funktionsstruktur aufgestellt und entsprechenden Produktkomponenten zugeordnet wird. Somit wird zugleich ersichtlich, welche Funktionen von welchen Modulen übernommen werden. Im dritten und vierten Schritt erfolgt die Bildung und Bewertung technischer Lösungsalternativen und organisatorischer Gestaltungsalternativen. Im Anschluss erfolgt eine Gesamtbewertung in technischer und organisatorischer Hinsicht. Diese Vorgehensweise beinhaltet Rückkopplungsmechanismen, so dass bei identifizierten Defiziten in der jeweiligen Phase erneut angesetzt wird. Darüber hinaus erfordert dieses Vorgehen eine übergeordnete Instanz zur Gesamtkoordination. Ein wesentliches Merkmal der METUS-Methode ist der offene und transparente Kommunikationsprozess.

¹⁶⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S. 13.

¹⁷⁰ Vgl. hier und im Folgenden ebenda, S. 12 ff.

So werden die Alternativen durch interdisziplinäre Workshops gebildet und bewertet. Nach der Gesamtbewertung werden die Funktionen, Komponenten und Module organisatorischen Einheiten – bspw. Abteilungen oder Zulieferern – zugeordnet. Ein Praxisbeispiel, in dem die METUS-Methode angewandt wurde, ist die Modularisierung eines Lokomotivtriebkopfes der Firma ADTRANS. Innerhalb von drei Monaten wurden 7.000 Einzelteile zu 40 Modulen zusammengefügt. Auf diese Weise konnte die Anzahl der Zulieferer von 200 auf 40 reduziert werden, was zu einer Gesamtkostenreduktion von 18 % führte.¹⁷¹ Die Methode METUS bietet weder ein konkretes Instrument noch ein systematisches Vorgehen zur Generierung modularer Produktarchitekturen. Es ist vorwiegend ein Visualisierungskonzept für die Bau- und Funktionsstruktur, welches zu einer erhöhten Transparenz führt und die Gestaltung technischer und organisatorischer Strukturen erleichtert. In Tabelle 28 werden die Stärken und Schwächen einander gegenübergestellt.

Stärken	Schwächen
Hohe Verständlichkeit	Unzureichender Detaillierungsgrad
Hinreichende Anpassungsfähigkeit	Unzureichende Ganzheitlichkeit der Betrachtung
Gute Visualisierungsform	

Tabelle 28: Stärken und Schwächen der Methode METUS

¹⁷¹ Vgl. ebenda, S.15.

7.2.1.4. Ähnlichkeits- und Abhängigkeitsanalyse auf Basis der Fertigungsmodularität

Im Jahr 2007 entwickelten Lai und Gershenson auf der Basis bisheriger Produktmodularisierungsansätze – wie Kusiak/Huang oder Pimmler/Eppinger – eine neue Methode, die neben der Betrachtung der Abhängigkeiten zwischen zwei Produktkomponenten zusätzlich die Ähnlichkeit der Fertigungsmethoden untersucht.¹⁷² Die Basis dieser Betrachtung stellen die Fertigungsprozesse der einzelnen Komponenten dar. Die Ähnlichkeitsbetrachtung basiert auf entstehenden Fertigungskosten, z.B. aufgrund eines durchzuführenden Werkzeugwechsels. Die Abhängigkeiten zwischen den Funktionsträgern werden anhand der Gestaltungsmerkmale der Bauweise – wie die Geometrie der Berührungsflächen oder potenzielle Beeinträchtigungen – bewertet.

Zur Messung des Modularisierungspotenzials werden die Produktkomponenten innerhalb der Ähnlichkeits- und der Abhängigkeitsmatrix gegenübergestellt und anhand einer Skala von null bis eins hinsichtlich der Ähnlichkeit bzw. Abhängigkeit bewertet.¹⁷³ Der Wert 0 steht für keine Ähnlichkeit bzw. Abhängigkeit, der Wert 1 steht für eine sehr starke Ähnlichkeit bzw. Abhängigkeit zwischen den Komponenten. Zur Gewährleistung einer einheitlichen Bewertung haben Lai/Gershenson Faktoren aufgestellt, anhand derer die Ähnlichkeit und die Abhängigkeit gemessen werden. Je nachdem, inwieweit sich die betrachteten Produktkomponenten hinsichtlich der aufgestellten Kriterien ähneln bzw. in Abhängigkeit zueinander stehen, erhalten sie eine vorher festgelegte Punktzahl, deren Summe in die Ähnlichkeits- bzw. Abhängigkeitsmatrix übertragen wird.

Die Ähnlichkeit wird mittels der Faktoren „Greif-Instrument“, „Ausrichtung der Befestigung“, „Instrument zum Zusammenfügen“ und „Befestigungseinrichtung“ anhand entstehender Fertigungskosten gemessen.¹⁷⁴ Es wird betrachtet, ob Werkzeuge – und wenn ja, ob die gleichen oder unterschiedliche Werkzeuge – zur Produktion des Produktes benötigt werden. Produktionsinstrumente, die näher betrachtet werden, sind Geräte zum Greifen der Komponenten, Instrumente zum Zusammenfügen und Systeme zur Befestigung oder Aufhängung der Komponenten. Werden zur Produktion keine Werkzeuge benötigt, so ist der Ähnlichkeitswert niedriger als wenn gleiche Werkzeuge zur Fertigung in Anspruch genommen werden. Dies hängt damit zusammen, dass Komponenten mit gleichen Fertigungswerkzeugen höhere Fertigungskosten durch den Werkzeugeinsatz nach sich ziehen als Komponenten, die keinen Werkzeugeinsatz verlangen. Komponenten, die gleiche Werkzeuge zur Produktion benötigen, sollten folglich in einem Modul zusammengefasst werden, damit die Wechselhäufigkeit der Werkzeuge minimiert wird. Die genauen Ähnlichkeitswerte wurden von Lai und Gershenson ermittelt, indem die mit dem Werkzeugeinsatz verbundene Zeit gemessen und normiert wurde.

¹⁷² Vgl. Lai, Gershenson 2007, S. 803ff

¹⁷³ In der Originalquelle werden die Matrizen „Similarity Matrix“ und „Dependency Matrix“ genannt.

¹⁷⁴ Vgl. hier und im Folgenden ebenda, S.806 f. In der Originalquelle werden die Faktoren „Grasping Tool“, „Insertion Tool“ und „Fixturing“ genannt.“

Zur besseren Veranschaulichung wird im Folgenden die Vorgehensweise am Beispiel eines Föhns illustriert. In Abbildung 17 wird die Ähnlichkeit zwischen den zwei Föhnkomponenten „unteres Gehäuse“ und „oberes Gehäuse“ bewertet.

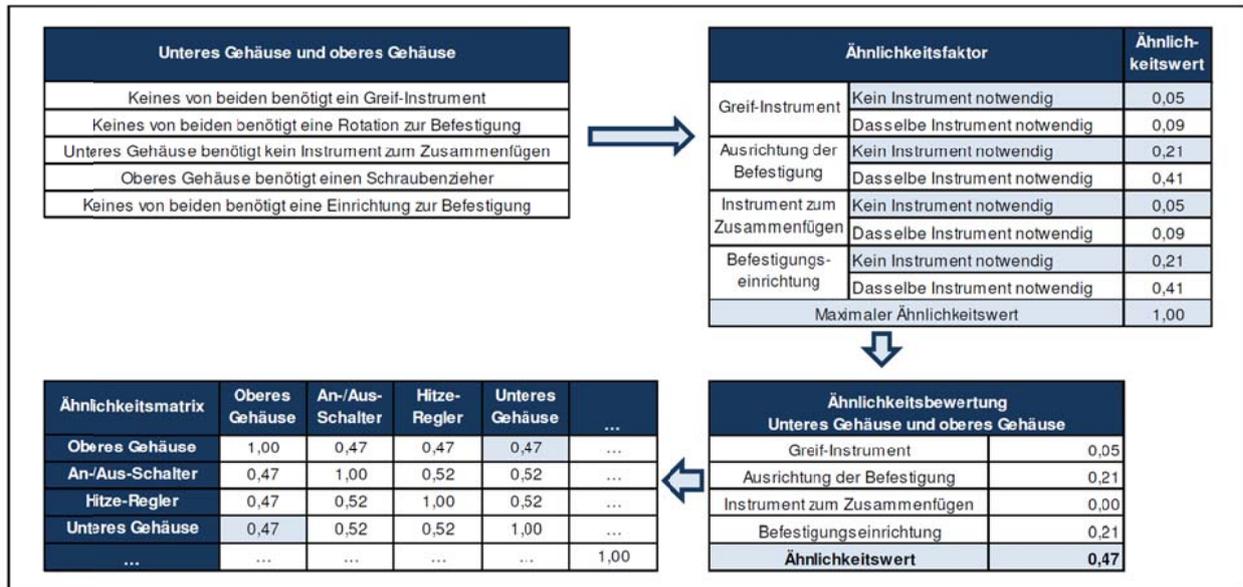


Abbildung 17: Vorgehen zur Erstellung der Ähnlichkeitsmatrix¹⁷⁵

Da bei der Produktion eines Föhns weder ein Greifinstrument noch eine Befestigungseinrichtung oder eine Rotation der zwei Komponenten notwendig sind und darüber hinaus unterschiedliche Werkzeuge zum Zusammenbau benötigt werden, wird die Ähnlichkeit zwischen den zwei Komponenten mit dem Wert 0,47 bewertet und in die Ähnlichkeitsmatrix übertragen.

Die Abhängigkeit wird anhand der Faktoren „Geometrie der Berührungsflächen“, „Fügeverfahren“ und „Potenzielle Beeinträchtigungen“ gemessen.¹⁷⁶ Die Geometrie der Berührungsflächen wurde in die Kategorien regelmäßige Geometrie, Berührungsflächen mit Gewinde, tragende, verzahnte, multi-reguläre¹⁷⁷ und unregelmäßige Berührungsflächen untergliedert.¹⁷⁸ In Abhängigkeit von der Komplexität, die mit der jeweiligen Geometrie in Verbindung steht, wurden den einzelnen Kategorien Abhängigkeitswerte zugewiesen. Verschiedene Fügeverfahren sind mit einem unterschiedlichen Grad an Komplexität verbunden. Lai/Gershenson haben die häufigsten Fügeverfahren in Klassen zusammengefasst und in Abhängigkeit der Komplexität jeder Klasse einen Abhängigkeitswert zugeschrieben. Das Vorgehen zur Messung der Abhängigkeit zwischen den zwei Föhnkomponenten „unteres Gehäuse“ und „oberes Gehäuse“ wird in der unteren Abbildung 18 dargestellt.

¹⁷⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S. 814

¹⁷⁶ Vgl. hier und im Folgenden ebenda, S.807 ff. In der Originalquelle werden die Faktoren „Shaping of Mating Face“ und „Interference“ genannt.

¹⁷⁷ Die Eigenschaft multi-regulär bezeichnet Oberflächen mit einer Kombination aus mehreren regulären Oberflächen.

¹⁷⁸ Für eine ausführliche Beschreibung der Faktoren vgl. ebenda S.808 ff.

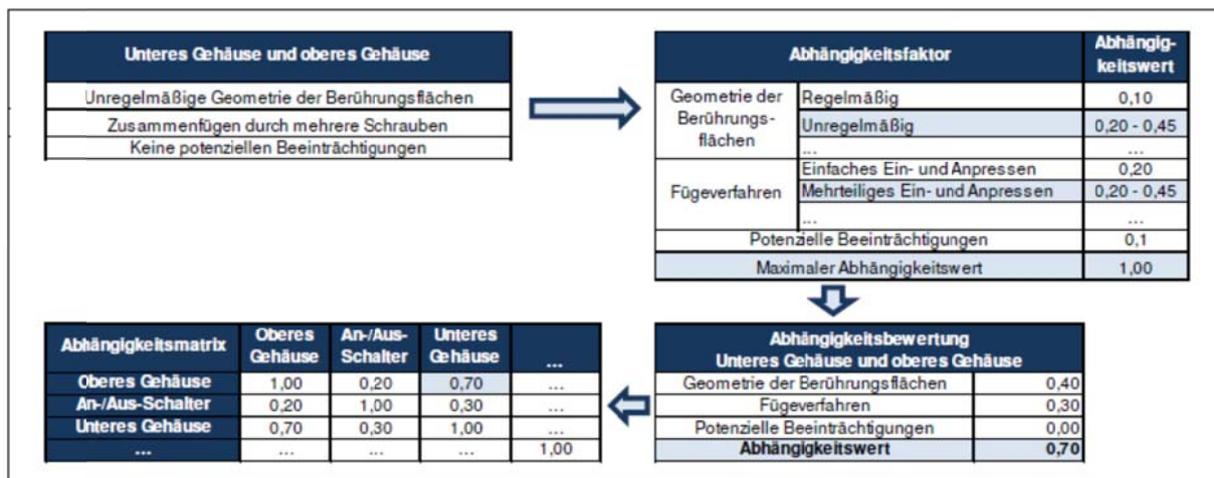


Abbildung 18: Vorgehen zur Erstellung der Abhängigkeitsmatrix

Nach dem Erstellen der Ähnlichkeits- und der Abhängigkeitsmatrix wird in einem zweiten Schritt eine Fertigungssequenzmatrix aufgestellt, in der die Fertigungspriorität zwischen den Komponenten verzeichnet ist.¹⁷⁹ Im dritten Schritt wird eine Methode zur modularen Produktgestaltung implementiert. Das Vorgehen umfasst die fünf Schritte, die in Tabelle 29 wiedergegeben werden.

Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Lai/Gershenson	
1.	Bestimmung der Anfangsmodule nach Coulter
2.	Messung der Produktmodularität
3.	Umgestaltung der Komponenten
4.	Überprüfung der Machbarkeit
5.	Umgestaltung der Komponenteneigenschaften

Tabelle 29: Vorgehen zur Produktmodularisierung nach Lai/Gershenson¹⁸⁰

Zur Bestimmung der Anfangsmodule werden die Ähnlichkeits- und die Abhängigkeitsmatrix zusammengefügt und eine neue Matrix mit den Durchschnittswerten der beiden Matrizen gebildet. Anhand der neuen Matrix werden die Module identifiziert. Die aufgestellte Clusterung wird anschließend auf die Ähnlichkeits- und auf die Abhängigkeitsmatrix übertragen, so dass die Produktmodularität anhand von Formeln gemessen werden kann.¹⁸¹ Auf Basis der gemessenen Produktmodularität erfolgt eine Umgestaltung der Komponenten, bis die höchste Modularität für das Produkt erreicht ist. Nach einer Umgestaltung der Komponenten ist eine Machbarkeitsprüfung notwendig. Falls eine Fertigung der identifizierten Module mit der höchsten Modularität nicht möglich ist, so müssen die Modulkombinationen mit der zweit-, dritt- oder vierthöchsten Modularität hinsichtlich ihrer Machbarkeit überprüft werden. Im fünften Schritt, nachdem die Module mit der höchsten machbaren Modularität

¹⁷⁹ Vgl. hier und im Folgenden ebenda, S. 820 ff.

¹⁸⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S. 821.

¹⁸¹ An dieser Stelle sei auf ebenda S.821 verwiesen.

identifiziert wurden, erfolgt eine Umgestaltung der Komponenteneigenschaften, um die Ähnlichkeit innerhalb der Module zu erhöhen und die Abhängigkeiten zwischen den Modulen zu reduzieren. Beispielsweise könnte in dem betrachteten Beispiel die Abhängigkeit zwischen den Komponenten – oberes und unteres Gehäuse – durch eine Reduktion der Komplexität der Berührungsflächen und eine verringerte Anzahl an Schrauben reduziert werden.

In diesem Ansatz steht die Betrachtung der Ähnlichkeiten und Abhängigkeiten der Fertigungsprozesse der Funktionsträger im Fokus. Die Ähnlichkeitsbetrachtung basiert auf den entstehenden Fertigungskosten, die durch einen durchzuführenden Werkzeugwechsel verursacht werden. Die Abhängigkeiten zwischen den Funktionsträgern werden anhand der Gestaltungsmerkmale der Bauweise – wie der Geometrie der Berührungsflächen – bewertet. Es wird eine konkrete Vorgehensweise beschrieben. Allerdings beschränkt sich der Ansatz auf die Betrachtung und Bewertung der Fertigungsprozesse. Die Übertragbarkeit auf weitere Bereiche wie Prozesse oder Dienstleistungen ist folglich fragwürdig. Zudem erscheint das Aufstellen der Bewertungsskala, die die Grundlage für die Bewertung bildet, als sehr zeitintensiv. In Tabelle 30 werden die wesentlichen Stärken und Schwächen zusammengefasst.

Stärken	Schwächen
Hinreichender Detaillierungsgrad	Fehlende Ganzheitlichkeit der Betrachtung
Klar strukturierte Vorgehensweise	
Hinreichende Anpassungsfähigkeit	

Tabelle 30: Stärken und Schwächen der Ähnlichkeits- und Abhängigkeitsmatrix¹⁸²

¹⁸² Eigene Darstellung

7.2.2. Systematisierung der genannten Methoden

Die Produktmodularisierungsmethoden werden in Tabelle 31 anhand der Kriterien „Betrachtungsfokus“, „verwendete Instrumente“, „Moduleigenschaften“ und „Einsatzbereiche“ miteinander verglichen und voneinander abgegrenzt.

	MFD	DSM	METUS-Methode	Ähnlichkeits- und Abhängigkeitsmatrix
Autor	Erixon	Pimmler/Eppinger	Göpfert	Lai/Gershenson
Modulare Gestaltung auf Basis...	Identifizierte Modularitätstreiber	Technischer Beziehungen	Produkt- und Organisationsstrukturen	Ähnlichkeiten und Abhängigkeiten der Fertigungsprozesse
Betrachtungsfokus	Produktstrategische Aspekte	Technische Aspekte	Organisationelle Aspekte	Technische Aspekte
Instrumente	MIM, QFD	DSM	Visualisierungs-Software	Ähnlichkeits- und Abhängigkeitsmatrix
Eigenschaften der entstanden Module	<ul style="list-style-type: none"> • Geprägt durch starke Modularitätstreiber • Keine technische Ähnlichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenige Schnittstellen • Technische Ähnlichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionsorientierte Module • Klare Zuteilung von Verantwortlichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Ähnlichkeit und Abhängigkeit in der Fertigung
Einsatzbereich	Optimierung der Produktarchitektur in strategischer Hinsicht	Optimierung der Produktarchitektur in technischer Hinsicht	Visualisierung der Produktarchitektur und Organisation	Optimierung der Fertigungsprozesse

Tabelle 31: Systematisierung der Methoden zur Produktmodularisierung¹⁸³

¹⁸³ Eigene Darstellung in Anlehnung an die Literatur der beschriebenen Methoden.

Tabelle 32 greift alle oben genannten Produktmodularisierungsansätze erneut auf und klassifiziert diese auf Basis des Betrachtungsfokus.

Betrachtungsfokus	Ansätze
Produktstrategische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • Erixon (1996/1998)
Technisch funktionale Beziehungen	<ul style="list-style-type: none"> • Pimmler/Eppinger (1994) • Kusiak/Huang (1997) • Stone (1997) • Schmidt (2002) • Lai/Gershenson (2007)
Technisch funktionale Beziehungen und produktstrategische Ansätze	<ul style="list-style-type: none"> • Lanner/Malmqvist (1996) • Koppenhagen (2004) • Blees/Jonas/Krause (2008)
Organisationale Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • Göpfert (1998)

Tabelle 32: Klassifizierung der Produktmodularisierungsansätze¹⁸⁴

¹⁸⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Koppenhagen 2004, S. 66

7.3. Modularisierung von Prozessen

Die kontinuierliche Verbesserung von Prozessen gehört zu den wichtigsten Aufgaben von Unternehmen. Mit einer Neugestaltung bzw. Weiterentwicklung der Prozesse können neben Kostensenkungen auch Steigerungen der Qualität und Reaktionsfähigkeit erzielt werden. Eine mögliche Form der Prozessstrukturierung stellt die Modularisierung von Prozessen dar. Neben strukturierten Prozessen kann zudem die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen durch zusätzliche Serviceangebote, die eine Differenzierung im Wettbewerb ermöglichen, gesteigert werden. Somit werden im Folgenden neben der Prozessmodularisierung in Unternehmen und Materialflusssystemen zudem die Modularisierungsmöglichkeiten von Dienstleistungen untersucht. Tabelle 33 fasst die wesentlichen Veröffentlichungen zu diesem Thema zusammen. Dabei wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Autor	Jahr	Titel der Veröffentlichung	Kerninhalt der Veröffentlichung
Burr, W.	2002	Service Engineering bei technischen Dienstleistungen	Modularisierung von Dienstleistungen
Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand, R.	2003	Die grenzenlose Unternehmung	Modularisierung von Unternehmen auf drei Ebenen
Günthner, W. A.; Heinecker, M.	2004	Modulare Materialflusssysteme	Modularisierung von Materialflusssystemen
Böhmman, T.; Krcmar, H.	2005	Modularisierung: Grundlagen und Anwendung bei IT-Dienstleistungen	Modularisierung von IT-Dienstleistungen
Corsten, H.; Gössinger, R.	2006	Modularisierung von Dienstleistungen	Modularisierung als Koordinationsproblem am Beispiel von Logistikdienstleistungen

Tabelle 33: Literaturübersicht zur Modularisierung von Prozessen¹⁸⁵

¹⁸⁵ Eigene Darstellung auf Grundlage der wiedergegebenen Literatur.

7.3.1. Methoden der Prozessmodularisierung

Aufgrund der hohen thematischen Relevanz der Prozessmodularisierungsansätze werden alle genannten Ansätze nach einer kurzen Beschreibung ausführlich dargestellt.

Picot/Reichwald/Wigand betrachten ausführlich die *Modularisierung von Unternehmungen* auf den drei Ebenen Makro-, Mikro- sowie Mesoebene. Neben Modularisierungskriterien auf der Makroebene, welche das gesamte Unternehmen betrachtet, werden Möglichkeiten zur Modularisierung der Geschäftsprozesse auf der Mesoebene und Formen der Arbeitsorganisation auf der Mikroebene untersucht.¹⁸⁶

Günthner beschäftigt sich intensiv mit der *funktionsorientierten Modularisierung* von Materialflusssystemen zur Sicherung ihrer Wandlungsfähigkeit, Automatisierung und Flexibilität. In diesem Ansatz werden der Aufbau solcher Materialflusssysteme und eine Vorgehensweise zur Modulbildung beschrieben.¹⁸⁷ **Burr** untersucht die Übertragbarkeit des Konzeptes der modularen Produktarchitekturen auf die Dienstleistungserstellung. Zudem werden eine Vorgehensweise zur Modularisierung von Dienstleistungen und eine *modulare Servicearchitektur* konzipiert.¹⁸⁸

Corsten/Gössinger sehen die Modularisierung als Lösungsansatz für Koordinationsprobleme und entwickeln eine Vorgehensweise zur *Modularisierung von Logistikdienstleistungen*.¹⁸⁹

Böhmman/Krcmar bauen auf dem Konzept der modularen Servicearchitektur von Burr auf und entwickeln eine Vorgehensweise zur *Modularisierung von IT-Dienstleistungen*.¹⁹⁰

¹⁸⁶ Vgl. Picot et al. 2003, S. 241

¹⁸⁷ Vgl. Günthner, Heinecker 2004

¹⁸⁸ Vgl. Burr 2002, S. 105

¹⁸⁹ Vgl. Corsten, Gössinger 2007, S. 168–272

¹⁹⁰ Vgl. Böhmman, Krcmar 2005, S. 66–70

7.3.1.1. Modularisierung von Unternehmungen

Picot/Reichwald/Wigand unterscheiden bei der Modularisierung von Unternehmungen zwischen Makro-, Mikro- und Mesoebene. Während die Konzepte der Makroebene das Gesamtunternehmen betrachten, umfasst die Mikroebene die Untersuchung der Arbeitsplatzgestaltung bzw. Arbeitsorganisation. Die Konzepte der Mesoebene befassen sich mit den Abteilungen bzw. Prozessen.¹⁹¹ Tabelle 34 fasst die Kriterien zur Modularisierung der einzelnen Ebenen zusammen.

Makroebene (Gesamtunternehmen)	Mikroebene (Arbeitsorganisation)	Mesoebene (Geschäftsprozess)
<ul style="list-style-type: none"> • Profit-Center-Strukturen mit zentralen und dezentralen Modulen • Geschäftsbereiche und Produkte • Kernkompetenzen • Regionen und lokale Einzelmärkte 	<ul style="list-style-type: none"> • Institutionalisierung von Geschäftsprozessen • Segmentierungs- und Inselkonzepte 	<ul style="list-style-type: none"> • Autarkiemodell (voll integrierte Einzelarbeitsplätze) • Kooperationsmodell (teilautonome Gruppen)

Tabelle 34: Ebenen der Unternehmensmodularisierung nach Picot/Reichwald/Wigand¹⁹²

Die Modularisierung auf Ebene des Gesamtunternehmens orientiert sich an wettbewerbsrelevanten Unternehmenszielen wie Marktnähe oder Technologieführerschaft.¹⁹³ In der Praxis werden in vielen Unternehmen *Profit-Center* zur modularen Strukturierung der Unternehmensorganisation eingesetzt. Dabei muss ein geeigneter Grad an Zentralisierung und Dezentralisierung ermittelt werden. Eine zu hohe Zentralisierung führt zu einem hohen Koordinations- und Abstimmungsaufwand.

Eine dezentrale Organisationsform benötigt hingegen eine zentrale Gestaltung der Rahmenbedingungen bzw. Querschnittsfunktionen wie Personalwesen, Rechnungslegung, Controlling, Finanzen und Strategiefindung. Die Modularisierung nach *Geschäftsbereichen und Produkten* fördert die Bildung von autonomen Modulen, in denen einzelne Geschäftsfelder oder die gesamten Aktivitäten zur Erstellung und Vermarktung einzelner Produkte abgewickelt werden. Das Konzept der *Kernkompetenzen* betont sowohl die Relevanz angewandter Schlüsseltechnologien, als auch die Beherrschung wesentlicher Wertschöpfungsprozesse. Der hohen Marktnähe durch die Bildung *regionsspezifischer Module* steht der erhöhte Koordinationsaufwand zwischen den Marktaktivitäten gegenüber. Die Implementierung eines übergeordneten, funktionsübergreifenden Moduls kann an dieser Stelle hilfreich sein. Die Modulbildung auf der Makroebene sollte auf der Grundlage von Strukturähnlichkeiten erfolgen. Ziel ist die Gestaltung

¹⁹¹ Vgl. Böhmann 2004, S. 241

¹⁹² Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S. 241 ff.

¹⁹³ Vgl. hier und im Folgenden ebenda, S.241 ff.

einer stabilen Unternehmensstruktur, deren Modulgrenzen und Schnittstellen bei Produkt- oder Prozessveränderungen unverändert bleiben.¹⁹⁴

Auf Ebene der Geschäftsprozesse orientiert sich die Modulbildung auf das Zusammenfassen zusammengehöriger Aufgabenketten.¹⁹⁵ Die Institutionalisierung von Geschäftsprozessen konzentriert sich zunehmend auf eine funktions- und bereichsübergreifende Prozessorientierung, welche bisherige funktionsorientierte Organisationsstrukturen ablöst. Die Konzepte zur *Segmentierung und Inselbildung* konzentrieren sich auf die Fertigung. Als Beispiel kann das Konzept der Fertigungssegmentierung von Wildemann – die modulare Fabrik – betrachtet werden (vgl. hierzu Abschnitt 7.1.1.1). Während die Makroebene auf Stabilität abzielt, werden auf der Ebene der Geschäftsprozesse die Ziele Dynamik und Flexibilität zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit verfolgt.¹⁹⁶

Auf Ebene der Arbeitsorganisation stehen der Mensch und dessen Unterstützung durch Informations- und Kommunikationssysteme im Fokus.¹⁹⁷ Das Autarkiemodell in Form von voll integrierten Einzelarbeitsplätzen stellt die kleinste Form modularer Einheiten dar. Hier steht die autonome Bearbeitung sämtlicher Aufgaben im Vordergrund. Dies wird überwiegend in Dienstleistungsunternehmen verwirklicht und hat den Vorteil, dass ein sehr enger Kontakt zum Kunden aufgebaut werden kann und Verantwortlichkeiten direkt zugewiesen werden. Mit dem Autarkiemodell können vorwiegend standardisierte Aufgaben bearbeitet werden. Innovative Aufgaben sollten hingegen in einem Team bearbeitet werden. Die Umsetzung des Kooperationsmodells erfolgt häufig in Form von autonomen Gruppen, bei denen der Faktor Mensch und seine Selbstentfaltung im Mittelpunkt stehen. Die Schwierigkeit liegt in der Verkettung von Modulen unterschiedlicher Unternehmensebenen. Einen Lösungsansatz bietet das Konzept der überlappenden Gruppen nach Likert, in dem die Arbeitsgruppen hierarchisch aufgestellt sind und ein Mitarbeiter der untergeordneten Gruppe jeweils in einer übergeordneten Gruppe als Bindeglied fungiert. Dies steigert die Akzeptanz der gemeinsam vereinbarten Ziele.¹⁹⁸

Die Modularisierung auf diesen drei Ebenen geht mit einer hohen Marktorientierung, einer Reduktion von Schnittstellen, kurzen Kommunikationswegen und flachen Hierarchien einher.¹⁹⁹ Dies führt zu einer operativen Flexibilität, einer hohen strukturellen Anpassungsfähigkeit und einer hohen Innovationsfähigkeit. Auf der Unternehmensebene werden Module für ganze Geschäftsbereiche oder regionale Märkte, für Kernkompetenzen oder die strategische Planung und Koordination des

¹⁹⁴ Vgl. Aier, Schönherr 2004, S. 30

¹⁹⁵ Vgl. Picot et al. 2003, S. 241–245

¹⁹⁶ Vgl. Aier, Schönherr 2004, S. 30

¹⁹⁷ Vgl. Picot et al. 2003, S. 241

¹⁹⁸ Vgl. Likert 1961, S. 104

¹⁹⁹ Vgl. Picot et al. 2003, S. 202

Gesamtunternehmens gebildet. Auf der Ebene der Geschäftsprozesse erfolgt eine präzise Prozessabgrenzung, aus der Module für ein Fertigungssegment oder ein komplettes Unternehmenssegment gebildet werden. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Moduleigenschaften dieses Ansatzes denen der fraktalen Fabrik von Warnecke (vgl. Abschnitt 7.1.1.2) stark ähneln. So entstehen selbstähnliche, kompakte Strukturen auf allen Ebenen mit teamorientierten Arbeitsformen, in denen der Mitarbeiter im Fokus steht. Dieser Ansatz beschreibt mögliche Faktoren, mit denen Unternehmen modularisiert werden können. Es stellt somit eine gute Methode zur Strukturierung von Unternehmen dar. Allerdings wird keine konkrete Vorgehensweise zur Modularisierung vorgestellt und der Detaillierungsgrad des Ansatzes ist unzureichend. In Tabelle 35 werden die Stärken und Schwächen kurz wiedergegeben.

Stärken	Schwächen
Hohe Verständlichkeit	Unzureichender Detaillierungsgrad
Ganzheitliche Betrachtung	
Hohe Anpassungsfähigkeit	

Tabelle 35: Stärken und Schwächen der Modularisierung von Unternehmen²⁰⁰

²⁰⁰ Eigene Darstellung

7.3.1.2. Modularisierung von Materialflusssystemen

Damit Flexibilität und eine kostengünstige Produktion innerhalb der Fabrik-, Prozess und Logistikplanung gewährleistet werden können, sind nach Günthner et al. drei Leitmotive zu erfüllen: Erweiterungsfähigkeit, Integrationsfähigkeit und Lernfähigkeit.²⁰¹ Die Erweiterungsfähigkeit bezieht sich auf zu planende Aufgaben und benötigte Hilfsmittel. Die Anpassungsfähigkeit an neue Anforderungen wird mit der Integrationsfähigkeit sichergestellt, die es ermöglicht, bestehende Systeme um neue Methoden und Hilfsmittel zu erweitern. Die Lernfähigkeit befähigt das System, neue Anforderungen zu erkennen und entsprechende Lösungsmaßnahmen einzuleiten. Damit diese Gestaltungsprinzipien erfüllt werden können, sind bei der Systemgestaltung neue Ansätze der Modularisierung und Automatisierung notwendig.²⁰² Günthner beschäftigt sich intensiv mit der Betrachtung der Wandlungsfähigkeit, Automatisierung und Flexibilität von Materialflusssystemen. Einen Lösungsansatz in der Gestaltung wandelbarer, automatisierter Materialflusssysteme sieht Günthner in der funktionsorientierten Modularisierung. Bei diesem Ansatz setzt sich das Materialflusssystem aus mechatronischen, dezentral gesteuerten Modulen zusammen.²⁰³ Module sind eigenständige Funktionseinheiten, die über klar definierte Schnittstellen zu einem Gesamtsystem zusammengefasst werden können. Modulgrenzen sind nach dem Konzept der verteilten Automatisierung gestaltet (d.h. jedes Modul ist autonom). Für die Kommunikation zwischen den Modulen empfiehlt Günthner die Datensprache XML.²⁰⁴ Auf Basis von XML können die Module durch eine hierarchielose Kommunikationsschicht, die alle Module miteinander verbindet, auf dezentral gespeicherte Daten zugreifen.²⁰⁵ Zur Bearbeitung modularer Strukturen befürwortet Günthner zudem die Implementierung digitaler Hilfsmittel, die eine zentrale, digitale Hinterlegung der Informationen ermöglichen.²⁰⁶ Mit Hilfe von standardisierten Modulgrenzen können die Module unabhängig voneinander getestet, ausgetauscht und in Betrieb genommen werden. Dies ermöglicht parallele Inbetriebnahmen und Vorabtests beim Hersteller (OEM), welche die Verfügbarkeit des Gesamtsystems erhöhen, da die Module eigenständig agieren und Steuerungsfehler eindeutig auf die jeweiligen Module zurückgeführt werden können.²⁰⁷ Durch diese Vorteile können die oben genannten Leitmotive Erweiterungsfähigkeit und Integrationsfähigkeit erfüllt werden. Die Arbeitspakete zur Erarbeitung eines modular aufgebauten, automatisierten Materialflusssystem, um flexible, wandlungsfähige Fabrikstrukturen zu gewährleisten, setzen sich auch den folgenden Schritten zusammen (vgl. Tabelle 36).

²⁰¹ Vgl. Günthner et al. 2006, S. 64

²⁰² Vgl. ebenda, s.81.

²⁰³ Vgl. hier und im Folgenden ebenda, S.82.

²⁰⁴ XML ist eine Metasprache, die das Übermitteln von Datenbezeichnungen und des Datenformats ermöglicht.

²⁰⁵ Vgl. Günthner, Wilke 2005, S. 2

²⁰⁶ Vgl. Günthner et al. 2006, S. 65

²⁰⁷ Vgl. Nyhuis 2008, S. 384

Vorgehen zur Modularisierung von Materialflusssystemen	
1.	Ausarbeitung von Referenzszenarien
2.	Anforderung an modulare Materialflusssysteme
3.	Moduldefinition
4.	Gestaltung des innermodularen Materialflusses
5.	Gestaltung der Modulschnittstellen
6.	Gestaltung des intermodularen Materialflusses
7.	Systematische Bewertung modularer Materialflusssysteme

Tabelle 36: Vorgehen zur Modularisierung von Materialflusssystemen nach Günthner²⁰⁸

Für eine ausführliche Beschreibung der Arbeitspakete sei auf Günthner/Heinecker (2004) verwiesen. Aufbauend auf einer solchen funktionsorientierten Betrachtungsweise wurde die in Abbildung 19 dargestellte Vorgehensweise zur funktionsorientierten Modularisierung von Materialflusssystemen erarbeitet. In Abhängigkeit von den benötigten Funktionen der Prozesse werden geeignete Subsysteme gebildet. Module können beispielsweise Fahrzeuge sein, welche aus einzelnen Elementen wie Antrieben oder Fahrwerken bestehen. Diese Module lassen sich zu Subsystemen wie z.B. dem Elektrohängebahnsystem zusammenfassen. Die Hierarchiestufen sind dabei variabel, solange die oben genannten Anforderungen erfüllt bleiben.²⁰⁹

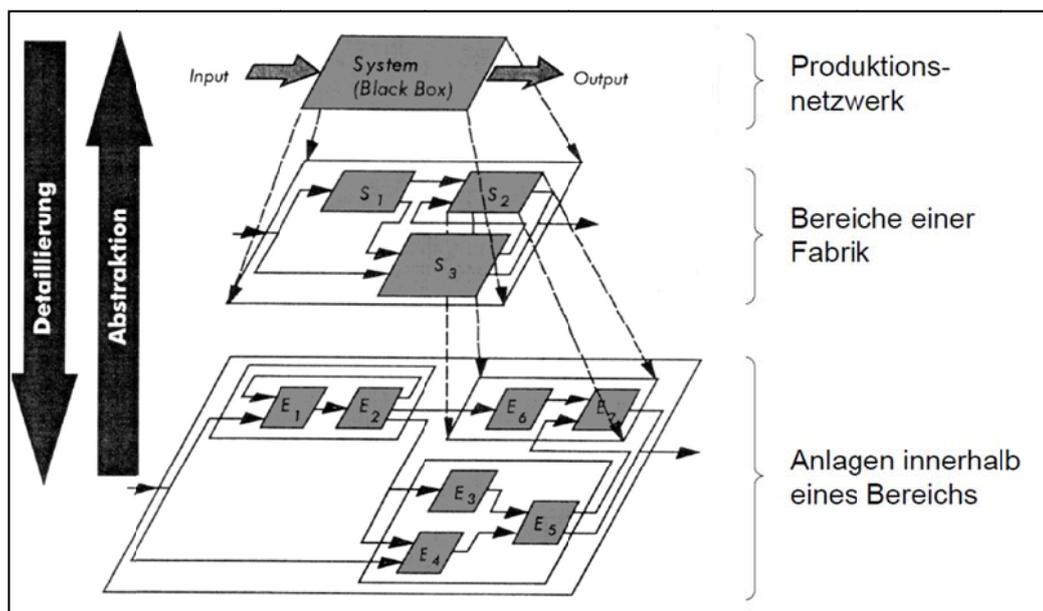


Abbildung 19: Funktionsorientierte Modularisierung eines Materialflusssystems²¹⁰

²⁰⁸ Vgl. Günthner et al. 2006, S. 3–8

²⁰⁹ Vgl. Günthner et al. 2006, S. 88

²¹⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda (2006), S.93.

Die funktionsorientierte Modularisierung bietet eine konkrete Vorgehensweise zur Modularisierung von Materialflusssystemen. Zudem wird dieser Ansatz sehr ausführlich und u.a. anhand des Beispiels der Elektrohängebahn beschrieben. Dies ermöglicht eine hinreichende Anpassungsfähigkeit an weitere Umwelten. In Tabelle 37 werden die Stärken und Schwächen aufgelistet.

Stärken	Schwächen
Hoher Detaillierungsgrad	Kein Instrument zur Modulbildung gegeben
Gut strukturierte Vorgehensweise	
Hinreichend ganzheitliche Betrachtung	
Hinreichende Anpassungsfähigkeit	

Tabelle 37: Stärken und Schwächen der Modularisierung von Unternehmungen²¹¹

²¹¹ Eigene Darstellung

7.3.1.3. Modularisierung von Dienstleistungen

Nachdem die Begriffe Dienstleistung, Logistikdienstleistung und IT-Dienstleistung im Abschnitt 6.3.1 bereits definiert und daraus wesentliche Eigenschaften für Dienstleistungen abgeleitet wurden, wird in diesem Abschnitt eine Art der Dienstleistungsklassifizierung vorgestellt, um zum einen die verschiedenen Dienstleistungsformen vorzustellen und zum anderen zu sehen, welche Dienstleistungen zum Outsourcing geeignet sein könnten. Anschließend werden die Methoden zur Modularisierung von Servicearchitekturen, Logistikdienstleistungen und IT-Dienstleistungen beschrieben.

Abbildung 20 zeigt eine mögliche Klassifizierung von Dienstleistungen nach den Kriterien „Nähe zum Kerngeschäft“ und „Wissensintensität“. Dabei unterteilen Zahn/ Hertweck/Soehnle die Dienstleistungen in die folgenden drei Grade (vgl. Tabelle 38).

Dienstleistungskategorien nach Zahn/Hertweck/Soehnle	
Dienstleistung 1. Grades	sind Bestandteil des industriellen Wertschöpfungsprozesses.
Dienstleistung 2. Grades	unterstützen die Dienstleistung 1.Grades.
Dienstleistung 3. Grades	dienen der Infrastruktur des Unternehmens.

Tabelle 38: Dienstleistungskategorien nach Zahn/Barth/Hertweck

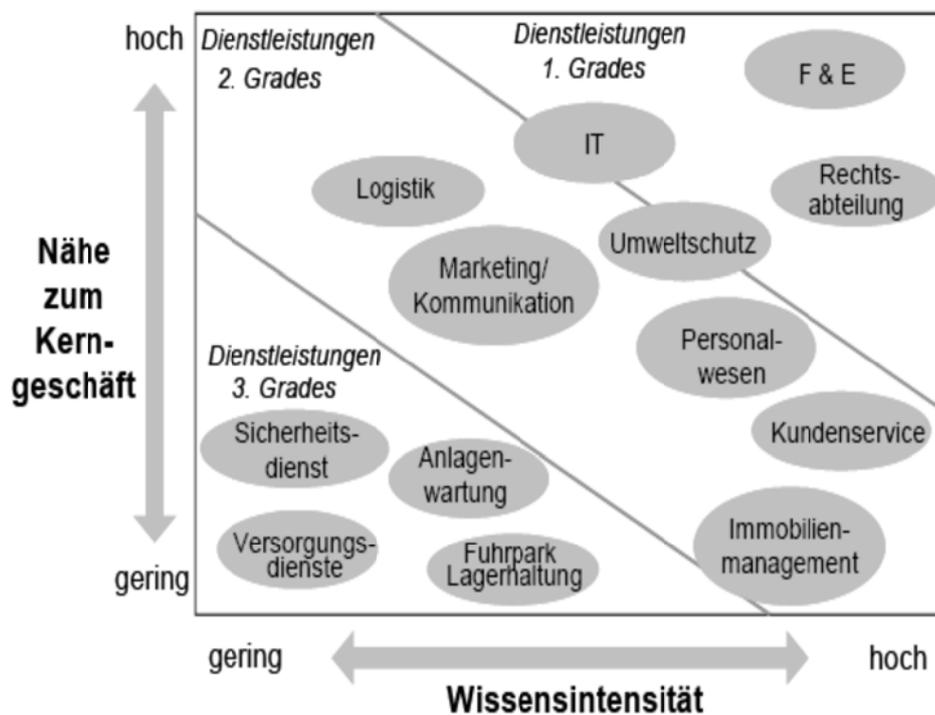


Abbildung 20: Klassifizierung von Dienstleistungen²¹²

²¹² Vgl. Eigene Darstellung in Anlehnung an Zahn, E. (1998), S.113.

Diese Unterteilung gibt einen Hinweis darauf, welche Dienstleistungen evtl. als Konsequenz der Modularisierung fremdvergeben werden können. Ausgelagerte Dienstleistungen sollten solche mit geringer Wissensintensität und geringer Nähe zum Kundengeschäft – wie in der Logistik die Beschaffung oder Distribution – sein. Demgegenüber sollten Dienstleistungen 1. Grades aufgrund der hohen Wissensintensität und Nähe zum Kerngeschäft möglichst im Unternehmen bleiben, um das Know-How und damit verbunden die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

Modulare Servicearchitekturen

Neben Sachgütern werden zunehmend auch Dienstleistungen modular konzipiert. Allerdings wird das Modularisierungspotential von Dienstleistungen in der Literatur vergleichsweise nur von wenigen Autoren betrachtet, obwohl das Modularisierungspotential von Dienstleistungen i.d.R. höher als bei Sachgütern ist. Dies liegt darin begründet, dass bei Sachgütern klar zwischen der Produktfunktion, der Produktkomponente und dem Verantwortlichen getrennt werden kann, während die Zuordnung dieser Bestandteile bei Dienstleistungen oft zusammenhängend durchgeführt werden muss.²¹³ Eine Übertragung des Konzeptes der modularen Produktarchitektur auf die Dienstleistungserstellung wurde von Burr vorgenommen, der zudem eine Vorgehensweise zur Modularisierung von Dienstleistungen konzipiert hat.

Die Dekomposition der Dienstleistung in Dienstleistungsmodule unterteilt Burr in die vier Schritte (Vgl. Tabelle 39).

Vorgehen zur Bildung von Dienstleistungsmodulen
1. Zerlegung der Gesamtfunktionalität in Teilfunktionalitäten
2. Zerlegung der Gesamtdienstleistung in Teildienstleistungen
3. Zuordnung der Teilfunktionalitäten und Teildienstleistungen zu organisatorischen Einheiten
4. Definition standardisierter Schnittstellen

Tabelle 39: Vorgehen zur Bildung von Dienstleistungsmodulen nach Burr²¹⁴

Die Teildienstleistungsfunktion umschreibt das Ziel der Teildienstleistung. Die Teildienstleistung beschreibt den Dienstleistungsinhalt und die Dienstleistungsprozesse. Modulteams – sogenannte organisatorische Einheiten – sind Teams von Mitarbeitern, die für die Teildienstleistung verantwortlich sind. Das Dienstleistungsmodul ist folglich eine Einheit aus definierten Teilfunktionen, abgegrenzten Teildienstleistungen und eindeutig zugeordneten organisatorischen Einheiten. Mehrere durch

²¹³ Vgl. Burr 2002, S. 112

²¹⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S.115

standardisierte Schnittstellen miteinander verbundene Dienstleistungsmodulare bilden eine modulare Servicearchitektur. Zur Veranschaulichung dient Abbildung 21.

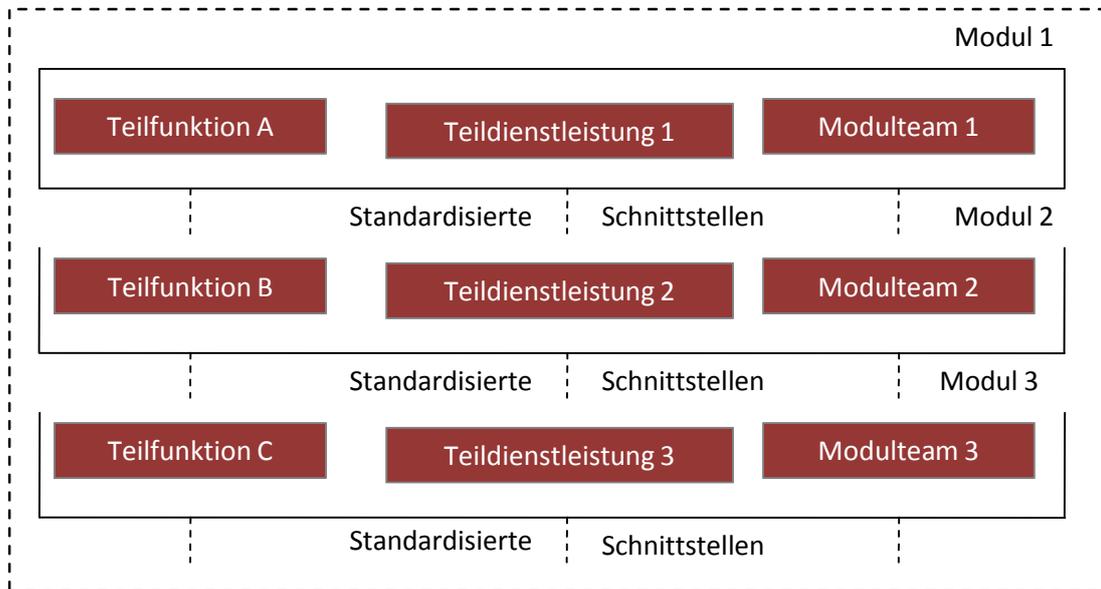


Abbildung 21: Modulare Servicearchitektur nach Burr²¹⁵

Der folgende Abschnitt beschreibt das von Burr konzipierte Vorgehen zur Modularisierung von Dienstleistungen.²¹⁶ Zur Bestimmung der Gesamt- und Teilfunktionen der Dienstleistungen werden zunächst die Kundenanforderungen in einem Anforderungskatalog zusammengefasst. In dem darauffolgenden Schritt erfolgen die Dekomposition der Gesamtfunktionalität in Teilfunktionen und die Strukturierung dieser Teilfunktionen. Die Bestimmung der Funktionalitäten kann mittels der Funktionsanalyse – auch Wertanalyse genannt – erfolgen.²¹⁷ Die Bildung von Teildienstleistungen kann mittels der Aufgabenanalyse bewältigt werden.²¹⁸ Bei der Dekomposition von Dienstleistungen kann beispielsweise nach produktionsorientierten Aspekten oder nach kundenorientierten Aspekten modularisiert werden. Bei einer Modularisierung nach produktionsorientierten Aspekten wird u.a. betrachtet, ob die Teildienstleistung eigenständig produzierbar ist oder welche Produktionstechnologien für ihre Erstellung notwendig sind. Bei der Modularisierung nach kundenorientierten Aspekten wird u.a. die Wiederverwendbarkeit der Teildienstleistung überprüft. Hinsichtlich der Zuordnung der Teilfunktionalitäten und Teildienstleistungen zu Aufgabenträgern, sogenannten organisatorischen Einheiten, gibt es zwei Alternativen. Zum einen besteht die Möglichkeit einer integralen Organisation, in der die Teildienstleistung auf mehrere organisatorische Einheiten übertragen wird. Zum anderen kann die Zuordnung in Form einer modularen Organisation, in der die Teildienstleistung lediglich einer organisatorischen Einheit zugeordnet wird, erfolgen. Idealtypisch werden die Teilfunktionalitäten und

²¹⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S.115.

²¹⁶ Ebenda, S.116 f.

²¹⁷ Vgl. Burr 2002, S. 116–122

²¹⁸ Vgl. Burr 2002, S. 116–122

Teildienstleistungen einer organisatorischen Einheit zugeordnet, die für die Teildienstleistung verantwortlich ist, marktorientiert arbeitet, Kosten- und Eigenverantwortung trägt, alle benötigten indirekten Funktionen integriert, Geschäftsprozesse selbstständig organisiert und über eigene Ressourcen verfügt oder auf einen gemeinsamen Ressourcenpool zugreifen kann. Eine schematische Darstellung der Vorgehensweise kann dem Anhang entnommen werden. Zur Standardisierung der Schnittstellen sind eine Modularisierung der Hardware- und Software-Infrastruktur und die Standardisierung derer Schnittstellen notwendig. Darüber hinaus müssen Zuständigkeiten definiert und in Form von organisatorischen Einheiten voneinander abgegrenzt werden sowie eine Spezifikation der In- und Outputs erfolgen. Bei der Gestaltung der Schnittstellen modularer Servicearchitekturen ist neben der Standardisierung ein ausreichender Spielraum zu implementieren, der Änderungen an den Modulen ohne resultierende Auswirkungen auf das Gesamtsystem zulässt. Zur Modularisierung von Dienstleistungen empfiehlt Burr die Design Structure Matrix (DSM) von Pimmler/Eppinger, um Interdependenzen zwischen den Teilaufgaben zu identifizieren und so die Teildienstleistungen voneinander abzugrenzen und Schnittstellen eindeutig zu definieren.²¹⁹ Eine Abbildung dieser vereinfachten DSM kann dem Anhang entnommen werden.

Mit dem Konzept der modularen Servicearchitektur ist Burr die Übertragung der modularen Produktarchitektur auf die Gestaltung modularer Dienstleistungen gelungen. Die von ihm konzipierte Vorgehensweise zur Modularisierung von Dienstleistungen ist gut strukturiert und allgemeingültig gehalten, was die Übertragung auf weitere Dienstleistungsarten ermöglicht. In Tabelle 40 werden die Stärken und Schwächen von diesem Ansatz genannt.

Stärken	Schwächen
Hinreichender Detaillierungsgrad	Unzureichendes Instrumentarium zur Modulbildung
Gut strukturierte Vorgehensweise	
Hinreichend ganzheitliche Betrachtung	
Hohe Anpassungsfähigkeit	

Tabelle 40: Stärken und Schwächen der Modularisierung von Dienstleistungen²²⁰

²¹⁹ Vgl. ebenda, S.128 f.

²²⁰ Eigene Darstellung

Modularisierung von Logistikdienstleistungen

IT-Dienstleistungen identifiziert werden.²²¹ Corsten/Gössinger untersuchten 2007 die Modularisierung von Dienstleistungen am Beispiel logistischer Dienstleistungen. Die Modularisierung wurde dabei als ein Lösungsansatz für das Koordinationsproblem zwischen Prozessen angesehen, deren Koordinationsbedarf aus den Prozessabhängigkeiten resultiert.²²² Es wird zwischen sachbezogenen und verhaltensbedingten Abhängigkeiten unterschieden. *Sachbezogene Abhängigkeiten* zwischen den Prozessen resultieren aus der Nutzung gleicher Ressourcen, aus einem gemeinsamen Beitrag zur Leistungserstellung und der gegenseitigen Beeinflussung bei der Erfolgserzielung. *Verhaltensbedingte Abhängigkeiten* ergeben sich aus den Interaktionen von mehreren Akteuren innerhalb der Prozesse und den damit verbundenen Informationsasymmetrien. Die Ausführung von Prozessen durch mehrere Akteure verlangt nach gegenseitiger Rücksichtnahme und Abstimmungen zwischen den Akteuren. Die beschriebenen Abhängigkeiten beeinflussen die Prozesse in unterschiedlicher Weise und Stärke. Folglich gilt es, für den Modularisierungsprozess die unterschiedlichen Relevanzen zu messen und zu berücksichtigen. Die Relevanz der sachbezogenen Abhängigkeiten ergibt sich aus den entstehenden Opportunitätskosten bei einer fehlenden Berücksichtigung der Interdependenzen zwischen den Prozessen, die sich arbeitsteilig an der Aufgabenerfüllung beteiligen. Da diese Kosten nur schwer zu operationalisieren sind, empfiehlt sich eine Bewertung anhand der Indikatoren Ressourcennutzung, Leistungsbeitrag und Erfolgsbeitrag. Dabei können beispielsweise die Veränderungen der Kapazitätsauslastung sowie die Veränderung der Qualitätswahrnehmung und der Zahlungsbereitschaft der Nachfrager untersucht werden. Die Relevanz der verhaltensbedingten Abhängigkeiten kann durch die Stärke der Informationsasymmetrie und des Zielkonflikts gemessen werden. Nach der Bestimmung der Relevanzwerte der sachbezogenen und verhaltensbedingten Abhängigkeiten zwischen zwei Prozessen werden die Werte in eine Sachabhängigkeitsmatrix und eine Verhaltensabhängigkeitsmatrix überführt. Je höher die Werte, desto höher ist die Abhängigkeitsrelevanz zwischen den Prozessen. Im Anschluss an die Erstellung der zwei Matrizen müssen diese durch eine Multiplikation der jeweiligen Zellen zu einer einzigen Matrix – der Prozessabhängigkeitsmatrix (PAM) – zusammengefügt werden. Diese Matrix spiegelt die Stärke der Abhängigkeiten des Prozesses in der Zeile von dem in der Spalte wider und berücksichtigt dadurch, dass die Prozesse in unterschiedlichen Abhängigkeiten zueinander stehen können. Nach den Matrizenumformungsprozeduren Partitionierung, Dekomposition und Zusammenführung können aus der Prozessabhängigkeitsmatrix weitere Informationen zu den Koordinationswirkungen der Modularisierung entnommen werden. Durch das Partitionieren werden Prozessblöcke mit besonders hohen Interdependenzen zwischen den Prozessen gebildet. Dies sichert die Unabhängigkeit und

²²¹ Vgl. Burr 2004, S. 448

²²² Vgl. hier und im Folgenden Corsten, Gössinger 2007, S. 168

Abgeschlossenheit der Module. Durch die Dekomposition werden große Prozessblöcke in kleinere Prozessblöcke aufgegliedert. Dies fördert die Transparenz der Module, bedingt jedoch zugleich durch die Interdependenzen zwischen den kleinen Prozessblöcken ihre Koordination. Entstehen durch die Partitionierung zu kleine Prozessblöcke, ist eine Zusammenführung dieser zur Reduktion der Koordinationskosten empfehlenswert.²²³ Die umgeformte Prozessabhängigkeitsmatrix stellt eine wesentliche Grundlage für den Modularisierungsprozess dar, da aus ihr Informationen hinsichtlich der Abhängigkeiten zwischen Prozessen entnommen werden können, die Rückschlüsse auf den Koordinationsbedarf zulassen und somit für den Modularisierungsprozess entscheidend sind. Neben der Aufstellung von Abhängigkeitsmatrizen ist eine Visualisierung der Reihenfolge der Prozesse hilfreich. Eine mögliche Visualisierungsform der Prozesszusammenhänge – das GERT-Diagramm – kann Corsten/Gössinger (2007) entnommen werden.²²⁴ Neben den Wechselwirkungen, die dieser Netzplan bereits visualisiert, sind weitere Wechselwirkungen zwischen den Teilprozessen zu identifizieren und zu beschreiben, damit diese in der Prozessabhängigkeitsmatrix berücksichtigt werden können. Ein weiteres Instrument zur Visualisierung der Abhängigkeiten ist das Systemgrid- Diagramm, in dem der Grad abgetragen wird, inwieweit eine Teildienstleistung eine andere beeinflusst bzw. von dieser beeinflusst wird. Hierzu werden in der Prozessabhängigkeitsmatrix die Zeilen- und Spaltensummen gebildet und unter Berücksichtigung der Reihenfolge der Teilprozesse in das System-grid-Diagramm übertragen. Aus dieser Darstellung können die Relevanz der Abhängigkeiten und damit ihre benötigte Koordination entnommen werden. Die Vorgehensweise zur Modularisierung von Logistikdienstleistungen wird in Tabelle 41 zusammenfassend dargestellt.

Vorgehen zur Modularisierung von Logistikdienstleistungen
1. Visualisierung der Prozesszusammenhänge
2. Erstellung der Sachabhängigkeits- und Verhaltensabhängigkeitsmatrix
3. Zusammenführung der Sachabhängigkeits- und Verhaltensabhängigkeitsmatrix in die Prozessabhängigkeitsmatrix
4. Transformation der Prozessabhängigkeitsmatrix
5. Visualisierung der Abhängigkeitsrelevanzen im System-grid-Diagramm
6. Bildung der Module unter Berücksichtigung der Interdependenzen in Reihenfolge der Relevanzen

Tabelle 41: Vorgehen zur Modularisierung von LDL nach Corsten/Gössinger

²²³ Eine ausführliche Erläuterung zu den Matritzenumformungsmethoden kann Steward 1981, S. 40–45 entnommen werden.

²²⁴ Vgl. Corsten, Gössinger 2007, S. 173

Abbildung 22 gibt die Vorgehensweise nach Corsten/Gössinger schematisch am Beispiel der logistischen Dienstleistungen einer Umzugsspedition wieder.

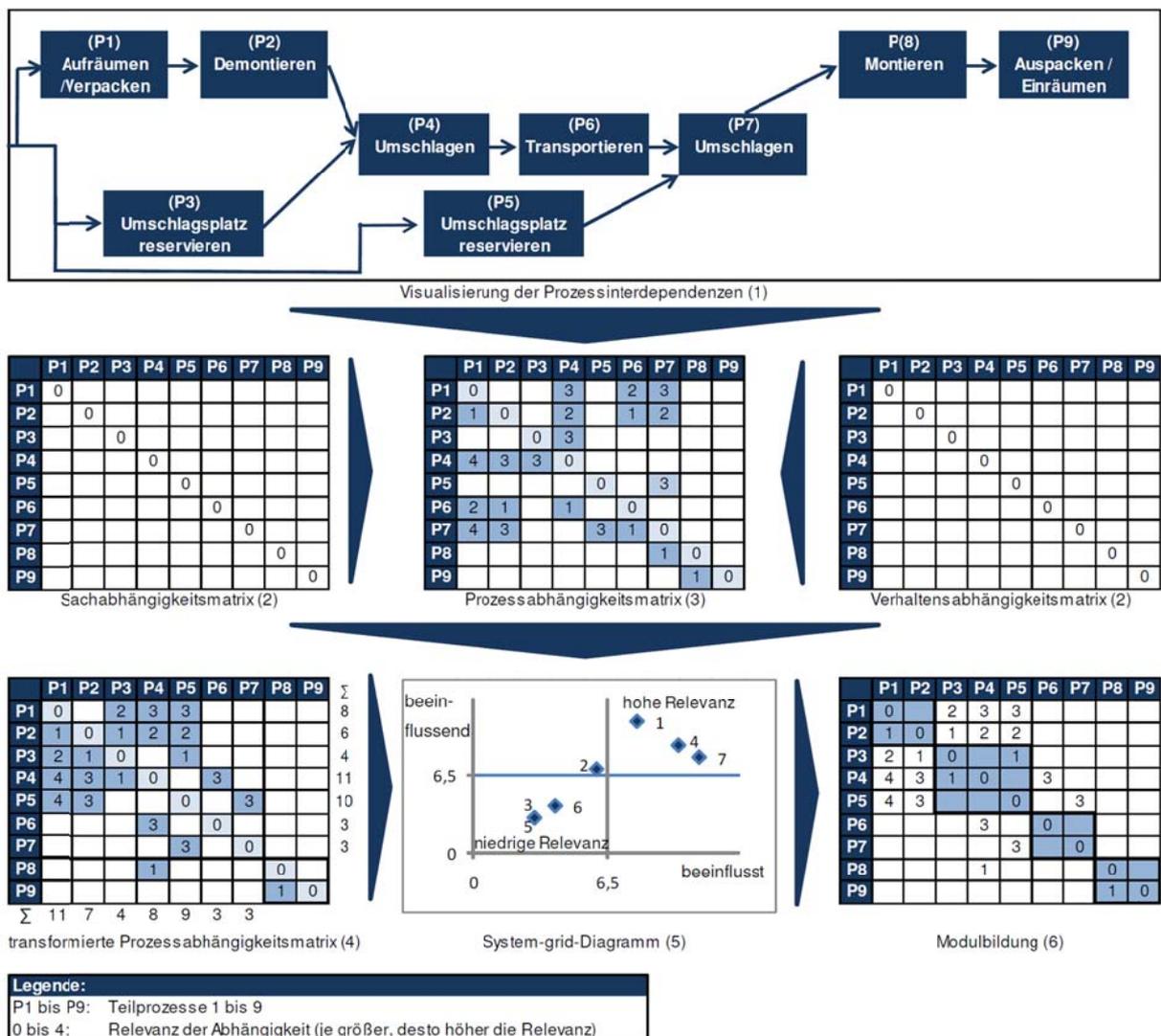


Abbildung 22: Vorgehensweise zur Modularisierung von LDL nach Corsten/Gössinger ²²⁵

Nachdem die Instrumente zur Modularisierung logistischer Dienstleistungen aufgeführt und beschrieben wurden, werden im Folgenden mögliche Arten von Teildienstleistungen vorgestellt. Bei der Unterscheidung der Teildienstleistungen werden die zwei Kriterien „Ausführungshäufigkeit“ und „Pfadabhängigkeit“ herangezogen. Demzufolge wird zum einen untersucht, wie häufig die Teildienstleistungen nachgefragt werden, und zum anderen, wie spezifisch diese in ihrer Ausführung sind. Es lassen sich die folgenden Teildienstleistungen identifizieren (vgl. Tabelle 42).

²²⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S. 173 ff.

Arten von Teildienstleistungen	
Basismodule	Diese Module sind die Kernleistungen eines Unternehmens, welche durch eine hohe Nachfragehäufigkeit und eine geringe Spezifität gekennzeichnet sind. Sie bilden folglich die Grundlage für die „Dienstleistungsplattform“.
Exoten	Diese Module weisen hingegen nur eine geringe Nachfragehäufigkeit und eine hohe Spezifität auf. Falls diese Leistungen nicht zur Differenzierungsstrategie gehören, ist zu überlegen, ob diese aus dem Produktportfolio entfernt werden sollten.
Ergänzungsmodule	Diese Module werden in flexible und starre Module unterschieden. Während <i>flexible Ergänzungsmodule</i> selten nachgefragt werden und eine geringe Spezifität aufweisen, werden die <i>starrten Ergänzungsmodule</i> häufig nachgefragt und weisen eine hohe Spezifität auf.

Tabelle 42: Teildienstleistungsarten nach Corsten/Gössinger²²⁶

Nachdem die Basis- und Ergänzungsmodule identifiziert worden sind, können diesen Akteure zugewiesen werden, die die Verantwortlichkeit über die Module tragen. Daraus resultiert die Notwendigkeit einer Koordination der Schnittstellen zwischen den einzelnen Modulen.

Diese Methode weist eine hohe thematische Relevanz auf, da der zugrunde liegende Ansatz speziell am Beispiel der Logistikdienstleistungen entwickelt wurde. Es wird eine konkrete Vorgehensweise zur Modularisierung von Logistikdienstleistungen dargelegt, die jedoch relativ komplex erscheint. Fraglich bleibt, inwiefern die benötigten Informationen im Unternehmen zur Verfügung stehen, und inwiefern diese Methode auf verschiedene Unternehmen mit verschiedenen Rahmenbedingungen übertragbar ist. In Tabelle 43 werden die Stärken und Schwächen zusammengefasst.

Stärken	Schwächen
Hinreichender Detaillierungsgrad	Schwierige Datenerhebung
Hinreichend gut strukturierte Vorgehensweise	
Hinreichend ganzheitliche Betrachtung	
Hinreichende Anpassungsfähigkeit	

Tabelle 43: Stärken und Schwächen der Modularisierung von Logistikdienstleistungen²²⁷

²²⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S. 181.

²²⁷ Eigene Darstellung

Modularisierung von IT-Dienstleistungen

Böhmman und Krcmar untersuchen unter Berücksichtigung der Ergebnisse von Burr, wie die bei Sachgütern angewandte modulare Produktarchitektur auf IT-Dienstleistungen übertragen werden kann. In ihrem Modell zur Modularisierung von IT-Dienstleistungen wurden sowohl die Treiber der Variantenvielfalt von IT-Dienstleistungen erfasst, als auch die Abhängigkeiten zwischen den Komponenten berücksichtigt und dokumentiert.²²⁸

Eine modulare IT-Servicearchitektur besteht aus den vier verschiedenen Modultypen Systemleistungsmodule, Prozessleistungsmodule, Sondermodule oder Integrationsmodule, die die Basis für die Modulbildung bilden.²²⁹ *Systemleistungsmodule* sind idealerweise standardisierte, wiederkehrende Bausteine, durch deren Kombination die Anforderungen der Nachfrager erfüllt werden können. Diese Bausteine sind Elemente von IT-Systemen, die Entwicklungs-, Management- und Supporttätigkeiten ausführen. *Prozessleistungsmodule* sind Bausteine für nachfragespezifisch angepasste Leistungsangebote, die zur Ergänzung der Systemleistung dienen. *Sondermodule* dienen zur Reduktion der Abhängigkeiten zwischen den Systemelementen, indem durch Sondermodule erforderliche Systemleistungs- und Prozessleistungsmodule redundant implementiert werden. *Integrationsmodule* regeln die Zusammenarbeit zwischen Anbieter und Nachfrager, so dass keine direkte Schnittstelle zwischen der Leistungserstellung und den Nachfragern besteht. Dies fördert zum einen die Integration der Nachfrager und zum anderen die Standardisierung.

Die Modularisierung von IT-Dienstleistungen erfolgt in den vier Phasen Zielbestimmung, Leistungs- und Gestaltungsanalyse, Modulbildung mit Potenzialanalyse und Implementierung.²³⁰ Die Zielbestimmung umfasst die Datenerhebung, die Klärung der Ausgangslage und der Ziele sowie die Definition des Modularisierungsumfanges. In der Leistungs- und Gestaltungsanalyse werden die IT-Systeme, die Serviceprozesse und die Zusammenarbeit zwischen Anbieter und Nachfrager dokumentiert. In der dritten Phase – Modulbildung mit Potenzialanalyse – erfolgt die Entwicklung der modularen IT-Servicearchitektur. Die Potenzialanalyse stellt den Kern der Modulbildung dar. Sie dient der Identifikation von Potenzialen hinsichtlich der Wiederverwendbarkeit, der Standardisierung, der unabhängigen Qualitätsprüfung sowie der Eignung zum Outsourcing der Module. Innerhalb der Potenzialanalyse erfolgt das Bilden von Systemleistungs- und Prozessleistungsmodulen. Falls bei dieser Bildung starke Abhängigkeiten zwischen den Modulen auftreten, so ist eine Bildung von Sondermodulen notwendig. Im darauffolgenden Schritt der Modulbildung erfolgt die Untersuchung der Nachfragerintegration. Je nachdem, ob die Nachfragerintegration bei der Modularisierung zu stark zergliedert wurde oder ob die

²²⁸ Vgl. Böhmman, Krcmar 2005, S. 63

²²⁹ Vgl. hier und im Folgenden ebenda, S.64 ff.

²³⁰ Vgl. hier und im Folgenden ebenda, S.66 ff.

Eingriffsmöglichkeiten der Nachfrager zu stark geworden sind, können zusätzliche Integrationsmodule gebildet werden. Zur Implementierung der gebildeten Module wird die Modularisierungsmatrix als Instrument eingesetzt. Aus dieser Matrix können wesentliche Informationen, wie bspw. Informationen über interne Schnittstellen, entnommen werden. Eine schematische Darstellung der Modularisierungsmatrix erfolgt im Anhang.

Mit diesem Ansatz entwickeln Böhmann/Krcmar eine konkrete Vorgehensweise zur Modulbildung im IT-Bereich. Diese Methode ist durch einen hohen Detaillierungsgrad geprägt. Weiterhin spielt die Nachfragerintegration eine wesentliche Rolle bei der Modulbildung. Dies betont die ganzheitliche Sichtweise dieser Methode. Fraglich bleibt, inwieweit sich dieser Ansatz auf unterschiedliche Unternehmen mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen übertragen lässt. In Tabelle 44 werden die Stärken und Schwächen zusammengefasst.

Stärken	Schwächen
Hoher Detaillierungsgrad	
Gut strukturierte Vorgehensweise	
Ganzheitliche Betrachtung	
Hinreichende Anpassungsfähigkeit	

Tabelle 44: Stärken und Schwächen der Modularisierung von IT-Dienstleistungen²³¹

²³¹ Eigene Darstellung

7.3.2. Systematisierung der genannten Methoden

Die Prozessmodularisierungsmethoden werden in Tabelle 45 anhand der Kriterien „Betrachtungsfokus“, „verwendete Instrumente“ und „Moduleigenschaften“ miteinander verglichen und voneinander abgegrenzt.

Ansätze Kriterien	Modularisierung von Unternehmen	Funktionsorientierte Modularisierung	Service Engineering	Modularisierung von Logistikdienstleistungen	Modularisierung von IT-Dienstleistungen
Autor	Picot, Reichwald, Wigand	Günthner	Burr	Corsten, Gössinger	Böhmman, Krcmar
Ansatz	Modularisierung von Unternehmen auf drei Ebenen	Modularisierung von Materialflussprozessen	Modularisierung von Dienstleistungen	Modularisierung von Logistikdienstleistungen	Modularisierung von IT-Dienstleistungen
Betrachtungsfokus	Unternehmensebenen	Materialflusssysteme	Dienstleistungsarchitekturen	Dienstleistungsarchitekturen	Dienstleistungsarchitekturen
Instrumente	Konzept der überlappenden Gruppen	–	DSM	PAM, Systemgrid-Diagramm	Modularisierungsmatrix
Moduleigenschaften	Hohe Unternehmensflussorientierung	Hohe Materialflussorientierung	Strukturierte Module mit standardisierten Schnittstellen	Schwache Abhängigkeiten innerhalb der Module	Schwache Abhängigkeiten und Integration der Nachfrager

Tabelle 45: Systematisierung der Methoden zur Prozessmodellierung²³²

Aus der systematischen Gegenüberstellung der fünf Ansätze geht hervor, dass diese größtenteils sehr unterschiedlich sind. Während Picot/Reichwald/Wigand bei der Prozessmodularisierung das gesamte Unternehmen betrachten, konzentriert sich Günthner auf die Modularisierung von Materialflussprozessen. Auch die Modularisierung von Dienstleistungen erfolgt in den genannten Ansätzen auf unterschiedlichen Wegen. Burr entwickelte eine allgemeingültige Vorgehensweise zur Gestaltung modularer Servicearchitekturen, während Corsten/Gössinger und Böhmman/Krcmar sich auf die spezifischen Dienstleistungen der Logistik bzw. der IT fokussieren. Da Corsten/Gössinger die Modularisierung als Lösungsansatz für die Koordinationsproblematik sehen, werden in diesem Ansatz die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Prozessen intensiv analysiert. Demgegenüber werden bei der Modularisierung von IT-Dienstleistungen vier verschiedene Modularten gebildet, die zum Teil durch die Potenzialanalyse identifiziert werden. Im Rahmen der Modularisierungsmatrix, die bei der Implementierung zum Einsatz kommt, werden zudem Abhängigkeiten identifiziert, Modulumfang bestimmt und Vorgaben für die Detailimplementierung berücksichtigt.²³³ Der Betrachtungsumfang ist

²³² Eigene Darstellung in Anlehnung an die Literatur der beschriebenen Methoden

²³³ Vgl. Böhmman, Krcmar 2005, S. 68–69

somit über die Abhängigkeiten hinaus umfangreicher als bei der Vorgehensweise von Corsten/Gössinger. Obwohl in den letzten drei genannten Ansätzen jeweils Dienstleistungen im Fokus stehen, sind die eingesetzten Instrumente zur Modularisierung unterschiedlich (vgl. Tabelle 45).

7.4. Anwendbarkeit der Methoden für die logistische Prozessgestaltung

Nachdem die einzelnen Methoden zur Modularisierung aus den verschiedenen Bereichen – Fabrik, Produkt, Prozess – vorgestellt und näher beschrieben wurden, gilt es nun, diese voneinander abzugrenzen und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für die logistische Prozessgestaltung zu bewerten. An dieser Stelle werden die Methoden hinsichtlich ihrer logistischen Einsetzeignung miteinander verglichen.

Die Bewertung der Modularisierungsmethoden erfolgt anhand der Kriterien „Detaillierungsgrad“, „Verständlichkeit“, „ganzheitliche Betrachtung“ und „Anpassungsfähigkeit“. Hinsichtlich des Detaillierungsgrades wird untersucht, ob in dem jeweiligen Ansatz genügend Informationen und eine konkrete Handlungsempfehlung für die Umsetzung der Methode gegeben sind. Des Weiteren muss die Methode verständlich und nachvollziehbar sein. Dies wird beispielsweise durch eine gut strukturierte Vorgehensweise und eine geringe Komplexität der Methode gewährleistet. Ein weiterer wichtiger Aspekt in der Logistik ist die Ganzheitlichkeit. So sollte die zu bewertende Methode die gesamte Wertschöpfungskette abdecken, bspw. indem neben den unternehmensspezifischen Anforderungen zusätzlich Kundenanforderungen berücksichtigt werden. Bei der Produktmodularisierung ist zudem von Bedeutung, dass die Methode sowohl wirtschaftliche als auch technische Aspekte in die Modulbildung einbezieht. Das vierte Bewertungskriterium – die Anpassungsfähigkeit – ist ein Maß für die Übertragbarkeit der Methode auf verschiedene Unternehmen unter Berücksichtigung der jeweiligen Rahmenbedingungen. Bspw. wird die Übertragbarkeit der eingesetzten Instrumente überprüft.

Die Bewertungskriterien werden miteinander verglichen und gewichtet. Eine schematische Darstellung der Vorgehensweise zur Gewichtung kann dem Anhang entnommen werden. Das Kriterium „Detaillierungsgrad“ erscheint für die Entwicklung eines neuen Gestaltungsansatzes am Wichtigsten und geht folglich mit 50,0 Prozent in die Gewichtung ein. Die Anpassungsfähigkeit ist für die Übertragbarkeit der Methoden ein wesentliches Merkmal und wird mit 33,3 Prozent gewichtet. Die Verständlichkeit und die ganzheitliche Betrachtungsweise werden jeweils mit 8,3 Prozent gewichtet.

Die Bewertung der Modularisierungsansätze erfolgt anhand einer dreistufigen Bewertungsskala. Die Modularisierungsmethoden werden mit dem Wert 3 bewertet, wenn das Kriterium vollkommen erfüllt wird, mit 2, wenn das Kriterium hinreichend erfüllt wird, und mit 1, wenn das Kriterium nicht bzw. unzureichend erfüllt wird. Abbildung 23 gibt die Ergebnisse der Bewertung wieder.

Ansätze	Bewertungskriterien				Gesamtbewertung
	Detaillierungsgrad	Verständlichkeit	Ganzheitliche Betrachtung	Anpassungsfähigkeit	
Gewichtung	50,0%	8,3%	8,3%	33,3%	
Fabrikmodularisierung	1,80	2,00	2,80	2,80	2,23
Modulare Fabrik	3	3	3	3	3,0
Fraktale Fabrik	3	2	3	3	2,9
Holonische Fabrik	1	1	2	2	1,4
Mobile Fabrik	1	2	3	3	1,9
Virtuelle Fabrik	1	2	3	3	1,9
Produktmodularisierung	2,00	2,75	1,25	2,50	2,17
Modular Function Deployment	3	2	2	3	2,8
Design Structure Matrix	2	3	1	3	2,3
METUS	1	3	1	2	1,5
Ähnlichkeits- und Abhängigkeitsmatrix	2	3	1	2	2,0
Prozessmodularisierung	2,20	2,80	2,40	2,40	2,33
Unternehmungen	1	3	3	3	2,0
Materialflusssysteme	3	3	2	2	2,6
Modulare Servicearchitekturen	2	3	2	3	2,4
Modulare Logistikdienstleistungen	2	2	2	2	2,0
Modulare IT-Dienstleistungen	3	3	3	2	2,7

Bewertungsskala	
3	Kriterium wird vollkommen erfüllt
2	Kriterium wird hinreichend erfüllt
1	Kriterium wird unzureichend erfüllt

Abbildung 23: Bewertung der Modularisierungsansätze hinsichtlich der Anwendbarkeit für die logistische Prozessgestaltung²³⁴

Aus der Bewertung der verschiedenen Modularisierungsmethoden geht hervor, dass aus allen drei Bereichen – Fabrik-, Produkt- und Prozessmodularisierung – Ansätze existieren, die die Bewertungskriterien hinreichend erfüllen und somit für die logistische Prozessgestaltung als geeignet erscheinen. Es sind folglich Methoden sowohl aus der Fabrik- als auch der Produkt- sowie der Prozessmodularisierung für die weitere Betrachtung relevant. Für die Entwicklung eines Gestaltungsansatzes für KMU werden die Modularisierungsansätze weiterverfolgt, die in ihrer Gesamtbewertung mindestens den Wert 2,0 erreichen, also die Bewertungskriterien hinreichend erfüllen.

Die Ansätze der Fabrikmodularisierung nennen und beschreiben wesentliche Moduleigenschaften, die bei der Entwicklung eines neuen Gestaltungsansatzes für KMU auf die zu bildenden Module übertragen werden sollten. So sollten die zu entwickelnden Module beispielsweise autonom, prozessorientiert, erweiterbar und austauschbar sein sowie eine Fremdvergabe ermöglichen.²³⁵ Darüber hinaus werden Gestaltungsprinzipien genannt, die für Module in der Produktion relevant sind. Dazu zählen die Verwirklichung des Fließprinzips, eine flexible Schnittstellengestaltung, die Integration von Betreibermodellen zur Erstellung kompletter Produktionsmodule und das Zusammenfassen mehrerer

²³⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S. 168ff.

²³⁵ Vgl. Matt 2002a, S. 174

Technologien und Aufgaben.²³⁶ Den höchsten Detaillierungsgrad bieten die modulare Fabrik und die fraktale Fabrik. Sie sind zudem verständlich und auf Unternehmen in der Logistik übertragbar. Die holonische, mobile und virtuelle Fabrik weisen zum einen unzureichenden Detaillierungsgrad auf, um auf KMU in der Logistik übertragen zu werden, und sind zum Anderen thematisch weiter entfernt von der Modularisierung innerhalb eines Unternehmens.

Die Ansätze der Produktmodularisierung beschreiben verschiedene Instrumente, die auf die Modularisierung in KMU übertragen und angepasst werden könnten. Durch die DSM von Pimpler/Eppinger können Abhängigkeiten zwischen einzelnen Prozessen sichtbar gemacht werden. Eine Vereinfachung des Bewertungsschemas sowie der Schnittstellentypen ermöglicht eine schnelle Anwendung KMU spezifischer Prozesse. Diese technische Betrachtungsweise bietet eine Lösungsmöglichkeit zur Verringerung der Komplexität. Für die Betrachtung der Abhängigkeiten empfiehlt sich jedoch eine Vereinfachung der DSM. Die MIM von Erixon könnte durch eine Anpassung der Modularitätstreiber für den neuen Gestaltungsansatz relevant werden. Die von Lai/Gershenson entwickelten Ähnlichkeits- und Abhängigkeitsmatrizen bieten eine gute Grundlage, um Ähnlichkeiten und Abhängigkeiten zu messen. Dieser Ansatz ist jedoch eng an die Produktionsprozesse gekoppelt. Die Relevanz hinsichtlich der Modularisierung in KMU wird deshalb noch zu prüfen sein. Die Methode METUS von Göpfert ist trotz der hohen Verständlichkeit aufgrund des geringen Detaillierungsgrades und der eingeschränkten Betrachtungsweise für die weitere Betrachtung weniger relevant.

Die Ansätze der Prozessmodularisierung weisen einen hohen thematischen Bezug zur Modularisierung in KMU auf und bieten neue Instrumente für die Prozess- bzw. Dienstleistungsmodularisierung. Im Folgenden werden die relevanten Methoden aus den verschiedenen Bereichen weiterverfolgt, um anschließend eine anwenderfreundliche und vereinfachte Methode für die Praxis abzuleiten.

²³⁶ Vgl. ebenda, S.174.

8. Betreibermodelle

Die wesentlichen Ursachen des starken Wachstums des Logistik-Outsourcing in den letzten Jahren bestehen in der Sicherung von Wettbewerbsvorteilen, der zunehmenden Globalisierung sowie steigenden Anforderungen an Logistikprozesse. Vor allem die logistischen Basisaktivitäten Transport, Umschlag und Lagerung sind in einem Großteil der Industrieunternehmen zumindest teilweise fremdvergeben. In Zukunft ist vor allem das zunehmende Outsourcing komplexer logistischer Dienstleistungen zu erwarten, das mit einer hohen Abhängigkeit zwischen den Vertragsparteien und häufig auch mit kundenspezifischen Investitionen verbunden ist. Ziel der Fremdvergabe logistischer Leistungen ist es dabei, die bei Logistikdienstleistungsunternehmen vorhandenen Spezialisierungsvorteile nutzbar zu machen.²³⁷ Im Rahmen einer klassischen Make-or-Buy-Entscheidung geschieht die Bewertung dieser Vorteile in der Regel stark kostenorientiert. Zusätzlich rücken jedoch vor allem das aus dem Einbezug von spezialisierten Logistikdienstleistungsunternehmen resultierende Prozessinnovationspotential und die Maßgabe zur kontinuierlichen Verbesserung in den Fokus der Betrachtung. Während die Modularisierung logistischer Prozesse die Basis für die Fremdvergabe logistischer Leistungen bildet, ist auch für die Organisation der Zusammenarbeit mit Logistikdienstleistungsunternehmen ein entsprechender Rahmen notwendig. Vor diesem Hintergrund sind adäquate Betreibermodelle zu entwickeln, die helfen, bestehende Barrieren wie beispielsweise entstehende Abhängigkeiten und Kontrollverlust sowie eine unsichere Kostenentwicklung zu verringern.

8.1. Begriffsklärung

Der in der Vergangenheit hauptsächlich durch Großprojekte der öffentlichen Hand geprägte Begriff des Betreibermodells²³⁸ findet heute vermehrt Anwendung in der Investitionsgüterindustrie.²³⁹ Innerhalb eines Betreibermodells können zwei Akteure unterschieden werden: Der Auftraggeber überträgt seinerseits für einen begrenzten Zeitraum die Gesamtverantwortung für die Planung, den Bau, die Finanzierung und den Betrieb eines Investitionsgutes auf einen oder mehrere Projektträger.²⁴⁰ Der Projektträger hingegen stellt das Kapital für die Herstellung sowie den selbständigen Betrieb des Investitionsgutes und refinanziert sich durch das Entgelt, das der Auftraggeber für die erhaltene Leistung wie beispielsweise auf Basis pro produziertem Stück zahlt (vgl. Abbildung 24).²⁴¹

²³⁷ Vgl. Pfohl 2000, S. 49

²³⁸ Vgl. Schenk, Wirth 2004, S.440.

²³⁹ Vgl. Siemer 2004, S.1.

²⁴⁰ Vgl. Siemer 2004, S.21 und Wildemann 2004, S.1 und Krystek 2002, S. 517

²⁴¹ Vgl. Schenk, Wirth 2004, S.442. und Krystek 2002

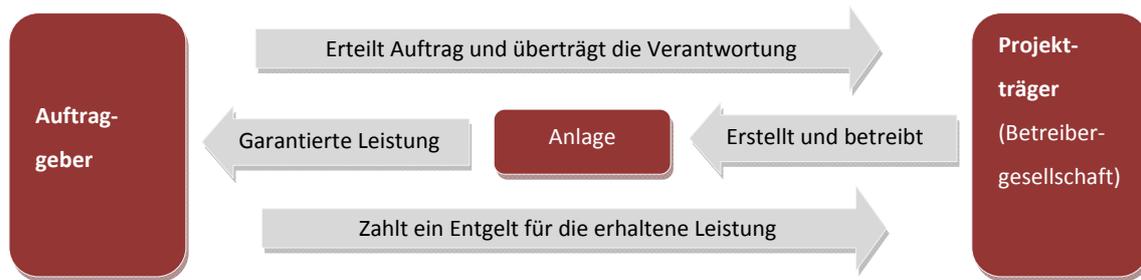


Abbildung 24: Akteure eines Betreibermodells²⁴²

8.2. Bedeutung

Insbesondere für Branchen, welche Maschinen und Ausrüstungen herstellen, sind produktbegleitende Dienstleistungen (PDL) von Bedeutung.²⁴³ Diese Dienstleistungen haben einen Anteil von 3,8% am Gesamtumsatz des Verarbeitenden und einen Anteil von 8,7% am Umsatz des Investitionsgüter Produzierenden Gewerbes. Zu den umsatzstärksten PDL zählen Wartung, Reparatur sowie Montage und Inbetriebnahme von Maschinen.²⁴⁴

Umsatz	Verarbeitendes Gewerbe	Investitionsgüter produzierendes Gewerbe
Gesamt	1.391.733 Mill. EUR	488.621 Mill. EUR
PDL-Anteil	3,8%	8,7%
PDL	52.575 EUR	42.702 EUR
Beispielhafte PDL		
▪ Wartung und Reperatur	14,8 Milliarden EUR	11,6 Milliarden EUR
▪ Montage und Inbetriebnahme	13,6 Milliarden EUR	11,4 Milliarden EUR

Tabelle 46: Bedeutung von Betreibermodellen

Die Einführung von Betreibermodellen ist sowohl für den Auftraggeber als auch für den Projektträger vorteilhaft, der analog auch als Konsortialpartner bezeichnet wird (Vgl. Tabelle 47). So ermöglicht ein Betreibermodell dem Auftraggeber eine verringerte Kapitalbindung, kurzfristige Investitionszyklen sowie Kosten-, Produktions- und Flexibilitätsverbesserungen. Der Konsortialpartner profitiert auf Basis langfristiger Verträge von der Absatzsicherheit seiner Dienstleistung und damit von planbaren und regelmäßigen Einnahmen.²⁴⁵

²⁴² In Anlehnung an Wildemann 2004

²⁴³ Vgl. Lay 2007, S. 176

²⁴⁴ Vgl. Lay 2007, S. 179.

²⁴⁵ Vgl. Wildemann 2004, S.3.

Für den Auftraggeber	Für den Konsortialpartner
Kostensenkung und –Sicherheit	Langfristige Verträge
Planbare Mittelabflüsse	Planbare regelmäßige Einnahmen
Vermeidung von Investitionsspitzen	Referenzen
Vorfinanzierung durch Betreibergesellschaft	Absatzsicherheit
Risikominimierung	Kein Akquisitionsaufwand nach Abschluss

Tabelle 47: Motive für die Einführung von Betreibergesellschaften²⁴⁶

8.3. Anwendungsgebiete von Betreibermodellen

Im ersten Schritt der Literaturanalyse wurden die in der Literatur verfügbaren Umsetzungsbeispiele für Betreibermodelle analysiert. Dabei können drei Anwendungsbereiche von Betreibermodellen identifiziert werden. Der Ursprung von Betreibermodellen ist dabei im Bereich von Infrastrukturprojekten zu sehen. In diesem Zusammenhang ist auch das Konzept der Public Private-Partnership von Bedeutung. Darüber hinaus können verschiedene Beispiele im Bereich des Betriebs technischer Anlagen und der Produktion beobachtet werden. Aufgrund der Orientierung der Leistungsverrechnung an den Produktionsstückzahlen werden Betreibermodelle bei Produktionsanlagen auch als Pay-on-Production-Konzepte bezeichnet. Auch finden Betreibermodelle im Bereich des IT-Outsourcing eine breite Anwendung. Ein auf die IT adaptiertes Konzept des Betreibermodells stellt das Software-as-Service Konzept dar. Abbildung 25 stellt die in der Literatur identifizierten Umsetzungsbeispiele für Betreibermodelle zusammenfassend dar.

²⁴⁶ Vgl. Wildemann 2004, S.5.

Technische Anlagen und Produktion	Infrastrukturprojekte	IT
<ul style="list-style-type: none"> • Lackiererei Ford Werke Köln • MCC Smart Hambach • VW do Brasil, Werk Rensede • VW de Mexico, Wer Puebla 	<ul style="list-style-type: none"> • Toll Collect • Terminal 2 des Flughafen München • Eurotunnel • Oresundquerung • Travequerung • Justizvollzugsanstalt Hünfeld • Warnowtunnel Rostock • Herrentunnel Lübeck 	<ul style="list-style-type: none"> • Herkules Projekt der Bundeswehr • Aktuelle Softwareentwicklungen von SAP, Oracle, Windows

Abbildung 25: Anwendungsgebiete von Betreibermodellen²⁴⁷

Die vertiefende Analyse der identifizierten Umsetzungsbeispiele hat gezeigt, dass Betreibermodelle zurzeit in erster Linie bei Großunternehmen und kostenintensiven Infrastrukturprojekten zum Einsatz kommen. Als Hauptursache hierfür konnte die aufwendige Vertragsgestaltung ausgemacht werden, da die Initiierung und Überwachung von Betreibermodellen mit hohen Transaktionskosten für beide Seiten verbunden ist. Der KMU-Fokus des Forschungsprojektes erfordert es daher, Betreibermodelle einfacher umsetzbar zu machen. In der Literatur konnten hierzu erste Ansätze der Standardisierung von Betreibermodellprozessen, -verträgen und -leistungskennzahlen identifiziert werden, die hierzu einen Beitrag leisten können.

8.4. Gestaltungsrahmen von Betreibermodellen

Die durchgeführte Literaturanalyse zum Themengebiet der Betreibermodelle hat gezeigt, dass in allen drei Anwendungsgebieten Konzepte und Methoden identifiziert werden können, die für eine Übertragung von Betreibermodellen auf den Kontext der Logistik von Relevanz sind: So existieren in der Literatur beispielsweise eine Vielzahl von Systematisierungen, um die bei Betreibermodellen auftretenden Risiken bewertbar und handhabbar zu machen.²⁴⁸ Auch für den Bereich der Entgeltmechanismen konnten in der Literatur umfangreiche Arbeiten zu leistungs- und transaktionsbasierten Abrechnungsformen identifiziert werden. Zusätzlich wurden die aus dem Bereich des allgemeinen Dienstleistungsoutsourcings bekannten Arbeiten zur Vertragsgestaltung für die Literaturanalyse herangezogen. Auch konnten in Werken zum Lieferantenmanagement relevante Beiträge für die Partnerbewertung und -auswahl festgestellt werden. Insbesondere der Einsatz von Scoringmodellen²⁴⁹, welche im strategischen Lieferantenmanagement

²⁴⁷ Eigene Darstellung

²⁴⁸ Vgl. Wildemann 2004), S. 49 ff.

²⁴⁹ Vgl. Hartmann et al. (1997), S. 88 ff.

gebräuchlich sind, kann auch auf den Auswahlprozess für die Partner im Modularisierungsprojekt übertragen werden. Weitere Ansätze ergeben sich aus der Nutzung von Lieferantenportfolios²⁵⁰ mit denen die bestehende Lieferanten- und Dienstleisterbasis bewertet und für die vertiefende Zusammenarbeit ausgewählt werden kann. Konzepte der Lieferantenförderung und des -aufbaus können mit entsprechenden Modifikationen für das Modularisierungsprojekt adaptiert werden. Um die Vielzahl an identifizierten Methoden systematisch mit den Praxispartnern diskutieren und bewerten zu können, wurde ein Gestaltungsrahmen für Betreibermodelle entwickelt. Dieser besteht aus den in Abbildung 26 dargestellten vier Gestaltungsbereichen, die jeweils in weitere Unterbereiche unterteilt wurden.



Abbildung 26: Relevante Gestaltungsbereiche von Betreibermodellen

Die Aussagen der Projektpartner stellen neben den in der Literatur identifizierten Praxisbeispielen die Basis für die Entwicklung des Leitfadens zur Umsetzung von Betreibermodellen dar. Ihre Anforderungen an die Ausprägungen oben genannter Kategorien wurden in Befragungen und Experteninterviews analysiert. Zur Analyse des Betreibermodells wurde ferner ein Szenario entworfen, welche eine längerfristige Zusammenarbeit zwischen KMU und Logistikdienstleister beinhaltet. Eine Kategorie innerhalb der Organisations- und Implementierungsphase stellt beispielsweise die Bewertung und das Management von Risiken dar. Hier wurden die Teilnehmer befragt, wie sie Risiken im Geschäftsbetrieb beobachten und wie sie die Risikoverteilung innerhalb eines Betreibermodells einschätzen. Eine weitere Kategorie ist beispielsweise die Preis- und Vertragsgestaltung, die insbesondere auf den Kostenaspekt in der Umsetzungsphase von Betreibermodellen für kleine und mittlere Unternehmen fokussiert. Der

²⁵⁰ Vgl. Kraljic (1988), S. 485 ff

Analyse der Befragungsergebnisse schließt sich die Ableitung von Handlungsempfehlungen und geeigneten Checklisten an, die den KMU bei der Umsetzung von Betreibermodellen behilflich sein sollen.

9. Entwicklung eines Leitfadens zur Modularisierung von logistischen Prozessen

Um einen für KMU geeigneten Leitfaden zur Modularisierung entwickeln zu können, müssen zunächst die Anforderungen der produzierenden KMU identifiziert werden. Im Abschnitt 6.2 auf Seite 31 wurden bereits die Eigenschaften und Besonderheiten der KMU herausgearbeitet, aus denen Anforderungen an das zu entwickelnde Modularisierungskonzept abgeleitet werden können. Diese Anforderungen werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt. Neben den Anforderungen der KMU müssen zusätzlich die Anforderungen der LDL in den Leitfaden einfließen, um deren Anforderungen sowohl hinsichtlich eines Betreibermodells zu ermitteln als auch für eine spätere Fremdvergabe an LDL zu berücksichtigen. Im Anschluss an die Identifikation der Anforderungen werden diese durch Unternehmen aus der Praxis hinsichtlich ihrer Relevanz bewertet. Hierzu wird ein Fragebogen erstellt, in dem die Anforderungen durch die Unternehmen gewichtet werden. Befragt wurden drei Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe und drei LDL. Aus den Anforderungen der KMU und LDL ergeben sich die Kriterien, die für die Umsetzbarkeit des Modularisierungskonzeptes elementar sind.

9.1. Anpassung der Modularisierungsmethoden an KMU

Aus den im Abschnitt 6 auf Seite 27 identifizierten Eigenschaften und Besonderheiten der KMU und LDL können die folgenden Ziele und Anforderungen an den zu entwickelnden Leitfaden abgeleitet werden. Die Fragestellung an die beteiligten Projektpartner unterscheidet sich geringfügig im Wortlaut, da an entsprechender Stelle eine KMU- oder LDL spezifische Änderungen vorgenommen werden musste. Die Fragestellung der KMU bezog sich auf den zu erstellenden Leitfaden, die Fragen an die LDL standen im Zusammenhang mit dem Thema Betreibermodelle. Die nachstehende Tabelle stellt eine Zusammenfassung der abgefragten Anforderungen einerseits der KMU und andererseits der LDL dar.

9.1.1. Anforderungen der beteiligten Unternehmen

Kategorie	Kriterium	KMU	LDL
Zielbezogene Perspektive	Erhöhung eines transparenten Ergebnisses	X	X
	Förderung des Unternehmenswachstums (Expansion)	X	X
	Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch hohe Reaktionsfähigkeit (Flexibilität)	X	X
	Erhöhung der Innovationsfähigkeit durch Angebot neuartiger Leistungen	X	X
	Verbesserung des Kundenservices infolge gesteigener Qualität der Produkte/Dienstleistungen	X	X
	Schaffung wertschöpfender Prozesse/Leistungen innerhalb der Module	X	X
Anwendungsbezogene Perspektive	Einfache Anwendbarkeit	X	X
	Effizienter Zeitverlauf (zeitlich)	X	X
	Berücksichtigung kundenspezifischer Anforderungen	X	X
	Schutz vor Know-how-Verlust während der Kooperation mit Dritten	X	
	Begrenzter technischer Ressourceneinsatz	X	X
Monetäre Perspektive	Realisierung von Kosteneinsparungen	X	
	Erzielung von Gewinn		X
	Begrenztes Projekt-Finanzierungsvolumen	X	X
	Schnelle Amortisation	X	X
	Gute Kosten-Nutzen-Relation	X	X
Personelle Perspektive	Gleichmäßige Risikoverteilung im Rahmen einer Kooperation	X	X
	Begrenzung des Mitarbeiterbedarfes	X	X
	Hohe Verständlichkeit des Leitfadens für die Mitarbeiter	X	
	Hohe Praxisorientierung und pragmatische Problemlösung	X	
	Steigerung der Mitarbeiterakzeptanz bezüglich organisatorischer Veränderungen	X	X
Gesellschaftliche Perspektive	Berücksichtigung des unternehmerischen Umfeldes (z.B. Stakeholderinteressen)	X	X
	Berücksichtigung der Unternehmenskultur bzw. Familieninteressen	X	X
	Berücksichtigung der sozialen Verantwortung der Geschäftsführer ggü. den Mitarbeitern	X	
Ausschreibungsbezogene Perspektive	Berücksichtigung der Unternehmensstrategie (Reputation Kunde, Entwicklungspartnerschaft, Produktportfolio)		X
	Klare Ansprechpartner beim Auftraggeber (Key-Account)		X
	Klar definierte Leistungsabgrenzung und Schnittstellen		X
	Systemkompatibilität (Informationsflüsse, IT-Systeme)		X
	Handhabbarkeit der Modulinhalte (z.B. Standarddienstleistungen)		X
	Gestaltung der Verträge (Laufzeit)		X
	Standortfaktoren (Anbindung/Entfernung des Auftraggebers)		X
Entgeltregelung über ein Bonus-Malus-System		X	

Abbildung 27: Anforderungen der KMU und LDL an das zu entwickelnde Modularisierungskonzept²⁵¹

²⁵¹ Eigene Darstellung

Das Modularisierungskonzept dient zur transparenten Gestaltung der Strukturen innerhalb der produzierenden Unternehmen. Aus der erhöhten Transparenz resultiert eine erhöhte Reaktionsfähigkeit der Unternehmen auf Marktveränderungen. Diese Flexibilität führt zu einer gesteigerten Wettbewerbsfähigkeit. Die Modularisierung der Unternehmensstrukturen begünstigt das Outsourcing von Modulen, da diese infolge der Modularisierung autonom gestaltet werden und die Schnittstellen klar definiert sind. Das Outsourcing ermöglicht einen Fokus auf die Kernkompetenzen des Unternehmens. Dadurch kann zum einen die Innovationsfähigkeit durch das Angebot neuartiger Leistungen gesteigert werden, und zum anderen werden das Unternehmenswachstum gefördert und die Qualität der Produkte bzw. Dienstleistungen verbessert, woraus ein verbesserter Kundenservice resultiert. Weiterhin spielt die Schaffung wertschöpfender Prozesse eine wesentliche Rolle bei der Modularisierung.

Um die gesetzten Ziele des Vorgehens realisieren zu können, sollte dieser einfach anwendbar sein, einen effizienten Projektablauf gewährleisten und die spezifischen Anforderungen der Kunden berücksichtigen. Darüber hinaus ist der Schutz des Know-how bei einer Kooperation mit Dritten zu gewährleisten und die einzusetzenden technischen Ressourcen zur Umsetzung des Gestaltungsansatzes sollten den finanziellen Rahmen der KMU nicht übersteigen.

Aufgrund der begrenzten Anzahl von Mitarbeitern, insbesondere von Spezialisten, in KMU muss das Modularisierungskonzept von wenigen Mitarbeitern umgesetzt werden können sowie sehr verständlich, praxisorientiert und einfach anzuwenden sein. Rein wissenschaftliche, theoretische und abstrakte Modelle sind für die Generalisten in den KMU weniger geeignet. Für eine reibungslose Umsetzung des Modularisierungskonzeptes sollten der Ansatz und die damit verbundenen organisatorischen Veränderungen zudem von der Mehrheit der Mitarbeiter akzeptiert werden.

Aufgrund der begrenzten Finanzierungsmöglichkeiten der KMU spielen monetäre Aspekte eine wesentliche Rolle bei der Umsetzung des Modularisierungskonzeptes. So sollte berücksichtigt werden, dass den KMU nur in begrenztem Umfang Kapital zur Verfügung steht. Dieses sollte eingesetzt werden, um mithilfe der Modularisierung möglichst Kosteneinsparungen, eine schnelle Amortisation und ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis zu realisieren. Im Falle einer Kooperation zwischen KMU und LDL sollte zudem eine gleichmäßige Risikoverteilung hinsichtlich der Kosten erfolgen.

Durch die flache Hierarchie und die folglich enge, persönliche Bindung zwischen dem Unternehmer und den Angestellten ist neben der Unternehmenskultur und den Interessen der Inhaber sowie der Geschäftsführung vor allem die soziale Verantwortung der Geschäftsführung gegenüber den Mitarbeitern relevant bei der Auswahl zukünftiger Maßnahmen zur logistischen Prozessoptimierung.

Nachdem die Anforderungen der produzierenden Unternehmen näher betrachtet wurden, wird im Folgenden auf die Anforderungen der LDL eingegangen. Die oben genannten Ziele und Anforderungen lassen sich überwiegend auf die LDL übertragen. Damit die in den produzierenden KMU gebildeten Module an den LDL fremdvergeben werden können, müssen weitere Anforderungen Beachtung finden. Dazu zählen insbesondere Anforderungen hinsichtlich der Ausschreibung, die für das zu gestaltende Betreibermodell berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 28 und Abbildung 27).

Spezifische Anforderungen der LDL
<ul style="list-style-type: none"> • Konformität mit der Strategie • Klar definierte Ansprechpartner • Klar definierte Schnittstellen • Systemkompatibilität • Handhabbarkeit der Modulinhalte • Adäquate Vertragslaufzeit • Adäquate Standortfaktoren

Abbildung 28: Anforderungen der LDL an das Betreibermodell²⁵²

Eine Entgeltregelung über ein Bonus-Malus-System im Rahmen einer Ausschreibung ist Anforderung der LDL. Inwieweit eine Regelung über ein solches System läuft, ist von dem Ergebnis der Befragung abhängig. Grundsätzlich hilft die Nutzung eines Bonus-Malus Entgeltsystem, um zwischen den Auftraggeber (KMU) und Auftragnehmer (LDL) ein vertrauliches Verhältnis zu aufzubauen. Neben den monetären Anforderungen der LDL, dass durch die Übernahme eines oder mehrerer Module Gewinne erzielt werden müssen, spielt zudem eine große Rolle, ob die Übernahme der Module zu der Strategie des LDL konform ist. Die zu übernehmenden Module sollten in das Produktportfolio des LDL passen, von einem Kunden mit einer guten Reputation stammen oder zumindest das Potenzial zu einer Entwicklungspartnerschaft aufweisen. Weiterhin sollten die Systeme des produzierenden KMU und des LDL zueinander kompatibel sein, so dass ein durchgängiger Informationsfluss sichergestellt werden kann. Darüber hinaus müssen bei dem LDL entsprechende Ressourcen verfügbar sein, um eine Handhabbarkeit der Modulinhalte zu ermöglichen.

Damit die entwickelten Module reibungslos vom LDL übernommen werden können, müssen deren Abhängigkeiten gegenüber werksinternen Prozessen auf ein Minimum reduziert und klare Schnittstellen definiert werden, die eine klare Leistungsabgrenzung ermöglichen. Weiterhin ist ein eindeutiger Ansprechpartner beim Auftraggeber von besonderer Relevanz, um eine optimale Zusammenarbeit zwischen KMU und LDL zu gewährleisten. Weitere Faktoren, die bei der Übernahme von Modulen durch den LDL eine Rolle spielen, sind die Vertragsgestaltung und die Standortfaktoren. So wird neben der Entfernung des Auftraggebers zusätzlich die infrastrukturelle Anbindung von Relevanz sein.

²⁵² Eigene Darstellung

9.1.2. Anforderungen der KMU an die Umsetzung des Leitfadens

Anforderungen der KMU bei einer Umsetzung des Leitfadens

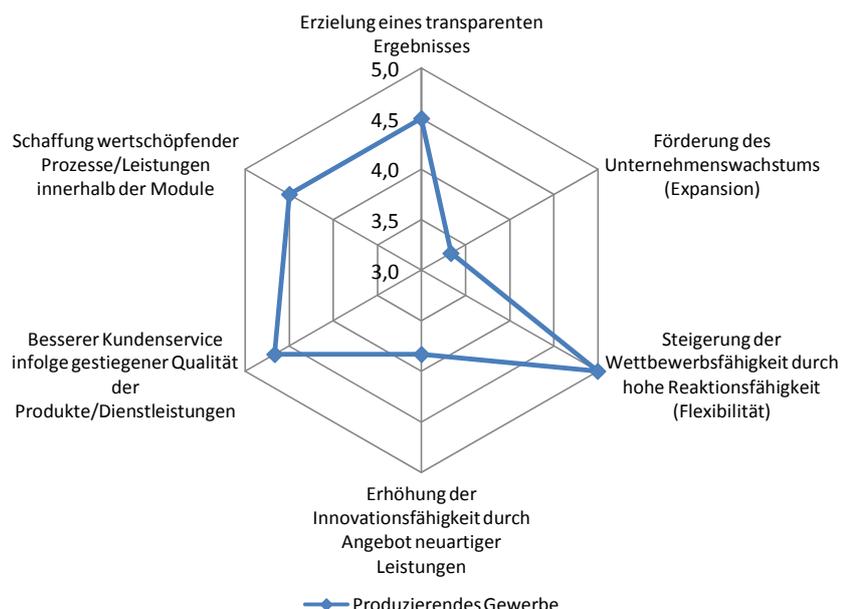
Die Relevanz der Anforderungen wurde in Form eines geschlossenen Fragebogens von den Unternehmen bewertet. Während die Ergebnisse hinsichtlich des Leitfadens auf Antworten der KMU basieren, beziehen sich Anforderungen der LDL ausschließlich auf das zu entwickelnde Betreibermodell zwischen KMU und LDL.

Die Anforderungen des produzierenden Gewerbes (ProdG) bzw. der KMU gliedern sich in die zielbezogene, anwendungsbezogene, monetäre, personelle sowie gesellschaftliche Perspektive. An dieser Stelle soll kurz die Einschätzung der gleichen eingangs erwähnten Gruppe der ProdG zu den genannten Perspektiven vorgestellt werden. Zunächst fordern die Befragten hinsichtlich des Ziels bei der Umsetzung des Leitfadens die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch eine hohe Reaktionsfähigkeit.

Ebenso sind der bessere Kundenservice infolge gesteigener Qualität der Produkte und Dienstleistungen, die Schaffung wertschöpfender Prozesse und Leistungen innerhalb der Module sowie die Erzielung eines transparenten Ergebnisses als zu erreichende Ziele zu nennen. Demgegenüber steht die Förderung des Unternehmenswachstums im Sinne einer Expansion des Unternehmens nicht so sehr im Vordergrund wie andere Erfolgsfaktoren.

Anforderungen der ProdG - Zielbezogene Perspektive

Anforderungen der ProdG - Zielbezogene Perspektive
Durchschnittswerte auf einer Skala von 3 bis 5



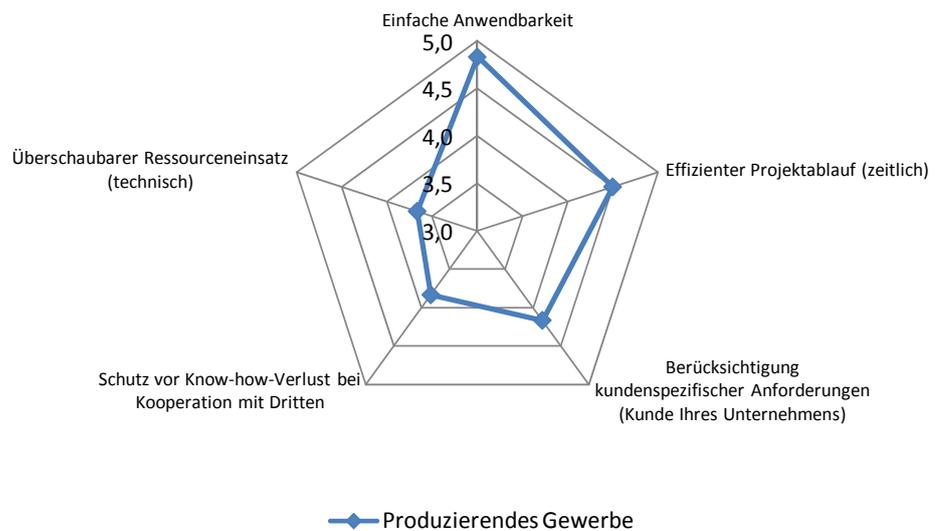
Anforderung der

Auf der Ebene der Anwendung des Leitfadens wird deutlich, dass die KMU den Fokus

**ProdG
- Anwendungs-
bezogene
Perspektive**

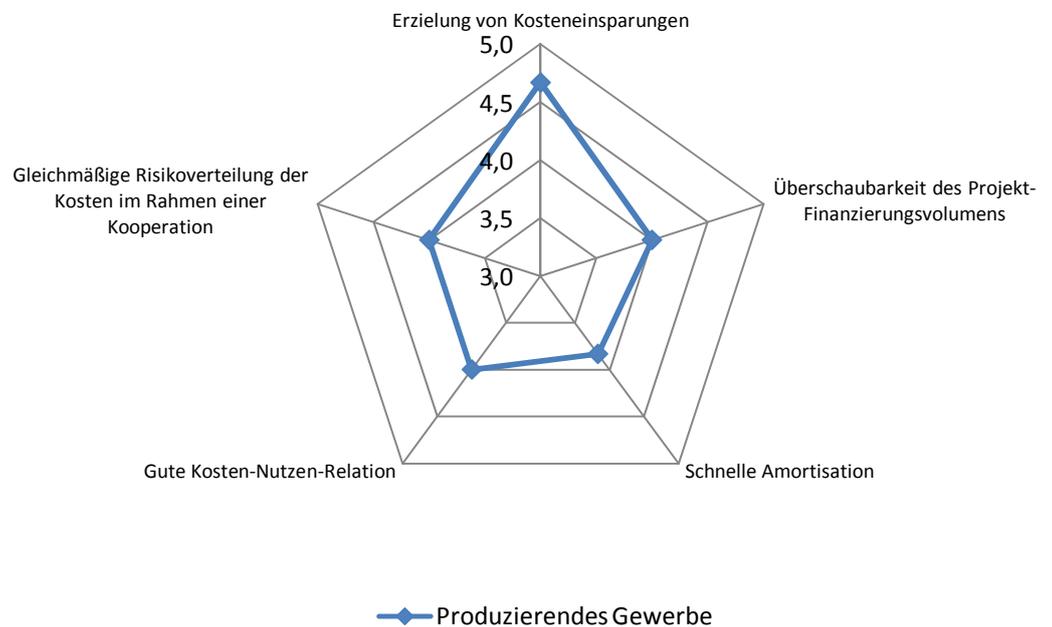
auf eine einfache Anwendung und einen effizienten Projektablauf legen. Dazu gehört ebenso die Berücksichtigung der kundenspezifischen Anforderungen. Der überschaubarer Einsatz von technischen Ressourcen sowie der Schutz vor Know-how-Verlust bei Kooperation mit Dritten stehen in einer geringen Betrachtung als die zuvor genannten Punkte.

Anforderungen der ProdG - Anwendungsbezogene Perspektive
Durchschnittswerte auf einer Skala von 3 bis 5



Anforderung der ProdG - Monetäre Perspektive Was erwarten KMU durch die Anwendung des Leitfadens aus der monetären Perspektive? In erster Linie sind Kosteneinsparungen gefordert, die sich in der höheren Bewertung dieses Punktes im Gesamtvergleich widerspiegeln. Darüber hinaus zählen eine Überschaubarkeit des Projekt-Finanzierungsvolumens sowie eine gleichmäßige Risikoverteilung der Kosten im Rahmen einer Kooperation zu den relevanten Themen. Letzterer Fall stimmt auch mit dem Ergebnis überein, bei dem die Teilnehmer mögliche Risiken einer Kooperation einem Risikoträger (ProdG oder LDL) zugeordnet haben.

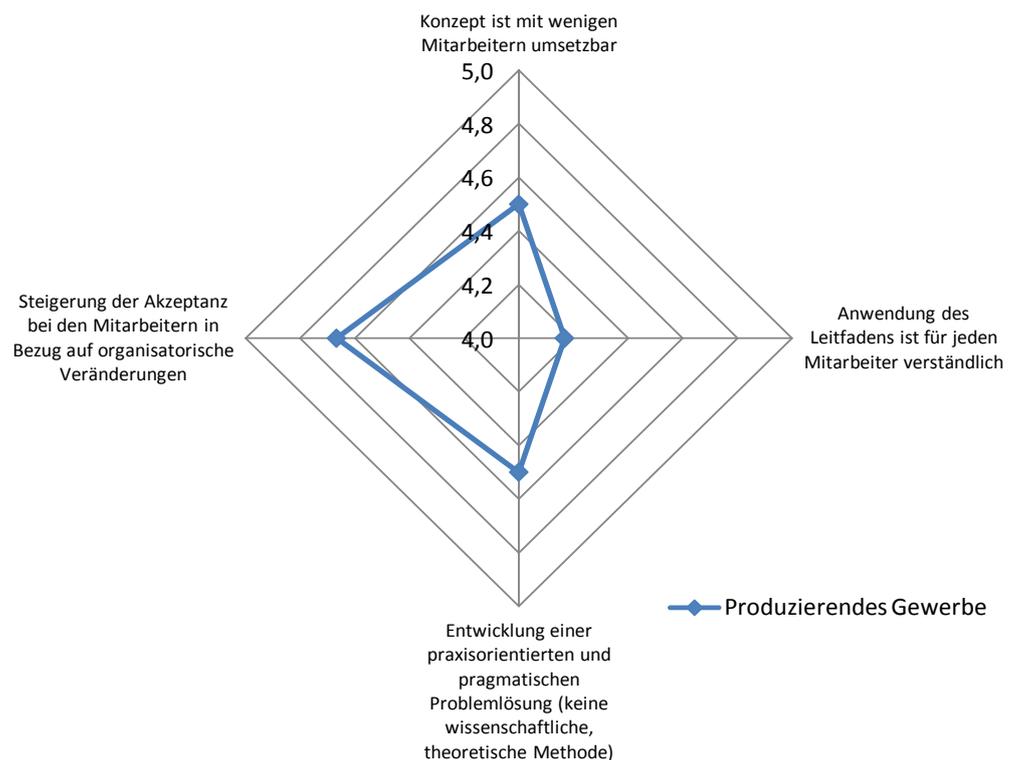
Anforderungen der ProdG - Monetäre Perspektive
Durchschnittswerte auf einer Skala von 3 bis 5



Anforderung der ProdG - Personelle Perspektive

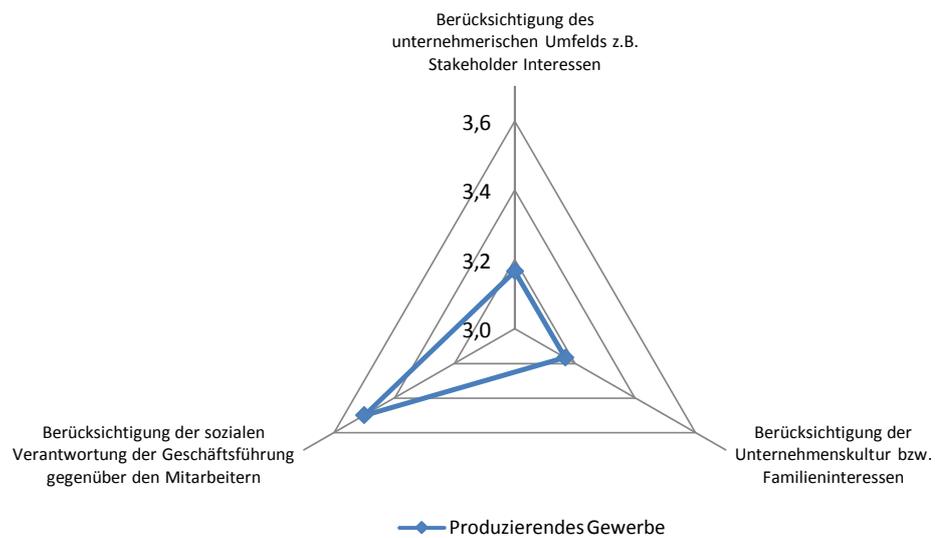
Eine Umsetzung des Leitfadens führt zwangsweise zu organisatorischen Änderungen im Unternehmensaufbau auf Basis der gebildeten Module, von denen die Mitarbeiter unmittelbar betroffen sind. Eine der zwei wesentlichen Anforderungen an den Leitfaden auf der Ebene der personellen Perspektive ist eine Steigerung der Akzeptanz bei den Mitarbeitern, um anbahnende Konflikte zu vermeiden. Das Ziel ist die einfache und verständliche Überzeugung der Mitarbeiter zur Restrukturierung auf Basis einer argumentativen Grundlage. Außerdem erwarten die Teilnehmer von einem Leitfaden, dass dieser eine praxisorientierte und pragmatische Vorgehensweise verfolgt. Eine gleiche Bedeutung messen die befragten ProdG dem anzuwendenden Konzept zu, welches möglichst auf eine verringerte Mitarbeiterzahl ausgerichtet sein sollte (siehe untere Abbildung).

Anforderungen der ProdG - Personelle Perspektive
Durchschnittswerte auf einer Skala von 4 bis 5



Anforderung der ProdG - Gesellschaftliche Perspektive Zum Abschluss erweist sich eine Forderung der verantwortlichen Führungskräfte bei der Befragung im Teil der gesellschaftlichen Perspektive, dass im Falle einer Anwendung des Leitfadens die soziale Verantwortung der Geschäftsführung gegenüber den Mitarbeitern berücksichtigt wird. Dieser Punkt ist mit sehr wichtig beurteilt worden. Die Auswertungen aus gesellschaftlicher Perspektive sind in der nachstehenden Abbildung visualisiert.

Anforderungen der ProdG - Gesellschaftliche Perspektive
 Durchschnittswerte auf einer Skala von 3,0 bis 3,6

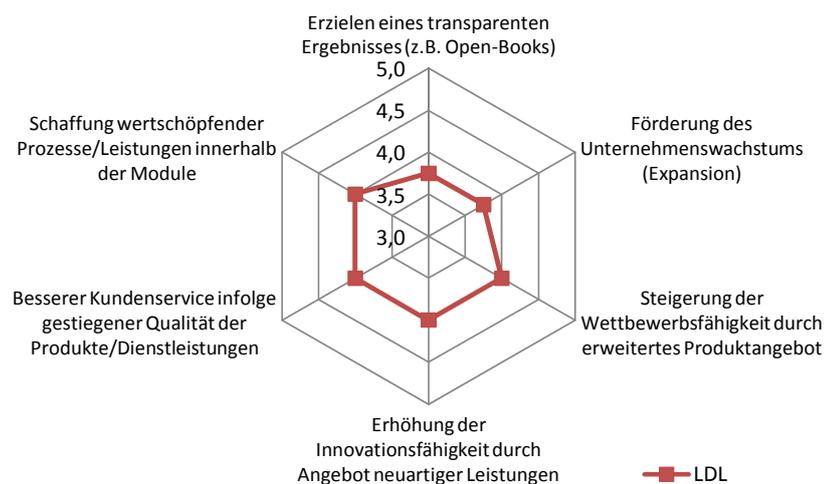


9.1.3. Anforderungen der LDL an die Umsetzung des Leitfadens

Anforderungen der LDL bei einer Umsetzung eines Betreibermodells Die Anforderungen der LDL wurden im Hinblick auf eine Kooperation zwischen ProdG und LDL im Rahmen eines Betreibermodells erfragt. Die Umsetzung eines Betreibermodells ist Teil des Leitfadens. Die Befragten waren aufgefordert, die jeweiligen Anforderungen auf den verschiedenen Ebenen (zielbezogene, ausschreibungsbezogene Perspektive, etc.) zu bewerten. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in der nächsten Abbildung dargestellt. Infolge der kurzen Abstände der Durchschnittswerte wurde die Skalierung von drei bis vier mit einem Intervall von 0,2 gewählt, um den geringfügigen Unterschied zu verdeutlichen. Im Hinblick auf die Ziele eines Betreibermodells beurteilen LDL die Schaffung wertschöpfender Prozesse und Leistungen innerhalb der Module und einen besseren Kundenservice infolge gesteigener Qualität der Produkte und Dienstleistungen mit einer hohen Wichtigkeit (Durchschnittswert=4). Weiterhin gehören ebenfalls die Erhöhung der Innovationsfähigkeit durch Angebot neuartiger Leistungen sowie die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch erweitertes Produktangebot zu den angestrebten Zielen eines Betreibermodells. Im Vergleich zu den genannten Anforderungen werden die Erzielung eines transparenten Ergebnisses und die Förderung von Unternehmenswachstum geringfügig differenziert betrachtet. Die Befragung ergab für diesen Punkt einen durchschnittlichen Wert von 3,8.

Anforderungen der LDL - Zielbezogene Perspektive

Anforderungen der LDL - Zielbezogene Perspektive
Durchschnittswerte auf einer Skala von 3 bis 5



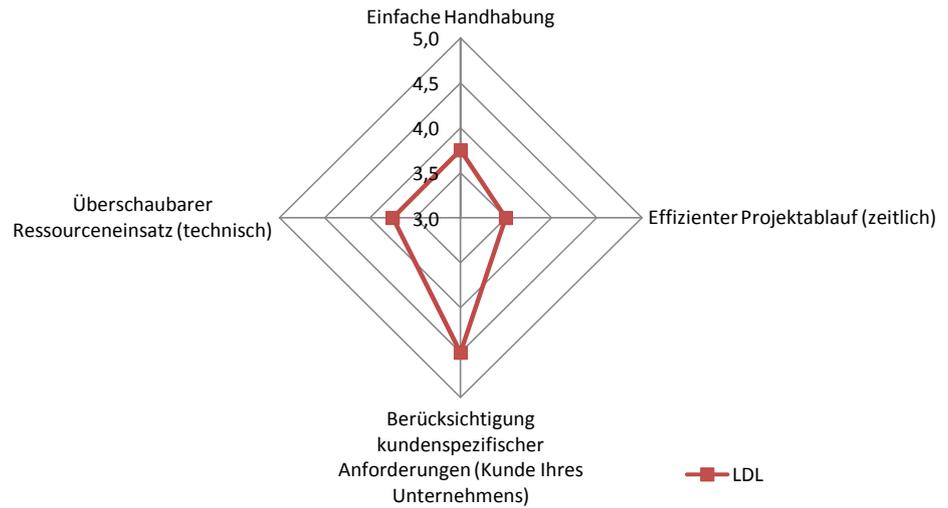
Anforderungen der LDL In der anwendungsbezogenen Sicht möchten die LDL kundenspezifische Anforderungen in der Umsetzung eines Betreibermodells berücksichtigen.

- Anwendungs- Alle weiteren Punkte werden im Durchschnitt zwischen drei und vier (wichtig bis wichtiger) bewertet. Die darauffolgende Darstellung eingeteilt nach der

bezogene Standardskalierung von drei bis fünf veranschaulicht diesen Zusammenhang.

Perspektive

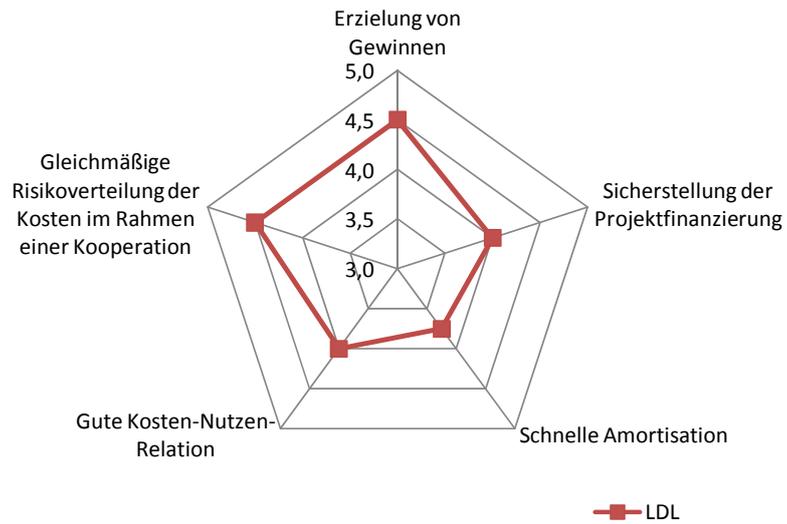
Anforderungen der LDL - Anwendungsbezogene Perspektive
 Durchschnittswerte auf einer Skala von 3 bis 5



**Anforderungen der
LDL
- Monetäre
Perspektive**

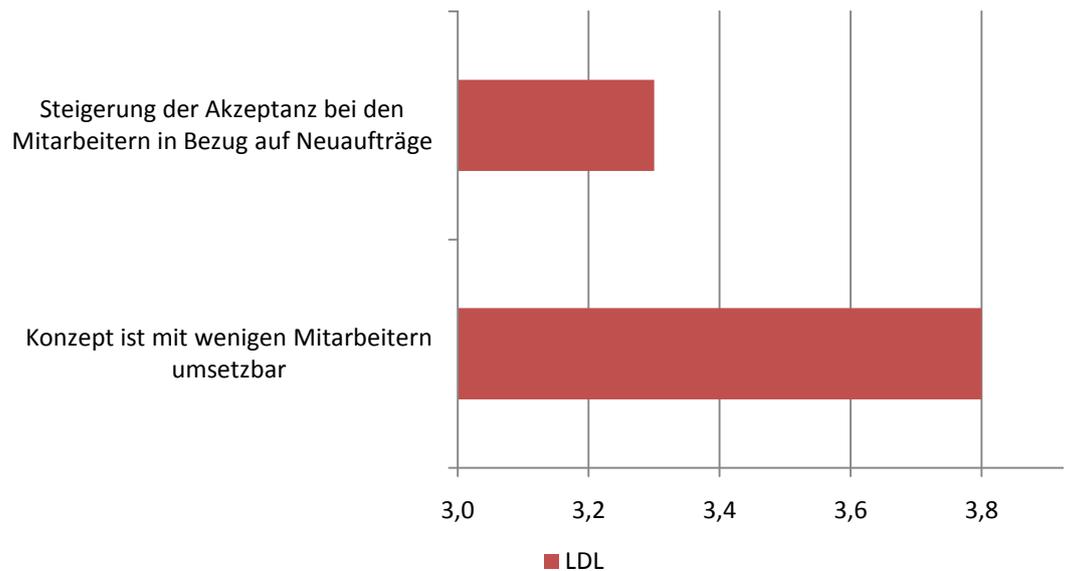
Im Bereich der monetären Anforderungen gewichten die LDL neben der Erzielung von Gewinnen die gleichmäßige Risikoverteilung der Kosten im Rahmen einer Kooperation genauso hoch wie die ProdG. Im folgenden Netzdiagramm ist dieser Zusammenhang durch den weiteren Abstand zur Mitte dargestellt.

Anforderungen der LDL - Monetäre Perspektive
Durchschnittswerte auf einer Skala von 3 bis 5



Anforderungen der LDL - Personelle Perspektive Eine Bewertung auf der Ebene der personellen Ressourcen führt zu dem Ergebnis, dass mit der Umsetzung und des Betriebens eines Betreibermodells nur wenige Mitarbeiter gebunden werden sollen. Aufgrund der zwei möglichen Antworten wird die Ergebnisdarstellung in einem Balkendiagramm bevorzugt.

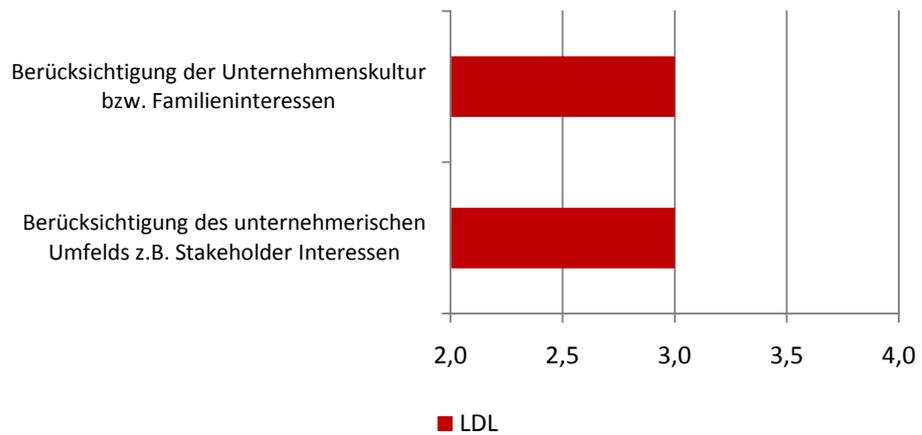
Anforderungen der LDL - Personelle Perspektive
Durchschnittswerte auf einer Skala von 3 bis 4



Anforderungen der LDL - Gesellschaftliche Perspektive Die Berücksichtigung der Unternehmenskultur bzw. Familieninteressen und des unternehmerischen Umfelds werden von ihrer Bedeutung für die LDL nicht allzu hoch bewertet (Durchschnittswert = 3) und dazu auch nicht differenziert. Die Ergebnisse in der gesellschaftlichen Perspektive werden aufgrund ihrer geringen Anzahl von zwei Antwortoptionen in dem folgenden Balkendiagramm veranschaulicht.

Anforderungen der LDL - Gesellschaftliche Perspektive

Durchschnittswerte auf einer Skala von 2 bis 4

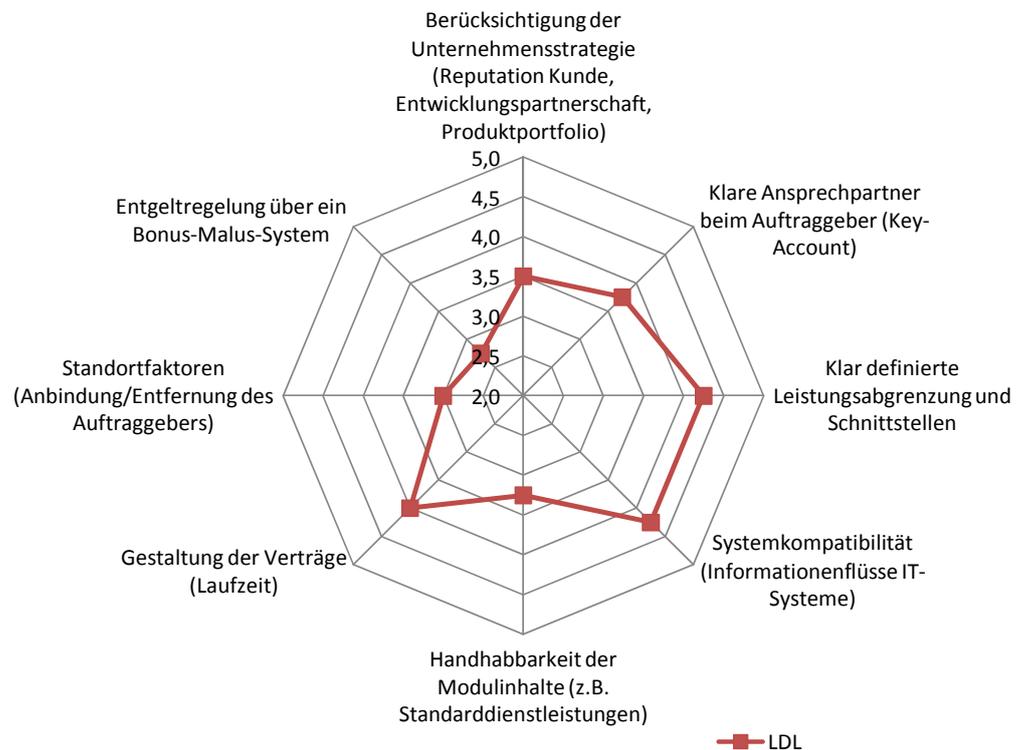


Anforderungen der LDL - Ausschreibungsbezogene Perspektive

Der folgende Punkt der ausschreibungsbezogenen Perspektive bezieht sich auf die Ausschreibungsanforderungen der LDL bei der Bewerbung um einen Auftrag, insbesondere in diesem Fall um eine Kooperation in einem Betreibermodell. Klar definierte Leistungsabgrenzung und Schnittstellen sowie eine hohe Systemkompatibilität sind an dieser Stelle als Forderung hervorzuheben. Des Weiteren ist die Gestaltung der Verträge, insbesondere im Hinblick auf die Laufzeit, von hoher Relevanz für die Umsetzung eines Betreibermodells. Dagegen priorisieren LDL nicht Standortfaktoren wie bspw. eine Anbindung an den Auftraggeber, da aus Dienstleistersicht eine gewisse Flexibilität hinsichtlich der Erfüllung von Aufträgen erforderlich ist. Außerdem ist eine Entgeltregelung über ein Bonus-Malus-System wenig ausschlaggebend in Bezug zu den anderen Anforderungen. Weitere Resultate sind dem kommenden Diagramm zu entnehmen, bei dem aus Gründen der Übersichtlichkeit die Skalierung beginnend mit zwei gewählt wurde.

Anforderungen der LDL - Ausschreibungsbezogene Perspektive

Durchschnittswerte auf einer Skala von 2 bis 5



9.1.4. Relevanz der identifizierten Anforderungen

Die wichtigsten aus dem Fragebogen identifizierten Ziele und Anforderungen werden in der folgenden Tabelle 48 zusammengefasst und gegenübergestellt. Während die Ergebnisse hinsichtlich des Leitfadens auf Antworten der KMU basieren, beziehen sich Anforderungen der LDL ausschließlich auf das zu entwickelnde Betreibermodell zwischen KMU und LDL.

Branche	Produzierendes Gewerbe	Logistikdienstleister
Bezugsebene bei der Umsetzung	Modularisierung und Betreibermodell	Betreibermodell
Zielbezogene Perspektive	<ul style="list-style-type: none"> Schaffung wertschöpfender Prozesse/Leistungen innerhalb der Module Besserer Kundenservice infolge gesteigerter Qualität der Produkte/Dienstleistungen Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch hohe Reaktionsfähigkeit Erzielung eines transparenten Ergebnisses 	<ul style="list-style-type: none"> Schaffung wertschöpfender Prozesse/Leistungen innerhalb der Module Besserer Kundenservice infolge gesteigerter Qualität der Produkte/Dienstleistungen Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit durch ein erweitertes Produktangebot Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch hohe Reaktionsfähigkeit
Anwendungsbezogene Perspektive	<ul style="list-style-type: none"> Einfache Anwendbarkeit Effizienter Projektablauf Berücksichtigung kundenspezifischer Anforderungen 	<ul style="list-style-type: none"> Berücksichtigung kundenspezifischer Anforderungen
Monetäre Perspektive	<ul style="list-style-type: none"> Erzielung von Kosteneinsparungen Gleichmäßige Risikoverteilung der Kosten im Rahmen einer Kooperation 	<ul style="list-style-type: none"> Erzielung von Gewinnen Gleichmäßige Risikoverteilung der Kosten im Rahmen einer Kooperation
Personelle Perspektive	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung der Akzeptanz bei den Mitarbeitern in Bezug auf organisatorische Veränderungen Entwicklung einer praxisorientierten und pragmatischen Problemlösung Konzept ist mit wenigen Mitarbeitern umsetzbar 	<ul style="list-style-type: none"> Konzept ist mit wenigen Mitarbeitern umsetzbar
Gesellschaftliche Perspektive	<ul style="list-style-type: none"> Berücksichtigung der sozialen Verantwortung der Geschäftsführung gegenüber den Mitarbeitern 	<ul style="list-style-type: none"> Hier: nur durchschnittliche Bewertung mit drei → differenzierte Antwort
Ausschreibungsbezogene Perspektive	<ul style="list-style-type: none"> nicht abgefragt 	<ul style="list-style-type: none"> Klar definierte Leistungsabgrenzung und Schnittstellen Systemkompatibilität (Informationsflüsse IT-Systeme) Vertragsgestaltung

Tabelle 48: Anforderungen der ProdG und LDL²⁵³

²⁵³ Eigene Darstellung

Bei der Entwicklung und Umsetzung des Leitfadens sollen die oben genannten Anforderungen erfüllt werden, um ein optimales Ergebnis für den Leitfaden zu erreichen. Einerseits bestehen Übereinstimmungen zwischen ProdG und LDL wie bspw. der bessere Kundenservice infolge gesteigerter Qualität hinsichtlich zielbezogener Anforderungen, andererseits setzen die beiden Befragungsgruppen (ProdG und LDL) andere Schwerpunkte bei den Anforderungen, die durch die Konstellation Lieferanten-Kunden-Beziehung bedingt sind. Beispielsweise steht die Erzielung von Kosteneinsparungen seitens der ProdG im Gegensatz zu der Erzielung von Gewinnen auf der Seite der LDL. Diese Besonderheiten müssen in einem Leitfaden berücksichtigt und umgesetzt werden.

Darüber hinaus müssen die Anforderungen an Ausschreibungen von Leistungen in Betracht gezogen werden, um LDL für eine partnerschaftliche Zusammenarbeit in Modularisierungsprojekte zu gewinnen. Gleichzeitig soll eine Umsetzung mithilfe des Leitfadens sicherstellen, dass die Kosten für Risiken einer solchen Kooperation gleichmäßig auf die Beteiligten verteilt werden. Diese Voraussetzung ist insbesondere für das ProdG wichtig, um die angesprochenen Ängste wie bspw. Kontrollverlust (vgl. Abschnitt 3) im Hinblick auf das Outsourcing durch Transparenz zu beseitigen.

9.2. Einführung in den Leitfaden zur Modularisierung

Das folgende Kapitel behandelt im Rahmen des Leitfadens die Modularisierung eines logistischen Systems bei KMU sowie Konzeption eines Betreibermodells zwischen KMU und LDL. Dieser Leitfaden unterstützt den Anwender in der Modularisierung durch die Einführung in die angewandten Methoden sowie praxisnahen Beispiele. Allerdings wird kein Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich der Detaillierung der vorgestellten Methoden erhoben. Für detaillierte Inhalte wird auf die einschlägige Literatur zu der jeweiligen Thematik verwiesen, die im Anhang dieses Abschlussberichts vorzufinden ist.

Der Leitfaden unterstützt Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU) des Produzierenden Gewerbes (ProdG) strukturiert bei der Modularisierung ihrer logistischen Systeme im Unternehmen vorzugehen und Transparenz zu schaffen. Mithilfe der logistischen Modularisierung werden KMU-spezifische Prozesse standardisiert. Unter einer Prozessstandardisierung ist eine eindeutige Definition und Dokumentation von Prozessabläufen zu verstehen. Ziel ist es, schrittweise Module zu bilden und zu gestalten, um anschließend auf Basis eines oder mehrerer ermittelten Module ein Betreibermodell mit einem Logistikdienstleister (LDL) zu gestalten. Die Entscheidung zum Outsourcing der Module wird mittels Outsourcingmethoden unterstützt.

Die Gestaltung eines Betreibermodells erfolgt mit dem Ziel, eine partnerschaftliche Grundlage zur Zusammenarbeit mittels vertrauensbildender und -fördernder Maßnahmen zu schaffen. Ebenso liegt an dieser Stelle eine strukturierte Vorgehensweise zur Vertragsgestaltung vor, die mithilfe von Checklisten nicht nur die Belange des KMU berücksichtigt, sondern durch einen erweiterten Fokus die Interessen eines Dienstleisters beachtet.

Der Leitfaden setzt sich aus zwei Abschnitten zusammen: Im ersten Abschnitt werden die Methoden zur Modularisierung eines logistischen Systems vorgestellt und in ihrer Anwendung erläutert. Die Ausführungen dieses Leitfadens beziehen sich vorwiegend auf die Phase II des Phasendiagramms der Modularisierung (siehe S. 196). Zur Durchführung der genannten Methodenschritte für Phase I folgen entsprechende Hinweise.

Der zweite Abschnitt beschreibt die Vorgehensweise für ein Betreibermodell, welches zunächst neben der Zieldefinition und der Auswahl des Gegenstandsbereichs Outsourcingmethoden (Leistungstiefengestaltung) beschreibt. Die sogenannte Leistungstiefengestaltung ermittelt diejenigen Module, die für eine weitergehende Betrachtung eines Betreibermodells Grundlage sind.

Eine Bewertung der dargestellten Vorgehensweise sowie die Konzeption eines Betreibermodells erfolgt im nächsten Kapitel. Darin werden unter anderem die Anforderungen der KMU sowie der LDL,

Handlungsempfehlungen nach der erfolgreichen Durchführung sowie die zu ergreifenden Maßnahmen zur Weiterentwicklung der Modularisierung erörtert.

Eine Voraussetzung für eine Anwendung des Leitfadens ist, dass KMU die Bereitschaft zeigen, eine Reorganisation und Neustrukturierung seiner unternehmensinternen Prozesse durchzuführen. Die Modularisierung ist eine Methode zur Strukturierung sowie Standardisierung der logistischen Prozesse im Unternehmen. Durch die umfassende Prozessbewertung muss ein zeitlicher Arbeitsaufwand berücksichtigt werden; demgegenüber stehen Vorteile und Nutzen aus dem Ergebnis der Modularisierung.

Das Konzept der Modularisierung eines logistischen Systems beruht auf ähnlichen Konzepten aus den Bereichen Produkte, Fabriken und Dienstleistungen. Beispielsweise sind Hardwarekomponenten eines Laptops das Ergebnis einer zielgerichteten Produktmodularisierung. In der Phase der Produktentwicklung werden ähnliche Funktionalitäten eines Laptops identifiziert und zu Einheiten zusammengefasst. Die gebildeten Einheiten können unabhängig voneinander entwickelt und produziert werden. Die Kommunikation zwischen den Komponenten wie bspw. Prozessor und DVD-Laufwerk erfolgt über definierte Schnittstellen. Ausgehend von den genannten Themenbereichen wird der Fokus bei der Modularisierung logistischer Systeme auf die Logistik gelegt.

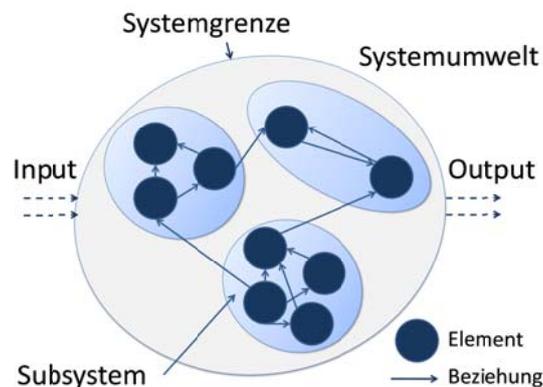
Das Ziel der Modularisierung ist nicht nur die Bildung von Modulen, sondern auch die Fähigkeit, Module innerhalb eines Baukastensystems einem Kunden anzubieten. Der Kunde kann sich wahlweise ein oder mehrere Module zu einer kundenindividuellen Variante analog zu der Konfiguration eines Automobils zusammenstellen. Im Folgenden wird dies als Variantenkonfiguration bezeichnet. Ausgehend von einem Modulbaukastensystem kann der Entwicklungsaufwand für den Kunden durch verkürzte Durchlaufzeiten verringert werden, da eine konkrete Kundenanforderung bereits durch vorhandene standardisierte Module erfüllt werden kann. Die fehlenden Module zur Leistungserfüllung der Anforderung können entsprechend entwickelt werden.

Was ist die Modularisierung eines logistischen Systems? Diese Frage lässt sich wie folgt beantworten: Ein logistisches System besteht aus mehreren Elementen, die in Beziehung zueinander stehen. Das Konzept der Modularisierung sieht vor, dass zwischen den Elementen sowohl weniger stark vernetzte Elemente als auch stark miteinander verknüpfte Elemente existieren. Elemente mit einer starken Beziehung zueinander werden zu Gruppen zusammengefasst und als Module bezeichnet, da sie als abgeschlossene Einheit für die Durchführung eines Prozesses verantwortlich sind. Beispielsweise können die Prozesse im Warenausgangsbereich (A) oder die Montage des Produkts XY (B) Module A und B in der Logistik sein. Die Komplettierung des Produkts XY ist in sich eine abgeschlossene Einheit (Modul B), in der die einzelnen Arbeitsschritte in einer stärkeren Verbindung zueinander als zu dem Modul A stehen. Die notwendigen

Informationen zur Erfüllung des Gesamtauftrags können über standardisierte Schnittstellen wie beispielsweise in Form eines Informationsflusses zwischen den beiden Modulen hergestellt werden.

Folgende Darstellung gibt einen schematischen Überblick über eine modulare Systemarchitektur sowie über die Eigenschaften eines Moduls. Ein Modul ist eigenständig und abgrenzbar. Es verfügt über eigene Ressourcen und definierte Schnittstellen zur Umgebung und bietet die Möglichkeit zum Betrieb in Ergebnis- oder Kostenverantwortung. Durch die Eigenständigkeit sowie Ergebnis- oder Kostenverantwortung ist ein Modul in der Lage, sich selbst zu optimieren, um die festgelegten Ziele zu erreichen. Aufgrund der geringen Abhängigkeiten zwischen den Modulen ist ein Modul austauschbar, wiederverwendbar und erweiterbar. Im Hinblick auf die Fremdvergabe eines Moduls kann ein Modul als Blackbox ausschließlich über die definierten Schnittstellen betrachtet werden. Mit der Schnittstellenspezifikation gewährt das KMU dem LDL eine freie Gestaltungsmöglichkeit, solange die Schnittstellen vom LDL berücksichtigt werden.

Was ist eine modulare Systemarchitektur? Eine modulare Systemarchitektur lässt sich anhand der folgenden Abbildung erläutern. Dabei stehen drei Eigenschaften im Vordergrund - die Logistikorientierung, die Eigenständigkeit und Abgrenzung zu anderen Bereichen sowie eigene Ressourcen und definierte Schnittstellen.



*Quelle: Klinkner, Thom (2005), S.33

Logistikorientierung

Ausgehend von den Anwendungsbereichen der Prozess-, Fabrik- und Produktplanung lassen sich Prozesse, Organisation, technische Anlagen und IT-Infrastruktur als zu beeinflussende Größen, sogenannte Gestaltungsobjekte, für die Logistik identifizieren. Die isolierte Betrachtung einer Größe kann zu einem Teilloptimum führen und durch die abgeleiteten Maßnahmen die anderen drei Größen negativ beeinflussen. Demnach ist eine ganzheitliche Vorgehensweise besonders für die Modularisierung eines logistischen Systems wichtig, da basierend auf den genannten Gestaltungsobjekten die Modultreiber festgelegt werden (siehe Abschnitt 9.3.3 auf Seite 145).

Eigenständigkeit und Abgrenzung zu anderen Bereichen

Das Modul bildet einen für sich abgeschlossenen Bereich, dessen Elemente eine ähnliche Struktur aufweisen, und kann eigenverantwortlich geführt werden. Das Ziel der Homogenität bzw. hohen Ähnlichkeit wird durch eine im Verlauf der Modularisierung angewandten Clusteranalyse verfolgt (siehe Abschnitt Module bilden).

Eigene Ressourcen und definierte Schnittstellen

Das Modul verfügt über eigene organisatorische Ressourcen wie bspw. Mitarbeiter und technische Ressourcen wie bspw. Gabelstapler. Der Informationsfluss zwischen den Modulen erfolgt über definierte bzw. standardisierte Eingangs- und Ausgangsschnittstellen.

Im Folgenden werden Vorteile der Modularisierung anhand der Flexibilität und Kostenorientierung, Reduzierung von Komplexität sowie Potential zum Outsourcing vorgestellt:

Flexibilität und Kostenorientierung ist ein klassischer Fall eines Zielkonflikts in der Produktion. Einerseits steht ein standardisiertes Massenprodukt, das kostengünstig bei geringer Flexibilität produziert wird, einem individuellen Produkt gegenüber, das flexibel auf Kundenbedürfnisse angepasst werden kann, aber gleichzeitig hohe Stückkosten verursacht. Das Konzept der Modularisierung setzt genau hier an, dem Kunden flexible, kostengünstige und kundenindividuelle Lösungen anzubieten. Das Ziel ist durch Kombination unterschiedlicher Module eine Variantenvielfalt an Leistungen zu erreichen. Die Austauschbarkeit eines Moduls durch ein Anderes oder Erweiterung um ein Weiteres sind die Grundvoraussetzung für eine flexible und schnelle Reaktion auf den kundenindividuellen Bedarf. Dieser Sachverhalt lässt sich gut am folgenden Beispiel veranschaulichen: Liegen standardisierte und kostengünstige Prozesse in Form von Modulen im Unternehmen vor, so können modulare Strukturen als Baukastensystem betrachtet werden und ermöglichen eine individuelle Zusammenstellung aus verschiedenen Wahloptionen wie in der folgenden Abbildung 29 dargestellt. Die Darstellung zeigt die Zusammenhänge des Zielkonflikts zwischen Flexibilität und Kostenorientierung sowie die Einordnung der Modularisierung.

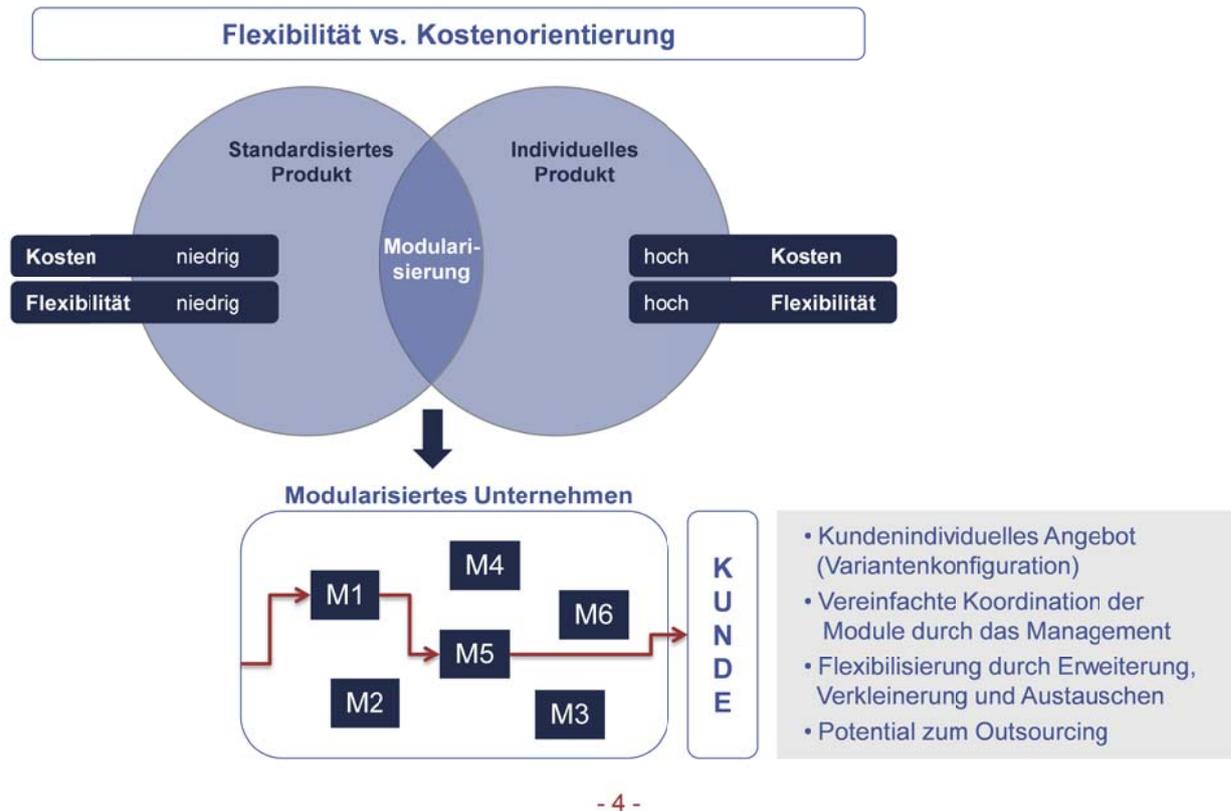


Abbildung 29: Flexibilität vs. Kostenorientierung²⁵⁴

Eine Reduzierung von Komplexität wird durch die Vorgehensweise zur Modularisierung erreicht, indem Bereiche schrittweise in Teilbereiche zerlegt und visualisiert werden. Die gebildeten Module haben eindeutig zugeordnete Ressourcen mit definierten Schnittstellen, die eine Koordination der Module für das Management vereinfacht. Darüber hinaus wird eine neue Unternehmensstruktur zugrunde gelegt, die durch die Standardisierung in übersichtlichen Modulen komplexitätsvermindernd zusammengefasst ist.

Sobald Module innerhalb eines Unternehmens vorliegen, besteht das Potential zum Outsourcing derjenigen Module, die nicht Kernkompetenz eines Unternehmens sind. Eine modular strukturierte Logistik ermöglicht einerseits die einfache Koordination der Module über die standardisierten Schnittstellen und grenzt klar die verwendeten Ressourcen voneinander ab. Die Module können in Kosten- und Ergebnisverantwortung betrieben werden. Dies führt zu einer Auswahl zwischen zwei möglichen Modulbetreibern. Entweder wird ein bestimmtes Modul durch den KMU betrieben oder das Modul wird von einem Dienstleister geführt. Letzteres hat den Vorteil, dass eine gesteigerte Modulleistung aufgrund der Spezialisierung des Modulbetreibers zustande kommen kann. Die Betrachtung eines Moduls aus KMU Sicht als Blackbox kann unter Umständen innovationsfördernd sein.

Des Weiteren erfolgt eine Abgrenzung der Modularisierung als alternative Strukturierungsweise von bekannten Sichtweisen der Logistik.

²⁵⁴ Eigene Darstellung

Logistik innerhalb einer funktionalen Organisation

Die Logistik als Teil einer funktionalen Aufbauorganisation stellt die Logistik entweder als eine Teilfunktion in den jeweiligen Funktionsbereichen eines Unternehmens oder auch als eigenen Funktionsbereich parallel zu anderen Bereichen dar.

Logistik innerhalb einer prozessorientierten Betrachtung

Prozessorientierung bedeutet, die unternehmensübergreifende und kundenbezogene Ausrichtung der logistischen Abläufe anhand von Prozessen wie z.B. der Auftragsabwicklung. Eine Logistik innerhalb einer funktionalen Organisation führt hingegen zu mehreren Schnittstellen innerhalb und außerhalb der Unternehmensgrenze, die einen zusätzlichen Koordinationsaufwand bedeuten.

Modularisierung als alternative Strukturierungsweise

Im Vergleich zu den beiden oben genannten Sichtweisen der Logistik setzt das Modularisierungskonzept logistischer Prozesse einen alternativen Blickwinkel zur Strukturierung an. Die Organisation des Unternehmens durch Module ist nicht mit dem Standpunkt der Logistik als Bestandteil einer funktionalen Aufbauorganisation gleichzusetzen. Die Vermutung liegt nahe, dass die gebildeten Module eben gerade durch die Modulbildung funktionale Bereiche mit reibungsverlustbehafteten Schnittstellen repräsentieren. Demgegenüber sind zwei Gründe zu nennen, warum die Modularisierung keine Aufbauorganisation ist:

1. Die Bestimmung von Modulen erfolgt unter Verwendung von Modularitätstreibern und Beachtung modularitätsspezifischer Merkmale. Es handelt sich nicht um eine willkürliche Zusammensetzung der Module, sondern um eine systematische Vorgehensweise mit dem Ziel Module durch Standards zu definieren. Darüber hinaus können die gebildeten Module Prozesse aus unterschiedlichen Funktionsbereichen beinhalten.
2. Die Schnittstellen der Module sind so ausgelegt, dass diese reibungsverlustfrei mit anderen Modulen kommunizieren können. Diese Auslegung von Schnittstellen unterscheidet sich von der Funktionalorganisation.

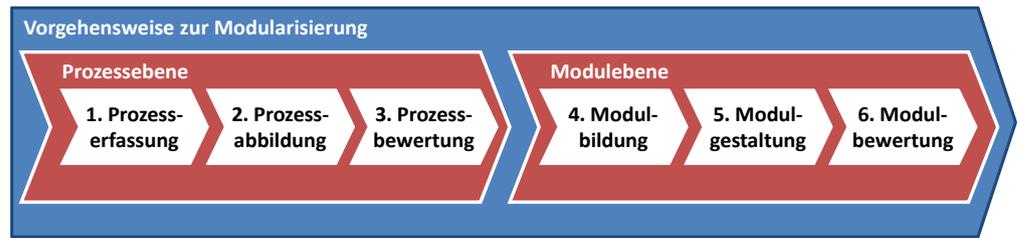
Von dem Prinzip der Prozessorientierung ist die logistische Modularisierung keineswegs entfernt. Während die Prozessorientierung die logistischen Abläufe im Hinblick auf den Kunden betrachtet, so ist die Modularisierung eine Zusammenfassung mehrerer Teilprozesse anhand definierter Kriterien. Durch Kombination verschiedener Module kann das unternehmenseigene Angebot an Leistungen an die individuellen Anforderungen des Kunden angepasst werden.

9.3. Methode und Vorgehensweise zur Modularisierung

Die im weiteren Verlauf dargestellten Methoden, insbesondere die Technik zur Bildung von Logistikmodulen, für die Vorgehensweise der Modularisierung sind sowohl auf der Grundlage der Erkenntnisse aus der wissenschaftlichen Literatur entstanden als auch unter Berücksichtigung der Anforderungen der Praxispartner in der Auswahl. Beispielsweise ist bei der Modularisierung eine Kombination verschiedener Verfahren ausgewählt worden, die ein einfaches, detailliertes und verständliches Vorgehen ermöglicht, das gleichzeitig anpassungsfähig und ganzheitlich erfolgt. Dazu zählen die bereits vorgestellten Abhängigkeitsmatrizen aus der DSM, die Verwendung von Modularitätstreibern sowie die Ansätze aus der Logistikmodularisierung. Die neuentwickelte Technik wird mithilfe eines statistischen Verfahrens zur Bildung von eindeutigen Modulen unterstützt. Die vor- und nachgelagerten Prozesse der Modulbildung offerieren Methoden, die einen hohen Detaillierungsgrad und eine einfache Anwendung ermöglichen. Es wird zu den einzelnen Ausführungen auf die folgenden Abschnitte verwiesen.

Die Methode bzw. Vorgehensweise zur Modularisierung gliedert sich in zwei Ebenen: Prozesse und Module. Es handelt sich um ein iteratives Verfahren, bei dem zunächst Prozesse erfasst (1.), abgebildet (2.) und bewertet (3.) werden. Nach der Prozessbewertung erfolgt anhand eines Zwei-Stufen-Verfahrens die Modulbildung (4.). Die darauffolgenden Schritte sind die Gestaltung (5.) und Bewertung (6.) der ermittelten Module. Diese Vorgehensweise zur Modularisierung bezieht sich auf die Phase II des Phasendiagramms. Die Phase I (Siehe S. 196 „Phasendiagramm der Modularisierung“) beginnt mit den ersten beiden Schritten (Prozessfassung und -abbildung) und endet mit den letzten beiden Schritten (Modulgestaltung und -bewertung). Infolge der fehlenden Modularisierungsbeispiele in der Praxis werden die Schritte drei und vier übersprungen.

Weitergehende Erläuterungen stehen im nachstehenden Abschnitt unter Phasendiagramm der Modularisierung. Die folgende Darstellung veranschaulicht einerseits den Ablauf zur Modularisierung und andererseits die verwendeten Methoden und Softwaretools zur Umsetzung des jeweiligen Prozessschritts. Hinter jeden der genannten Schritte stehen anwendungsorientierte Methoden, welche teilweise um ein softwaregestütztes Tool ergänzt sind. Weitergehende Informationen zu den einzelnen Methoden folgen im weiteren Verlauf.



	Prozess-erfassung	Prozess-abbildung	Prozess-bewertung	Modulbildung	Modul-gestaltung	Modul-bewertung
Methoden	n.a.	BPMN-Methode	n.a.	Dependency Structure Matrix	Steckbrief	Machbarkeits-analyse
				Cluster-Analyse	Mindmap	KVP-Verfahren
Vorgehens-weise	Anlehnung an Wertstrom-design	Prozess-modellierung	Matrizen aufstellen	Sortierung durch Software	Modul-beschreibung	Prüfung der Realisier-barkeit
	Prozess-aufnahme-model		Bewertung anhand Modultreiber	Übertragung in Excel	Modul-visualisierung	Ständige Qualitäts-prüfung
	Dokumente-erfassung		Matrizen zusammen-führen	Durchführung der Cluster-analyse		
	Funktions-beschreibung			Bewertung anhand der Homogenitäts-kriterien		
				Bestimmung der Clusteranzahl		
				Gruppierung		
Software	n.a.	Sem Talk	Excel	PSM32, WinSTAT	X-Mind	n.a.
Checkliste	Siehe 4.1.1	Siehe 4.1.2	Siehe 4.1.3	Siehe 4.1.4	Siehe 4.1.5	Siehe 4.1.6

Abbildung 30: Vorgehensweise zur Modularisierung²⁵⁵

²⁵⁵ Eigene Darstellung

9.3.1. Prozesse erfassen

Ziel	Ist-Analyse durch die Aufnahme des Gesamtbestands von unternehmensinternen Abläufen und Aktivitäten in Form von Prozessschritten. Vorbereitung auf die visuelle Prozessdarstellung.
Voraussetzung	Keine; Prozessdokumentationen bei Verfügbarkeit
Verantwortliche	Geschäftsführung bzw. Projektleiter
Beteiligte	Mitarbeiter aus den unterschiedlichen Unternehmensbereichen wie bspw. Produktion, Vertrieb, Distribution
Methode	Vorgehensweise in Anlehnung an das Wertstromdesign, Modell zur Aufnahme relevanter Prozesse sowie Vorgehensweise zur Beschreibung einer Funktion
Tools	Keine
Ablauf	Vorhandene Prozessdokumentationen im Unternehmen zusammentragen; Dokumentationen auf Aktualität und Richtigkeit sichten und prüfen; Datenaufnahme von bisher nicht dokumentierten Aktivitäten; Prozesse und Aktivitäten anhand der unten dargestellten Funktionsbeschreibung dokumentieren.
Organisation	Kontinuierlicher Ablauf neben dem Alltagsgeschäft
Aufwand	Abhängig von der Größe der beteiligten Bereiche → pro Abteilung zwischen fünf und zehn Manntage
Gliederung des Abschnitts	Unterstützendes Modell zur Aufnahme relevanter Prozesse Vorgehensweise angelehnt an Wertstromdesign Standardisierte Beschreibung von Funktionen

Unterstützendes Modell zur Aufnahme relevanter Prozesse Zur Orientierung bei der Aufnahme relevanter Prozesse eines Produkts kann folgendes Modell als Unterstützung dienen. Der Fokus bei KMU liegt auf dem operativen Bereich, der aus den Bereichen Einkauf/Beschaffung, Leistungserstellung sowie Vertrieb/Distribution besteht. Folgende Abbildung stellt das Modell mit den jeweils relevanten Bereichen dar.



Beschaffung/Einkauf

- Bedarfsermittlung (Dispositionslauf)
- Prüfung des Lagerbestandes (Reichweite)
- Angebot (Preise, Qualität)
- Lieferanten (Auswahl, Management, Bewertung)
- Wareneingang (WE-Prüfung, Zone, Zwischenlager)
- Innerbetrieblicher Transport
- Entladen des LKW
- Bestellung verfolgen
- (Eskalations-Prozess bei verspäteter Bestellung)
- Einlagerungsauftrag
- WE-Buchung
- WE-Papiere
- Bestellung aufgeben

Leistungserstellung/Produktion

- Gießen
- Sintern
- Schmieden
- Tiefziehen
- Bördeln
- Biegen
- Drehen
- Fräsen
- Bohren
- Läppen
- Montieren
- Schweißen
- Löten
- Kleben
- Lackieren
- Galvanisieren

Vertrieb/Distribution

- Anfrageerfassung
- Angebotserstellung
- Angebotsversendung
- Angebotsverfolgung
- Auftragsbearbeitung

Distribution

- Auslagerung
- Kommissionierung
- Verpacken und Label erstellen
- Bereitstellung im WA
- Beladung der LKW

Abbildung 31: Modell zur Aufnahme relevanter Prozesse

Vorgehensweise Die Ausgangslage für eine Prozesserfassung bildet folgendes Vorgehen in Anlehnung
angelehnt an an das Vorgehen beim Wertstromdesign. Für eine ausgewählte Produktfamilie werden
Wertstromdesign die relevanten Prozessabläufe erfasst.



Abbildung 32: Vorgehensweise angelehnt an das Wertstromdesign

Strukturierte Erfassung der Daten im Ist-Zustand Folgende Punkte müssen im oben genannten Schritt „Zeichnung Ist-Zustand und Erfassung Daten“ berücksichtigt werden. Die genannten Punkte sind detailliert im Anhang als Checkliste vorzufinden.

Interne Prozesse

- Prozessschritte
- Materialien und produkte
- Mengengerüst
- Zeitgerüst
- Kapazitäten
- Bestände
- Transportmittel
- Förderzeuge
- Mitarbeiter
- Wartung
- Störungen

In- und Outbound Prozesse

- Kunden
- Kundenbedarfe
- Lieferanten
- Materialbedarfe

Informationsfluss

- Ordermanagement
(bspw.: Status, Aufträge, Bedarfe, Bestellung, Dokumente)
- Reklamationen/After-Sales-Service

Layout

- Bauzeichnung des Standorts
- Maße und Platzbedarf von Maschinen und Materialflusstechnik
- Standort der Maschinen und Materialflusstechnik
- Lager- und Pufferplätze
- Transportwege
- Sozial- und Verwaltungsflächen
- Bauliche Layoutrestriktionen

Standardisierte Beschreibung von Funktionen

Die Beschreibung einer Prozessfunktion setzt sich aus einem Informations- und Verrichtungsobjekt zusammen. Eine Funktion ist eine fachliche Aufgabe bzw. Tätigkeit an einem (Informations-)Objekt zur Unterstützung eines oder mehrerer Unternehmensziele. Folgende Darstellung zeigt die Beschreibung einer Funktion anhand eines Beispiels.

Beschreibung einer Funktion

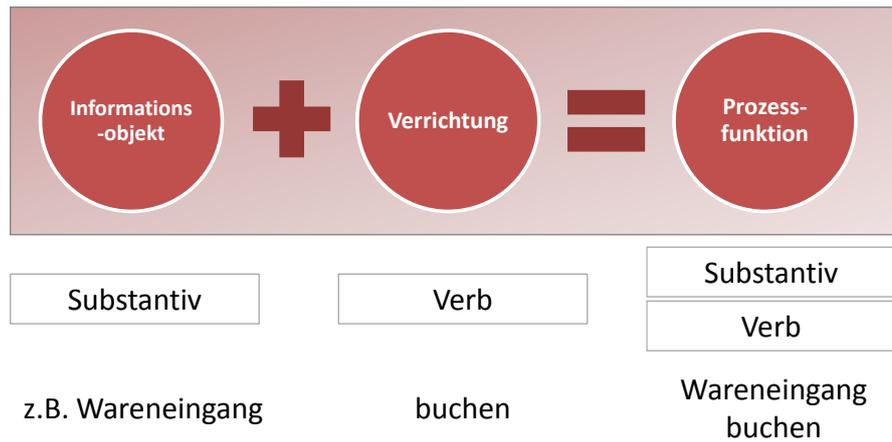


Abbildung 33: Standardisierte Beschreibung von Funktionen

Ergebnis Schritt 1

Es liegen umfangreiche und detaillierte Informationen über die Abläufe der unternehmensinternen Prozesse vor. Vorhandene Prozessdokumentationen sind überarbeitet und aktualisiert. Fehlende Daten sind durch die Analyse des Ist-Zustands erfasst worden. Die vorliegenden Prozesse können für die Eingabe im nächsten Schritt verwendet werden.

9.3.2. Prozesse abbilden

Ziel	Visuelle Darstellung der Prozesse aus der Ist-Analyse
Voraussetzung	Standardisierte Beschreibung der Prozessschritte (siehe Schritt 1)
Verantwortliche	Projektleiter
Beteiligte	Projektteam (bestehend aus Mitarbeitern aus dem Prozessmanagement bspw. Fertigung)
Methode	Business Process Modeling Notation-Methode (BPMN-Methode)
Tools	Software: SemTalk der Firma Semtation
Ablauf	Übertrag der standardisierten Abläufe in das Softwaretool
Organisation	Bildung eines separaten Teilprojekts „Prozesse abbilden“
Aufwand	Abhängig von der Menge der aufgenommen Prozesse und Erfahrung der Mitarbeiter bei dem Umgang mit der Software → 1 Manntag pro 30 Prozessschritte
Gliederung des Abschnitts	Kurvorstellung sowie Grundlagen BPMN-Methode Einführung in die Funktionalitäten von SemTalk

Kurvorstellung sowie Grundlagen BPMN-Methode

Die Grundlage für eine Prozessabbildung bildet die Business Process Modeling Notation (BPMN), das 2004 von der Object Management Group als ein Modell zur Geschäftsprozessmodellierung entwickelt wurde. Die Modellierung von Geschäftsprozessen wird durch die vier unten genannten Kategorien von Elementen beschrieben: Grundelemente, Verbindungselemente, Verantwortungsbereiche und kontextabhängige Erweiterungen.

Flow Objects

(Grundelemente)

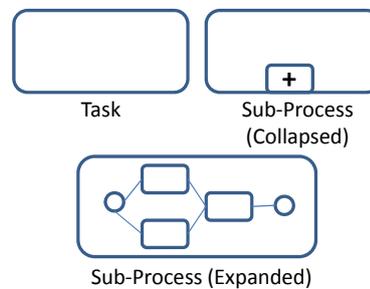
Event (Ereignis)

Ein Event ereignet sich während eines Geschäftsprozesses und beeinflusst dessen Ablauf. Es hat in der Regel einen Auslöser und/oder ein Ergebnis.



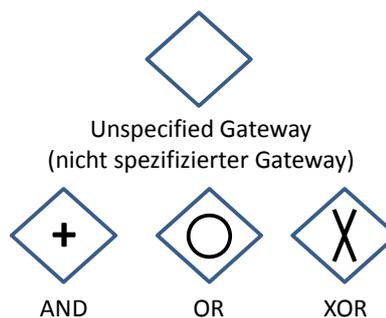
Activity (Aktivität)

Eine Activity repräsentiert die Arbeit/Tätigkeit in einer Firma. Eine Activity kann eine Task (Aufgabe) oder ein Sub-Process (Teilprozess) sein, der sich aus mehreren Tasks zusammensetzt.



Gateway (Verzweigung)

Ein Gateway dient der Kontrolle von Flows (Abläufen). Die Art der Kontrolle von AND, OR und XOR wird durch ein entsprechendes Symbol gekennzeichnet. Ein Gateway kann ein Entscheidungspunkt sein, parallele Flüsse zusammenführen oder aufspalten.



Connecting Objects Sequence Flow (Sequenzfluss)

(Verbindungselemente)

Durch Sequenzflüsse wird die Reihenfolge zwischen Grundelementen (Flow Objects) festgelegt.



Message Flow (Nachrichtenfluss)

Ein Nachrichtenfluss stellt den Nachrichtenaustausch zwischen zwei Prozessbeteiligten dar. Zum Beispiel ist in der Swimlane-Darstellung jeder Pool ein Prozessbeteiligter (siehe auch Teilabschnitt Pools/Swimlans unten).



Association (Zuordnung)

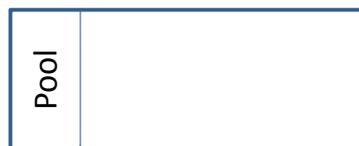
Durch Zuordnungen können Werkzeuge wie Datenobjekte (Data Objects) oder Anmerkungen (Annotations), Grundelementen (Flow Objects) zugeordnet werden. Sie zeigen den Input oder Output einer Activity.



Pools/Swimlanes
(Verantwortungsbereiche)

Pool

Ein Pool stellt einen Prozessbeteiligten dar und dient zur Abgrenzung von Aktivitäten voneinander und zur Zuordnung von Aktivitäten nach Zuständigkeitsbereiche.



Swimlane (Bahn)

Bahnen sind Unterteilungen eines Pools. Durch Bahnen werden Aktivitäten organisiert und kategorisiert.



Artifacts

(kontext-abhängige)

Data Object (Datenobjekt)

Erweiterungen) Datenobjekte zeigen, welche Art von Daten durch eine Aktivität erzeugt oder von ihr benötigt wird. Sie werden durch Zuordnungen mit Aktivitäten verbunden.



Group (Gruppe)

Eine Gruppe ermöglicht es, mehrere Aktivitäten optisch zu einer Gruppe zusammenzufassen. Der Sequenzfluss wird dadurch nicht beeinträchtigt.



Annotation (Anmerkung)

Zusätzliche Informationen können mithilfe von Anmerkungen im Diagramm angegeben werden.



Beispiel Ausschnitt Unternehmensprozesse

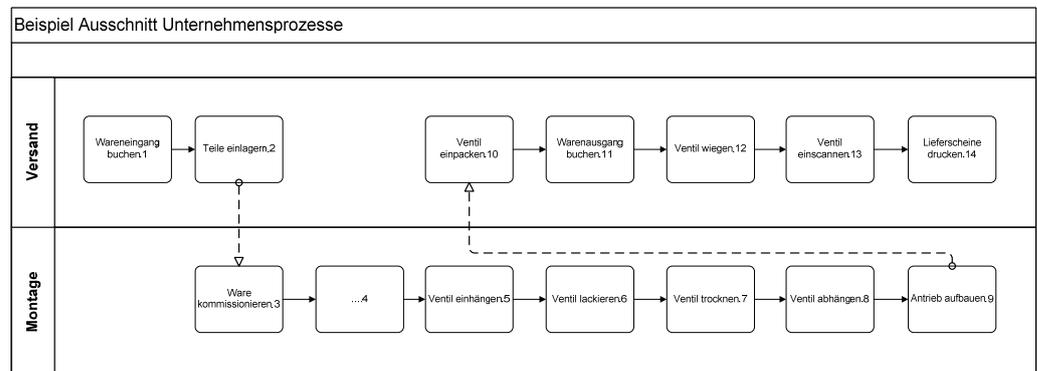


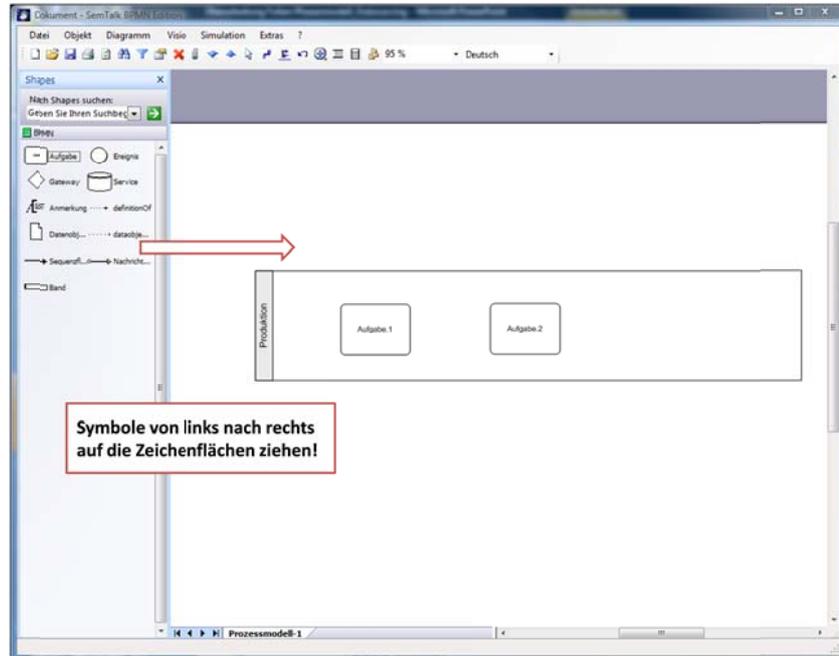
Abbildung 34. Beispiel für Unternehmensprozesse

Modellierungssoftware SemTalk

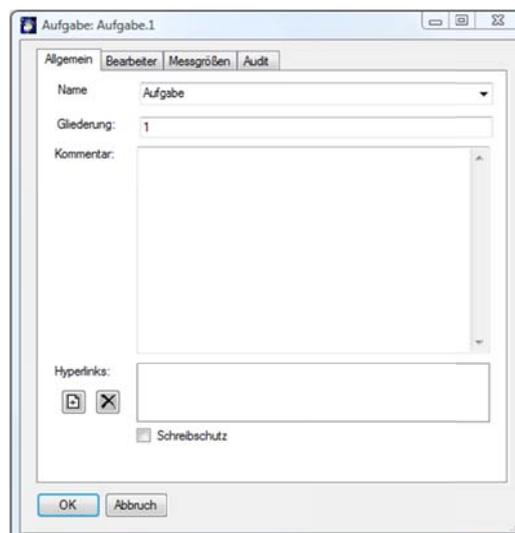
Die Modellierung von Geschäftsprozessen gemäß BPMN erfordert ein Softwaretool, das die Vorschriften der BPMN einhält und dem Anwender bei der Geschäftsprozessmodellierung unterstützt. Ein geeignetes Tool stellt SemTalk von der Firma Sementation dar. SemTalk ist eine auf Microsoft Visio basierende Software mit einer grafischen Oberfläche zur einfachen Modellierung.

Einführung
Funktionalitäten in
SemTalk

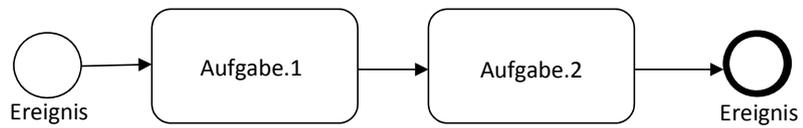
Die SemTalk Modellierungsumgebung besteht aus einer Zeichenblatt-Oberfläche und den dazugehörigen vordefinierten Shapes (Symbolen). Um einen Prozess zu modellieren, werden entsprechende Symbole auf das Zeichenblatt gezogen (siehe folgende Abbildung).



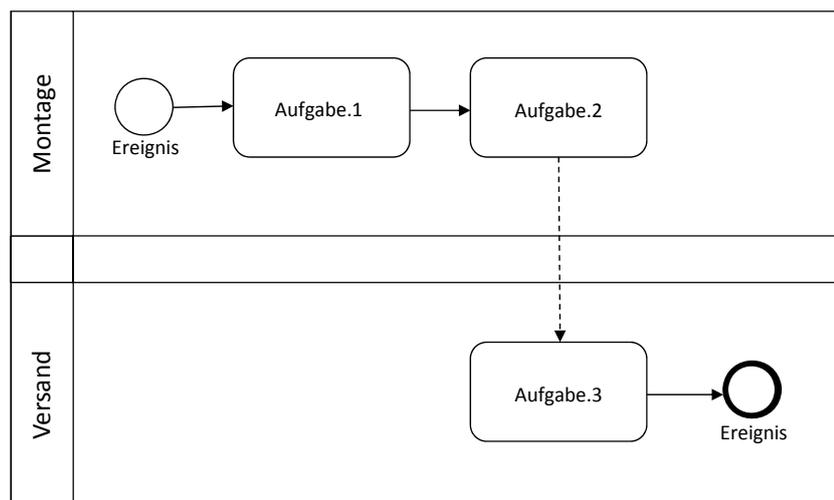
Jedes einzelne Symbol hat dabei eine eigene Bedeutung, z. B. beschreiben Rechtecke einzelne Tätigkeiten, Gateways hingegen stehen für Entscheidungen innerhalb des Prozesses. Ein Prozess beginnt immer mit einem Start-Ereignis und endet mit einem End-Ereignis. Den eingefügten Prozesselementen wird sofort ein Name über ein in den Vordergrund auftretendes Dialogfenster zugewiesen.



Um die Aufgaben zu verbinden werden Kanten (Pfeile) zwischen den Elementen gesetzt und somit die Reihenfolge der Aktivitäten festgelegt (Sequenzfluss). Ein erster noch nicht näher spezifizierter Prozess könnte wie folgt aussehen.



Der Bearbeiter (z. B. eine Abteilung) einer Aufgabe wird durch die Swimlane definiert. Innerhalb einer Swimlane befinden sich alle Tätigkeiten, die im Verantwortungsbereich des Bearbeiters liegen. Der Informationsaustausch zwischen einzelnen Swimlanes wird durch einen Nachrichtenfluss (gestrichelter Pfeil) dargestellt.



Teilprozesse werden in SemTalk mit Hilfe von unterschiedlichen Ebenen dargestellt. Für eine detailgetreue Beschreibung eines Prozessschrittes wird eine zweite Ebene angelegt. Einer Aktivität bzw. Aufgabe wird dabei ein eigener Prozess zugeordnet, der die Aufgabe näher beschreibt. Die verfeinerte Aktivität wird mit einem „+“ Zeichen markiert, als Hinweis auf die genauere Beschreibung auf einer zweiten/unteren Ebene. Bei der Verfeinerung wird ein neuer, leerer Prozess mit Start- und Endereignis erstellt. Für die jeweiligen Sequenz- oder Nachrichtenflüsse werden automatisch Schnittstellen zum Oberprozess angelegt.



Für detaillierte Informationen wird auf das Handbuch von SemTalk verwiesen sowie weiterführende Literatur.

Kosten und Lizenz SemTalk SemTalk-Lizenzen variieren zwischen 950 Euro für eine Einzelplatzlizenz und 3499 Euro für eine 5er-Lizenz (Stand: August 2009). Weitere Informationen über Preise und dem Produkt können auf www.semtalk.de eingeholt werden.

Ergebnis

Schritt 2

Die aufgenommen Prozesse liegen gegenwärtig strukturiert nach der BPMN-Methode in digitaler Form zur Verfügung. Unternehmensinterne Prozessabläufe sowie die dazugehörigen Verantwortlichkeiten stehen transparent zur Verfügung.

9.3.3. Prozesse bewerten

Ziel	Erstellen einer Gesamtmatrix mit Prozessen, die anhand von Modultreibern bewertet worden sind, zur Vorbereitung Modulbildung
Voraussetzung	Grafische Darstellung der Prozessschritte (siehe Schritt 2)
Verantwortliche	Projektleiter
Beteiligte	Interdisziplinäres Projektteam (bestehend aus Mitarbeitern aus den entsprechenden Bereichen)
Methode	Vorgehensweise zur Bewertung von Prozessen
Tools	Excel
Ablauf	Übertrag der aufgenommen Prozesse in Excel; Bewertung innerhalb von Matrizen anhand von Modultreibern; Erstellen einer Gesamtmatrix mit bewerteten Prozesse
Organisation	Bildung eines separaten Teilprojekts „Prozesse bewerten“
Aufwand	Abhängig von der Menge der aufgenommen Prozesse → 1 Manntag pro 30 Prozessschritte
Gliederung des Abschnitts	Vorgehensweise zur Bewertung von Prozessen Beispiel einer bewerteten Gesamtmatrix
Vorgehensweise zur Bewertung von Prozessen	Die Bewertung von Prozessen erfolgt schrittweise durch eine Aufstellung der aufgenommen Prozessschritte in drei Matrizen, einer Bewertung anhand von Modultreibern und anschließend der Zusammenführung der bewerteten Matrizen in einer Gesamtmatrix. Die ersten drei Matrizen werden jeweils unter dem Gesichtspunkt der drei Modultreiber Informationsfluss, Räumliche Anordnung sowie Ressourcen in einer n:n Beziehung aufgebaut. Die aus den Gestaltungsobjekten der Moduleigenschaft Logistikorientierung hergeleiteten Treiber lauten wie folgt:

Gestaltungsobjekte Logistik

Prozessorientierung

Organisation

Technische Anlagen

Informations- & Kommunikationssysteme

Modultreiber

→ Informationsfluss

→ Räumliche Anordnung

→ Ressourcen

→ Ressourcen

Vorgehensweise zur

Vorgehensweise zur Bewertung von Prozessen

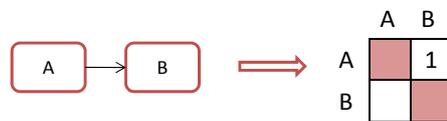
Bewertung von Prozessen



Abbildung 35: Vorgehensweise zur Bewertung von Prozessen

Matrizen aufstellen

Matrizen sind eine kompakte Darstellung von Beziehungsdiagrammen, die eine Verbindung von einem Punkt zu einem anderen veranschaulichen. Folgendes Beispiel veranschaulicht diesen Zusammenhang.



Der Eintrag des Werts eins in der Zeile A und der Spalte B verdeutlicht die Abhängigkeit zwischen A und B. Wenn ein Feld leer ist, besteht kein Zusammenhang zwischen zwei Objekten (Zeile B, Spalte A).

Eine n:n Matrix setzt sich aus n-Spalten und n-Zeilen zusammen. Die betrachteten Prozesse werden sowohl in die Zeilen als auch Spalten übertragen.

Beispiel für das Aufstellen einer Matrix

Wenn beispielsweise die folgenden Prozessschritte

- Ventil einhängen
- Ventil lackieren
- Ventil trocknen

vorliegen, dann baut sich die Matrix wie folgt auf:

	Ventil einhängen	Ventil lackieren	Ventil trocknen
Ventil einhängen			
Ventil lackieren			
Ventil trocknen			

Bewertung anhand Modultreiber Die erstellten Matrizen werden jeweils anhand eines Modultreibers bewertet. Informationsfluss, räumliche Anordnung sowie Ressourcen sind die identifizierten Treiber der Modularisierung.

Informationsfluss

Eingehende oder ausgehende Informationen bedeuten beispielsweise Status, Bedarf, Bestellung, Dokument in elektronischer oder Papier-Form. Darüber hinaus können ebenfalls technische Aktivitäten bzw. Verarbeitungsabläufe wie der MRP-Lauf zur Ermittlung von Bedarfen sein.

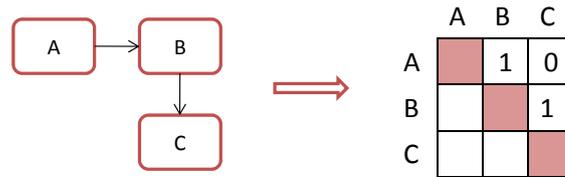
Räumliche Anordnung

Unter räumlicher Anordnung sind Prozessabläufe zu verstehen, die in unmittelbarer Nähe zueinander stattfinden. In konkreter Anwendung betrifft dieser Punkt den organisatorischen Ablauf und berücksichtigt auf räumlicher Ebene die Abgrenzung eines Moduls.

Ressourcen

Ressourcen können sowohl personell und als auch technisch sein. Zu den personellen Ressourcen zählen Mitarbeiter oder gesamte Abteilungen eines Unternehmens. Anlagen, Betriebsmittel sowie Informations- und Kommunikationssysteme (IKS) gehören zu den technischen Ressourcen. Beispielsweise werden Materialförderbänder zu Anlagen und Gabelstapler sowie Scanner zu den Betriebsmitteln gerechnet. IKS sind entweder Enterprise Resource Planning (ERP) und Customer Relationship Management Systeme (CRM) oder Production Planning System (PPS).

Die Bewertungsprozedur läuft wie folgt ab: Ein Prozessschritt aus einer Zeile wird mit einem Prozessschritt in der Spalte mittels null oder eins bewertet. Liegt eine Abhängigkeit zwischen Prozessschritt A und B unter beispielsweise Berücksichtigung des Modultreibers Informationsfluss vor, so wird eine eins eingetragen. Hängen die beiden betrachteten Schritte nicht miteinander zusammen, bleibt das Feld entweder leer oder eine null wird eingetragen. Der Bewertungsverlauf innerhalb einer Matrix erfolgt zeilenweise von oben nach unten und spaltenweise von rechts nach links.



Der gleiche Prozessschritt wird nicht mit sich selbst bewertet und bleibt leer (siehe rotes Feld). Demzufolge sind alle Felder entlang der Hauptdiagonalen leer bzw. mit dem Wert null. Darüber hinaus können ebenfalls Regelkreise in Betracht kommen, wenn eine klare gegenseitige Abhängigkeiten zwischen zwei Prozessschritten bestehen. Im diesem Falle eines Regelkreises werden Felder unterhalb der Hauptdiagonalen näher betrachtet.



Matrizen zusammenführen

Im letzten Schritt erfolgt eine Addition der drei Matrizen, die unter dem Gesichtspunkt Informationsfluss, räumliche Anordnung und Ressourcen bewertet worden sind, zu einer Gesamtmatrix. Die Werte in den Feldern variieren zwischen null und drei abhängig von der vorhergegangenen Bewertung aus den Modultreiber-Matrizen. Beispielsweise setzt sich ein Wert von drei in einem Feld zusammen, wenn im vornhinein ein Wert von eins für das gleiche Feld in den Matrizen Informationsfluss, Räumliche Anordnung und Ressourcen zugrundegelegt worden ist.

Gesamtbeispiel
Prozesse bewerten

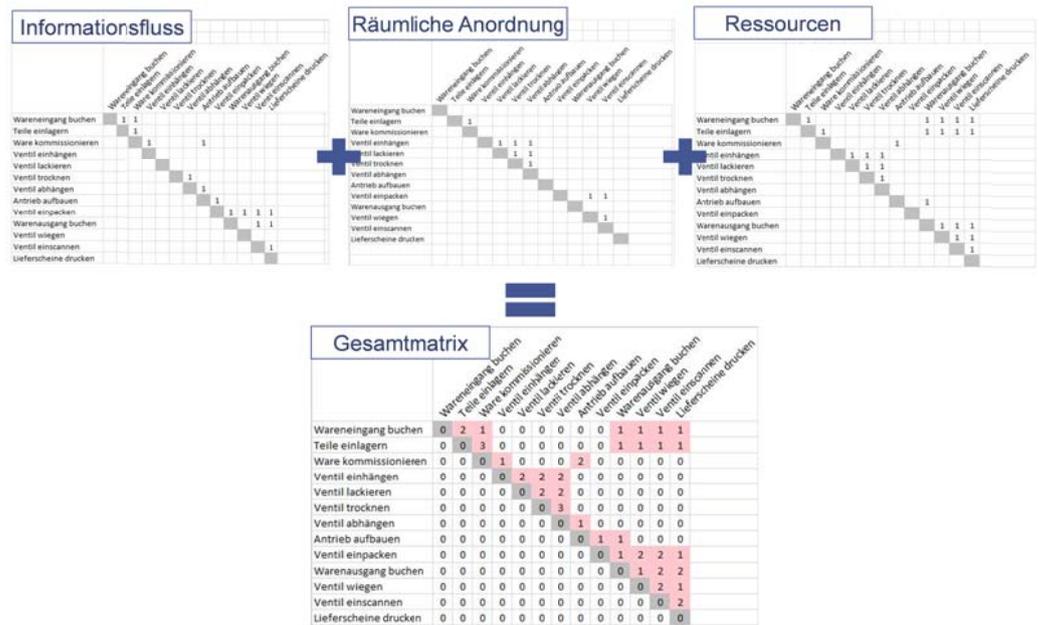


Abbildung 36: Gesamtbeispiel zur Prozessbewertung

Beispielhafte
Erläuterung

Im Folgenden soll exemplarisch die Zusammensetzung der Gesamtmatrix erläutert werden:

Matrix Informationsfluss

Wareneingang buchen wirkt sich unter der Beachtung des Modultreibers Informationsfluss auf den Prozessschritt Teile einlagern aus. Ein Transportauftrag zum Einlagern wird im Lagerverwaltungssystem generiert, wenn der Wareneingang gebucht worden ist. Ein Informationsfluss ist beispielsweise eine Statusmeldung im System. In diesem Zusammenhang besteht eine Abhängigkeit zwischen den beiden Schritten auf der Ebene des Informationsflusses und das Feld wird mit dem Wert eins belegt.

Matrix Räumliche Anordnung

Auf der Ebene der räumlichen Anordnung besteht kein Zusammenhang zwischen den betrachteten Prozessen. Folglich bleibt das Feld leer.

Matrix Ressourcen

Ein Vergleich der beiden Prozessschritte im Hinblick auf den Modultreiber Ressourcen führt zu dem Ergebnis, dass eine Abhängigkeit besteht. Konkret kommt an dieser Stelle ein Scanner als Betriebsmittel genauso wie ein Lagerverwaltungssystem zum Einsatz. Beide genannten Systeme fallen unter den technischen Ressourcen. Die

Abhängigkeit resultiert aus dem verwendeten Eingabesystem (Scanner), das mit dem Lagerverwaltungssystem kommuniziert. Das Lagerverwaltungssystem generiert im Anschluss den Transportauftrag zum Einlagern der Teile.

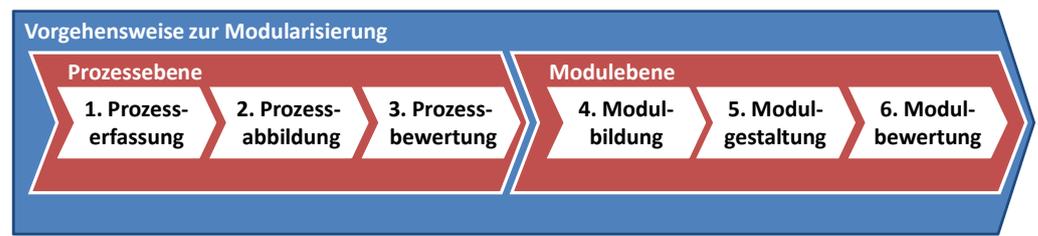
Gesamtmatrix

Addiert der Anwender alle drei Matrizen für diese Kombination, ergibt sich die Summe von zwei.

Die beschriebene Vorgehensweise ist für alle Kombinationen der Matrix zu befolgen.

**Ergebnis
Schritt 3**

Die Grundlage für die Modulbildung ist mit diesem Schritt geschaffen worden, indem eine Gesamtmatrix, die gleichzeitig eine Abhängigkeitsmatrix darstellt, mit Modultreiber bewerteten Prozessen erstellt worden ist.



Nach der Durchführung der Schritte eins bis drei ist die Grundlage für die Bildung der Module erarbeitet worden. Mit dem Schritt vier wird die Ebene der Prozesse verlassen und nach der Ermittlung der Gesamtmatrix mit den bewerteten Prozessen erfolgt die Identifizierung der Module anhand des folgenden Zwei-Stufen-Verfahrens auf der Ebene der Module. Nach der Bildung der Module folgen die inhaltliche Gestaltung der Module sowie eine Bewertung dieser hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit.

9.3.4. Module bilden

Ziel	Module bilden durch Abgrenzung der zuvor bewerteten Prozessen
Voraussetzung	Gesamtmatrix mit bewerteten Prozessen (siehe Schritt 3)
Verantwortliche	Projektleiter
Beteiligte	Projektteam (bestehend aus Mitarbeitern aus dem Prozessmanagement bspw. Fertigung)
Methode	Zwei-Stufen-Verfahren
Tools	Softwaretools: PSM32 und WinSTAT für jede Stufe
Ablauf	1. Stufe: Sortierung der Gesamtmatrix zur Abgrenzung erster vorläufiger Module 2. Stufe: Identifizierung einer optimalen Modulanzahl anhand definierter Ähnlichkeitskriterien (Homogenität)
Organisation	Bildung eines separaten Teilprojekts „Module bilden“
Aufwand	Aufgrund der Softwareunterstützung liegt der Aufwand ausschließlich in der Eingabe der Daten in die Systeme sowie Bewertung anhand der Kriterien für die Clusteranalyse → 5 Manntag pro 30 Prozessschritte
Gliederung des Abschnitts	1.Stufe: Einführung der Dependency Structure Matrix (Abhängigkeitsmatrix) → Dokumentation für die Anwendung der Software PSM32 bei der Bestimmung erster vorläufiger Module 2.Stufe: Einführung in die statistische Clusteranalyse anhand eines Beispiels → Dokumentation für die Anwendung der Software WinSTAT bei der endgültigen Modulbestimmung

**Zwei-Stufen-
Verfahren**

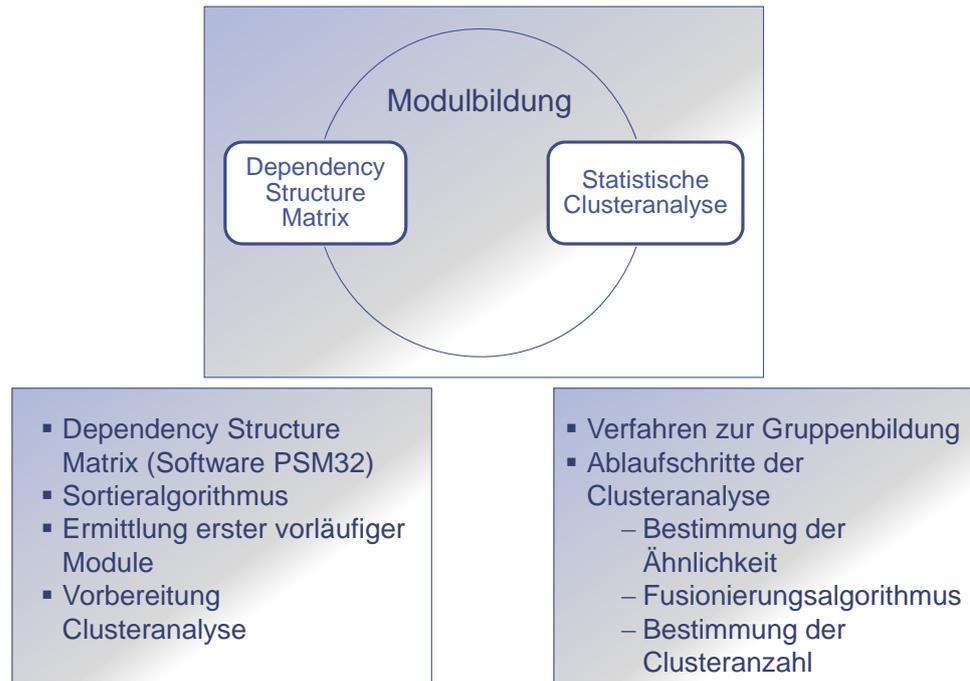


Abbildung 37: Zwei Stufen Verfahren

Einführung
Dependency
Structure Matrix

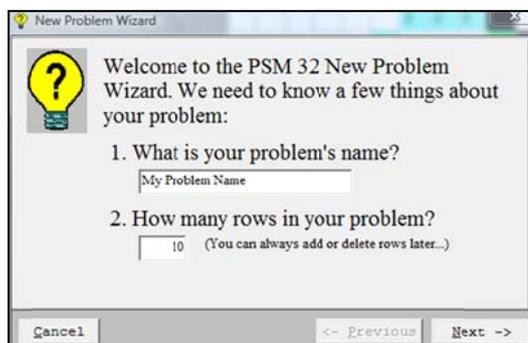
Die Modularisierung logistischer Systeme verfolgt das Ziel, Prozessschritte mit einer hohen Ähnlichkeit innerhalb von Modulen zusammenzufassen und von anderen Prozessen abzugrenzen. Die Identifizierung einer idealen Modulanzahl erfolgt zweistufig ausgehend von einer Dependency Structure Matrix (DSM). Eine DSM ist eine Abhängigkeitsmatrix, die eingangs im Rahmen der Prozessbewertung als Gesamtmatrix ermittelt worden ist. Das Ziel ist eine Sortierung der Matrix, um die ersten vorläufigen Module zu ermitteln. Die Matrix wird mittels eines Sortieralgorithmus umsortiert, der die bewerteten Felder entlang der Hauptdiagonalen der Matrix in Abhängigkeit der Wertigkeit (0, 1, 2, 3) anordnet. Das Ergebnis der Sortierung sind Blöcke, die Prozesse in einer engeren Abhängigkeit zueinander umfassen. Diese Module bilden die Basis für die Durchführung der Clusteranalyse, um anschließend die genaue Anzahl an Modulen zu ermitteln.

Kosten und Lizenz der Software PSM32

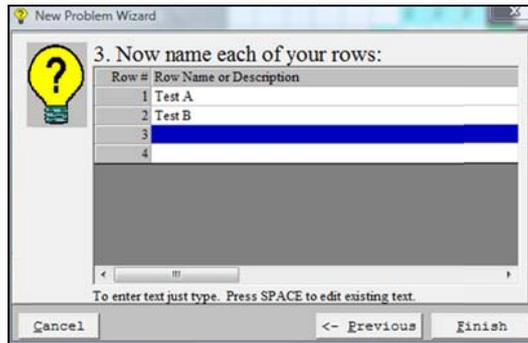
Einen solchen Sortieralgorithmus stellt die Software PSM32 bereit. Das Programm kann auf der Website www.problematics.com heruntergeladen werden. Der Preis für eine registrierte Version dieses Tools muss unter der Email-Adresse sales@problematics.com erfragt werden.

Anwendung der Software PSM32

Nachdem PSM32 gestartet wird, muss zunächst eine Matrix als neues Projekt angelegt werden. Ein neues Projekt öffnet sich durch das Betätigen des folgenden Buttons . Es öffnet sich ein Fenster mit der Aufforderung zur Eingabe eines Projekttitels sowie der erforderlichen Reihen in der Matrix. Anschließend den <Next>-Button betätigen.



Im dritten Schritt ist eine Beschriftung der jeweiligen Reihen erforderlich. Nach der Beschriftung der Reihen ist der <Finish>-Button zu drücken.



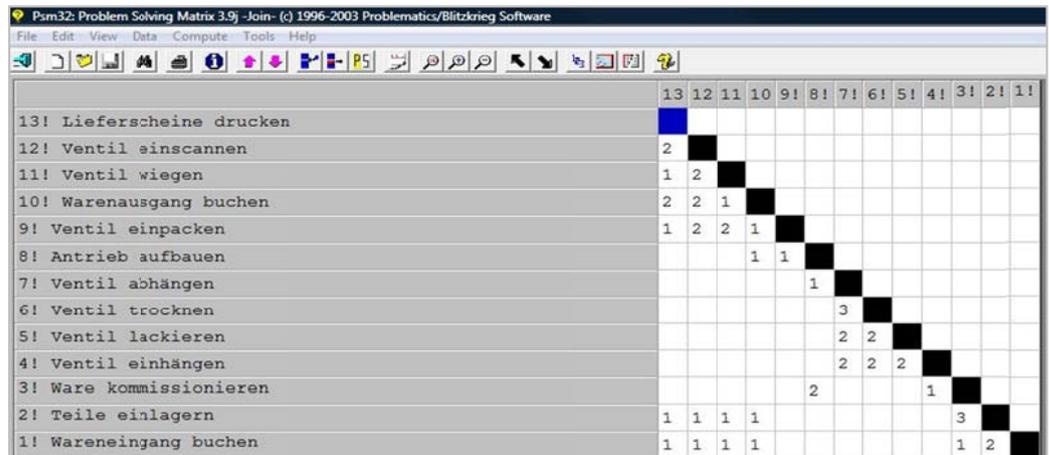
Folgende Matrix wird generiert.



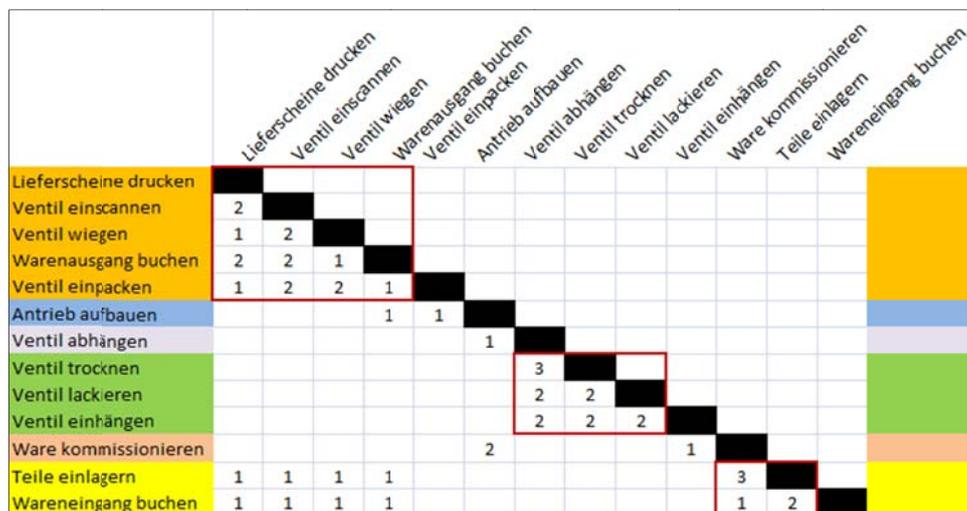
Die Werte aus der Gesamtmatrix in dem Schritt „Prozesse bewerten“ werden in die Matrix des PSM32-Programms übertragen. Die Sortierung der Matrix erfolgt durch das

Betätigen des Sortierungsbuttons .

Beispiel Ergebnis nach Sortierung



Übertrag in Excel für Clusteranalyse



Erste Module werden durch eine farbliche Hervorhebung und Umrandung innerhalb der Matrix identifiziert. Das Kriterium zur Erkennung eines Moduls ist die Anordnung der Ziffern in einem Block unterhalb der Hauptdiagonalen. Ausgehend von einer horizontalen mit Zahlen belegten Reihe wird die Umrandung bis zur Diagonalen gezogen, um darauffolgend einen Block zu bilden. Daraus ergeben sich die ersten ermittelten Module (siehe Blockumrandung). Allerdings können nicht alle Prozesse eindeutig einem Modul zugeordnet werden. Aus diesem Grunde ist eine weitergehende Analyse des Systems erforderlich. Für diese Aufgabenstellung bietet sich die Clusteranalyse an, die mit ihrem Verfahren untersuchte Elemente (Prozessschritte) ähnlicher Eigenschaft gruppiert. Genau diese Ähnlichkeit anhand definierter Kriterien ist eine Eigenschaft von Modulen. Im Folgenden wird eine kurze Einführung in die Statistische Clusteranalyse gegeben, anschließend erfolgt eine Beschreibung der Durchführung anhand einer Statistiksoftware.

Einführung Statistische Clusteranalyse

Die Clusteranalyse ist ein Verfahren zur Gruppenbildung. Es existieren unterschiedliche Verfahren, die dennoch ein gleiches Ablaufschema gemeinsam haben. Das Schema sieht wie folgt aus:

- Bestimmung der Ähnlichkeit
- Fusionierungsalgorithmus (Zusammenfassung)
- Bestimmung der Clusteranzahl

Im Folgenden werden zunächst kurz die einzelnen Schritte einer Clusteranalyse anhand eines einfachen Beispiels erläutert. Für die Berechnung ähnlicher Gruppen wird ebenfalls eine Software verwendet, die dieses Ablaufschema durchläuft. Die Bestimmung von Gruppen bzw. Modulen ist ein wesentlicher Bestandteil der Modularisierung. Nähere Informationen zu der Software folgen weiter unten.

Bestimmung der Ähnlichkeit

Für jeweils zwei Objekte wie beispielsweise Personen (siehe Beispiel unten!) werden die Ausprägungen der zu vergleichenden Merkmale wie bspw. Größe und Gewicht geprüft und Unterschiede bzw. Übereinstimmungen durch einen Zahlenwert gemessen. Dieser Wert stellt eine Distanz zwischen den betrachteten Personen dar. Die Berechnung der Differenz erfolgt paarweise, hier Personen, für jedes Merkmal. Anschließend werden die Ergebnisse aus dem paarweisen Vergleich addiert.

Beispiel
Clusteranalyse

Die folgende Ausgangsmatrix veranschaulicht Personen A bis E, die anhand der Merkmale Größe, Gewicht und Alter auf einer Bewertungsskala ein bis sieben bewertet worden sind.

Merkmale	Größe	Gewicht	Alter
Person			
A	1	2	1
B	2	3	3
C	3	2	1
D	5	4	7
E	6	7	6

Paarweiser Vergleich erfolgt zwischen den Personen beginnend mit A und B usw.. Der Abstand bzw. die Distanz zwischen den Merkmalsausprägungen von A und B wird für jedes Merkmal (Größe, Gewicht, Alter) ermittelt. In der nachstehenden Tabelle ergibt sich der Feldwert sechs bei B und A auf folgende Weise:

$$(A,B) = (1-2)^2 + (2-3)^2 + (1-3)^2 = 1+1+4 = 6$$

Person	A	B	C	D
B	6			
C	4	6		
D	56	26	44	
E	75	41	59	11

Nach der Berechnung der Abstände für alle verfügbaren Kombinationen aus Paaren beginnt der erste Durchlauf für eine Gruppierung von zwei Personen zu einem Cluster (Gruppe). Das Gruppierungskriterium innerhalb eines Durchlaufs ist stets der kleinste, errechnete Abstand in der Tabelle. Im vorliegenden Fall führt der Wert vier zur Gruppierung der Personen A und C.

Fusionierungs-
algorithmus

In einem zweiten Schritt werden die ermittelten Werte zu Gruppen anhand des Kriteriums Merkmalsübereinstimmung zusammengefasst, bis alle Fälle in einer einzigen Gruppe liegen. Das hier verfolgte Ziel sind einheitliche Cluster.

Beispiel
Gruppenbildung

Zunächst schrittweise Gruppenbildung: hier wird der Abstand der gebildeten Gruppe A,C zu den restlichen Personen berechnet. A,C haben den geringsten Abstand bzw. eine hohe Ähnlichkeit zu B, so dass B mit der zuvor gebildeten Gruppe A,C zusammengefasst wird.

Person	A,C	B	D
B	6,667		
D	65,333	26	
E	88,000	41	11

Im darauffolgenden Durchlauf werden die Personen A,C,B als gemeinsame Gruppe mit den restlichen Personen verglichen, um anschließend zusammengefasst zu werden.

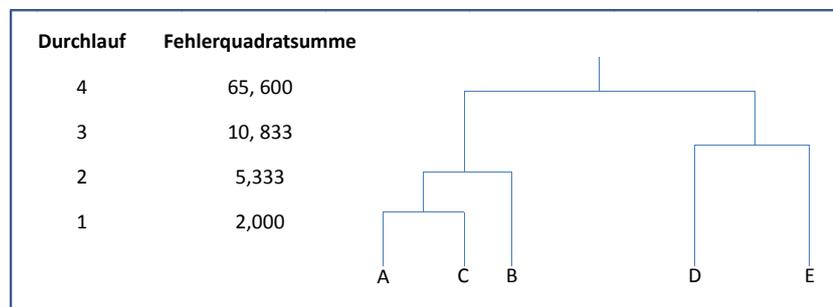
Person	A,C,B	D
D	60,333	
E	84, 833	11

Bestimmung der Clusteranzahl

Bei der Auswahl der bevorzugten Clusteranzahl besteht ein Zielkonflikt zwischen der Handhabbarkeit im Sinne einer geringen Clusteranzahl und der Ähnlichkeitsanforderung betrachteter Module repräsentiert durch eine große Anzahl an Clustern. Das Prinzip bei der Selektion von Cluster lautet, je mehr Cluster in einer Gruppe zusammengefasst werden, desto unähnlicher werden diese aufgrund ihrer zunehmenden Distanzen. Die beste Anzahl von Clustern kann mit Hilfe eines Diagramms, dem sogenannten Dendrogramm, ermittelt werden. Im Dendrogramm werden die Abstände zwischen den gebildeten Gruppen grafisch durch Klammern dargestellt. Eine Auswahl der besten Clusteranzahl orientiert sich nach statistischen Kriterien. Die Stelle mit dem größten Abstand zwischen zwei Gruppen repräsentiert die auszuwählende Clusteranzahl.

Beispiel Darstellung Clusteranalyse im Dendrogramm

Die Distanz zwischen zwei Personen kann ebenso mit Hilfe der Fehlerquadratsumme angegeben werden, da es sich um einen anderen Begriff mit sinngemäßer Bedeutung handelt. Folgende Abbildung stellt das hier vorgestellte Beispiel im Dendrogramm dar.



Das Dendrogramm zeigt mit der Angabe A, C, B etc. in sortierter Reihenfolge die untersuchten Objekte. Darüber sind klammerförmige Balken zu sehen, die einerseits die zusammengefassten Objekte und andererseits die Abstände zwischen zwei Durchläufen visualisieren. In diesem vorliegenden Beispiel wird die Distanz bzw. Fehlerquadratsumme nach Durchlauf drei am größten von allen vier. Demzufolge ist die Entscheidung zu treffen, ob ein oder zwei Cluster als beste Lösung herangezogen werden können. Aufgrund der hohen Distanz nach dem vierten Durchlauf ist die beste Lösung aus zwei Cluster heranziehen. Cluster eins besteht aus A,C,B und Cluster zwei dementsprechend aus D,E.

Anwendung der

Zur Durchführung der Clusteranalyse sind Bewertungskriterien erforderlich, um die

Clusteranalyse auf die Modularisierung vorläufig ermittelten Module zu beurteilen. Aus den Eigenschaften eines Logistikmoduls lassen sich sogenannte Homogenitätskriterien ableiten. Homogenitätskriterien (Ähnlichkeitskriterien) stehen für die Eigenständigkeit und Abgrenzungsfähigkeit eines Moduls. Sie werden zur Berechnung auf einer Bewertungsskala von eins bis drei herangezogen und bilden den Ausgangspunkt für eine weitergehende Untersuchung. Folgende Abbildung veranschaulicht die Homogenitätskriterien und deren Ausprägung.

Homogenitätskriterien Modularisierung

Qualität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 → keine bzw. eine untergeordnete Qualitätsanforderung ▪ 2 → mittlere Qualitätsanforderung ▪ 3 → hohe Qualitätsanforderung
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 → keine bzw. eine untergeordnete Kostenfaktor ▪ 2 → mittlere Kostenfaktor ▪ 3 → hohe Kostenfaktor
Zeit/Termine	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 → keine bzw. eine untergeordnete zeitkritische Bedeutung ▪ 2 → mittlere zeitkritische Bedeutung ▪ 3 → hohe zeitkritische Bedeutung
Personal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 → geringe Qualifizierung ▪ 2 → mittlere Qualifizierung ▪ 3 → hohe Qualifizierung
Dezentrale Steuerung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 → geringe Anforderung ▪ 2 → mittlere Anforderung ▪ 3 → hohe Anforderung

Das Kriterium Qualität dient zur Abschätzung der Anforderung an die zu erbringende Leistung innerhalb eines Moduls. Je höher die Qualitätsanforderung ist, desto höher können die Kosten zur Erbringung der Leistung sein. Unter Kosten sind die anfallenden Kosten eines Moduls zu sehen. Beispielsweise verursachen bestimmte Prozesse höhere Kosten im Vergleich zu anderen. Wenn Prozesse unter dem Gesichtspunkt zeitkritischer Umsetzung fallen, wird durch eine entsprechende Bewertung der Faktor Zeit/Termine berücksichtigt. Ebenfalls wird durch das Merkmal Personal die Qualifizierung des einzusetzenden Personals innerhalb eines Moduls im Rahmen dieser Bewertung beachtet. Das letzte Kriterium ist die Anforderung an die dezentrale Steuerung von Prozessabläufen. Anhand der Ausprägung eins bis drei kann der Anwender seine entsprechende Gewichtung in Abhängigkeit des Inhalts vornehmen.

**Beispiel Bewertung
anhand von
Homogenitäts-
kriterien**

Kriterien							
Modulnamen	Qualität	Kosten	Zeit/Termine	Personal	Dezentrale Steuerung		
Modul A	3	2	3	2	1	Lieferscheine drucken	} Modul A
Modul B	3	1	2	3	1	Ventil einscannen	
Modul C	1	1	2	1	1	Ventil wiegen	
Modul D	1	1	3	1	1	Warenausgang buchen	
Modul E	3	2	3	3	3	Ventil einpacken	
Modul F	2	2	1	1	3	Antrieb aufbauen	-> Modul B
						Ventil abhängen	-> Modul C
						Ventil trocknen	} Modul D
						Ventil lackieren	
						Ventil einhängen	
						Ware kommissionieren	-> Modul E
						Teile einlagern	} Modul F
						Wareneingang buchen	

Das obere Beispiel zeigt die an den Homogenitätskriterien bewerteten Module. Anhand des Moduls A soll ein Bewertungsbeispiel vorgestellt werden. Da Modul A in unmittelbarem Bezug zu dem Kunden stehen wird, ist eine hohe Qualitätsanforderung gestellt. Eine gleichhohe Bewertung fällt bei dem Kriterium Zeit/Termine, da eine Abwicklung zeitkritisch ist und somit zeitnah zu erfolgen hat. Die anfallenden Kosten für die Abwicklung sind in diesem Abschnitt als mittleren Faktor einzustufen. Ebenso kommt eine mittlere Qualifizierung des Personals in Frage, da einerseits Kundenanforderungen zügig durchgeführt und andererseits die verwendeten Systeme eine mittlere Qualifizierung erfordern. Das letzte Kriterium der dezentralen Steuerung wird in diesem Kontext aufgrund der Abläufe innerhalb des Moduls als gering angesetzt.

**Software-
unterstützung
durch WinSTAT**

Dendrogramme zur Identifizierung der besten Clusteranzahl werden mittels der Software WinSTAT erstellt. Die obere Matrix mit den Kriterien liegt in Excel vor und dient zugleich als Berechnungsgrundlage. Als Ergebnis erhält man folgende Visualisierung.

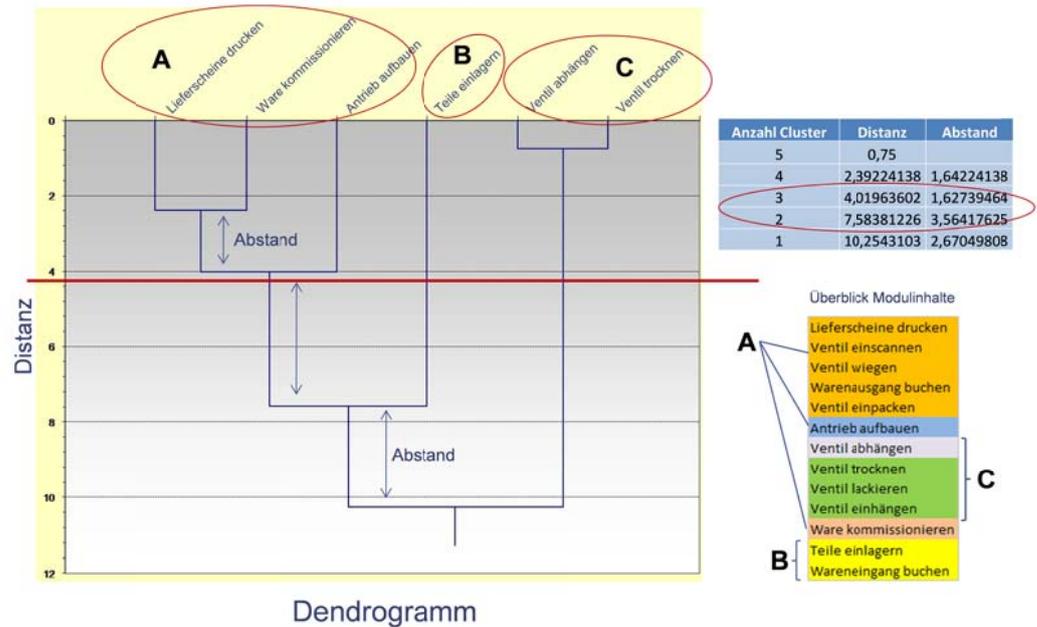


Abbildung 38: Dendrogramm

Das obere Beispiel liest sich von oben nach unten und veranschaulicht die gebildeten Gruppen nach der Berechnung der Distanz. Wenn der Anwender von oben nach unten liest, verringert sich die Anzahl der Cluster. Dies wird durch die eingezeichneten balkenförmigen Klammern verdeutlicht. Bisher gebildete Gruppen verschmelzen mit jedem Durchlauf bei der Berechnung der Distanz in einer anderen Gruppe. Beispielsweise hat Lieferscheine drucken mit Ventil trocknen zunächst die geringste Ähnlichkeit (=größte Distanz), da sie erst im letzten Schritt in einer Gruppe zusammengefasst werden.

Ermittlung der besten Clusteranzahl:

1. Es wird diejenige Stelle herausgesucht, bei der zwischen der Verschmelzung zweier Gruppen der Abstand am größten ist.
2. Wenn die betroffene Stelle identifiziert ist (siehe horizontale rote Linie), dann liegt eine Entscheidung zwischen zwei Lösungen unterschiedlichen Clusteranzahl vor (hier: zwischen zwei oder drei Cluster).
3. Die Entscheidungsregel lautet: Wähle die Anzahl Clustern, die am größten von den beiden vorliegenden Fällen ist.
4. Fällt die Entscheidung auf die kleinere Clusteranzahl, existiert eine Lösung mit Clustern, die aufgrund der großen Distanz eine sehr hohe uneinheitliche Eigenschaft (Unähnlichkeit) aufweisen.

5. Daraus resultiert die Entscheidung, drei Cluster bzw. Module auszuwählen. Nach einer Aufbereitung können die Module wie folgt dargestellt werden.

**Beispielhafter
Modulbaukasten**

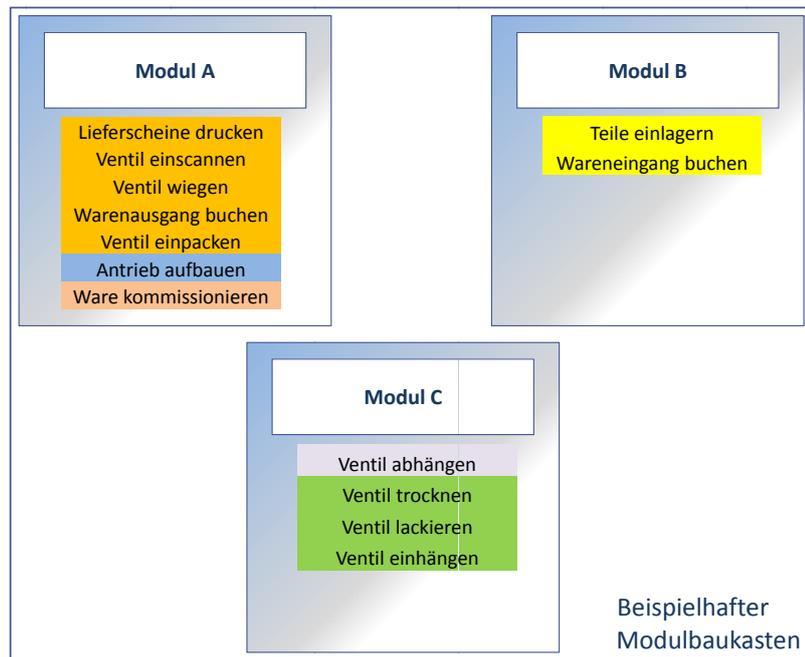


Abbildung 39: Beispielhafter Modulbaukasten

**Anwendung der
Software WinSTAT**

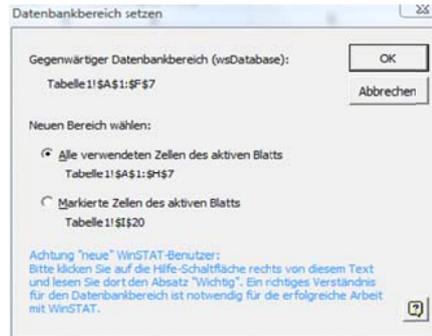
WinStat ist eine Add-In Software für Microsoft Excel, die statistische Berechnungen durchführt. Dazu zählt ebenfalls die oben beschriebene Clusteranalyse.

Sobald die Bewertung anhand der Homogenitätskriterien (siehe oberes Beispiel Bewertung anhand von Homogenitätskriterien) erfolgt ist, ist es unmittelbar möglich aus der Excel-Datei die Gruppierung unter Verwendung von WinSTAT durchzuführen:

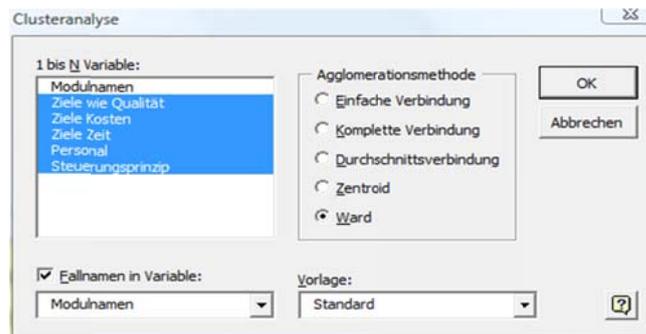
- In dem Add-Ins-Reiter von Excel befindet sich ein WinSTAT-spezifisches Menü.



- Der Menüpunkt „Daten“ verfügt über die Funktionalität Datenbankbereich festlegen. Nach der Auswahl dieses Untermenüpunkts öffnet sich ein Fenster mit Aufforderung zur Bestimmung der zu untersuchenden Datenmenge.



- Der Menüpunkt Statistik beinhaltet die eigentliche Funktion der Clusteranalyse. Nach dem Betätigen dieses Menüunterpunkts wird der Verwender durch ein neu geöffnetes Fenster aufgefordert, die zu untersuchenden Variablen sowie die Agglomerationsmethode bzw. den Fusionierungsalgorithmus (hier: Ward-Verfahren, d.h. Verfahren zur Bildung von einheitlichen Clustern) auszuwählen. Eine Übersichtlichkeit bei Ausgabe des Ergebnisses wird durch das Auswählen der Funktion „Fallnamen in Variable“ erreicht.



- Durch das Bestätigen des <OK>-Buttons wird die Clusterbildung gestartet und als Ergebnis steht ein Dendrogramm wie eingangs beschrieben zur Verfügung.

**Kosten und Lizenz
WinSTAT**

Die Software ist unter www.winstat.de/ erhältlich und der Preis für den Erwerb einer lizenzierten Software beträgt 89 Euro (Stand: August 2009).

**Ergebnis
Schritt 4**

Module sind durch das angewandte Zwei-Stufen-Verfahren identifiziert worden.

9.3.5. Module gestalten

Ziel	Inhaltliche Gestaltung sowie Standardisierung der gebildeten Module Erfasste und dokumentierte Prozesse (Schritt 1), abgebildete Prozesse (Schritt 2)
Voraussetzung	Module liegen vor und sind identifiziert (siehe Schritt 4 + diese Voraussetzung ist nur für Phase II im Phasendiagramm gültig)
Verantwortliche	Projektleiter
Beteiligte	Projektteam (bestehend aus Mitarbeitern aus dem Prozessmanagement bspw. Fertigung)
Methode	Mindmap
Tools	Flipchart, optional Softwaretool: XMind
Ablauf	Die ermittelten Module werden unterstützt durch Mindmap in Form eines Steckbriefs inhaltlich gestaltet.
Organisation	Bildung eines separaten Teilprojekts „Module gestalten“
Aufwand	Bei vorliegender Prozessdokumentation kann pro Modul ein Manntag veranschlagt werden. → 5 Manntage pro Modul
Gliederung des Abschnitts	Vorstellung Steckbrief Einführung in Mindmap

Beispielhafte Steckbriefform eines Moduls

Die Modulgestaltung schließt sich an die Modulbildung an. Ziel der Modulgestaltung ist eine inhaltliche Beschreibung des Moduls nach Funktionen und Ressourcen. Zunächst sollen die gesammelten Informationen zu den Prozessen aus Schritt eins und zwei für die Gestaltung der Module herangezogen werden. Anschließend sind die zusammengefassten Prozesse auf Vollständigkeit zu prüfen und gegebenenfalls zu ergänzen. Eine Grundlage zur Darstellung bildet ein entsprechender Steckbrief eines Moduls, der wie folgt veranschaulicht wird:



Abbildung 40: Beispielhafter Steckbrief eines Moduls

Die Inhalte müssen auf Basis der ermittelten Module strukturiert aufbereitet werden, um anschließend die gewonnenen Informationen dem Steckbrief zuzuordnen. Mit Hilfe von Mindmap können die einzelnen Bereiche erschlossen und visuell dargestellt werden. Mindmap unterstützt einen Anwender, Gedanken für ein Themengebiet zu ermitteln. Folgende Abbildung stellt Modul B exemplarisch mit seinen Inhalten dar.

Hinweis: Im Falle der Phase I aus dem Phasendiagramm muss an dieser Stelle die Modulgestaltung sich an folgende Kriterien orientieren, da aufgrund der verkürzten Vorgehensweise durch das Überspringen der Schritte vier und fünf kein systematisches Modularisierungsvorgehen durchlaufen wird:

- *eigenständig*
- *abgrenzbar*
- *Kosten- und Eigenverantwortung*
- *Zielorientierung*
- *selbstopimierend*
- *definierte Schnittstellen*
- *austauschbar*
- *wiederverwendbar*
- *erweiterbar*
- *Black Box Betrachtung*

Für weitere Informationen über die Eigenschaften eines Moduls wird auf die Einleitung des Leitfadens verwiesen.

9.3.6. Module bewerten

Ziel	Prüfung der vorliegenden Module auf Machbarkeit und Plausibilität. Vorstellung eines Bewertungsverfahrens im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP)
Voraussetzung	Inhaltlich gestaltete Module liegen vor (siehe Schritt 5)
Verantwortliche	Projektleiter
Beteiligte	Projektteam (bestehend aus Mitarbeitern aus dem Prozessmanagement bspw. Fertigung)
Methode	Machbarkeitsanalyse, KVP-Verfahren
Tools	Softwaretools: Excel (optional)
Ablauf	Die ermittelten und gestalteten Module werden anhand definierter Kriterien auf ihre Realisierbarkeit überprüft. Nach erfolgreicher Prüfung auf Machbarkeit werden die Module auf veränderte Rahmenbedingungen und Aktualität mittels eines Verfahrens regelmäßig untersucht.
Organisation	Bildung eines separaten Teilprojekts „Module bewerten“
Aufwand	Sowohl für die Machbarkeitsanalyse als auch für das KVP-Verfahren werden pro Modul fünf Manntage veranschlagt. → 5 Manntage pro Modul
Gliederung des Abschnitts	Einführung Machbarkeitsanalyse Vorstellung des kontinuierlichen Verbesserungsprozess-Verfahrens

Machbarkeitsanalyse

Nachdem die Module gebildet und inhaltlich beschrieben worden sind, folgt im letzten Schritt eine Bewertung der Module. Das Ziel ist unter anderem die Prüfung der Module hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, technische Realisierbarkeit, Durchführbarkeit sowie Einhaltung von Rahmenbedingungen. Die Modularisierung ist an dieser Stelle abgeschlossen, wenn die Machbarkeitsanalyse zu einem positiven Ergebnis führt. Die hier dokumentierten Module sind die Grundlagen des Betreibermodells, welches im Anschluss vorgestellt wird.

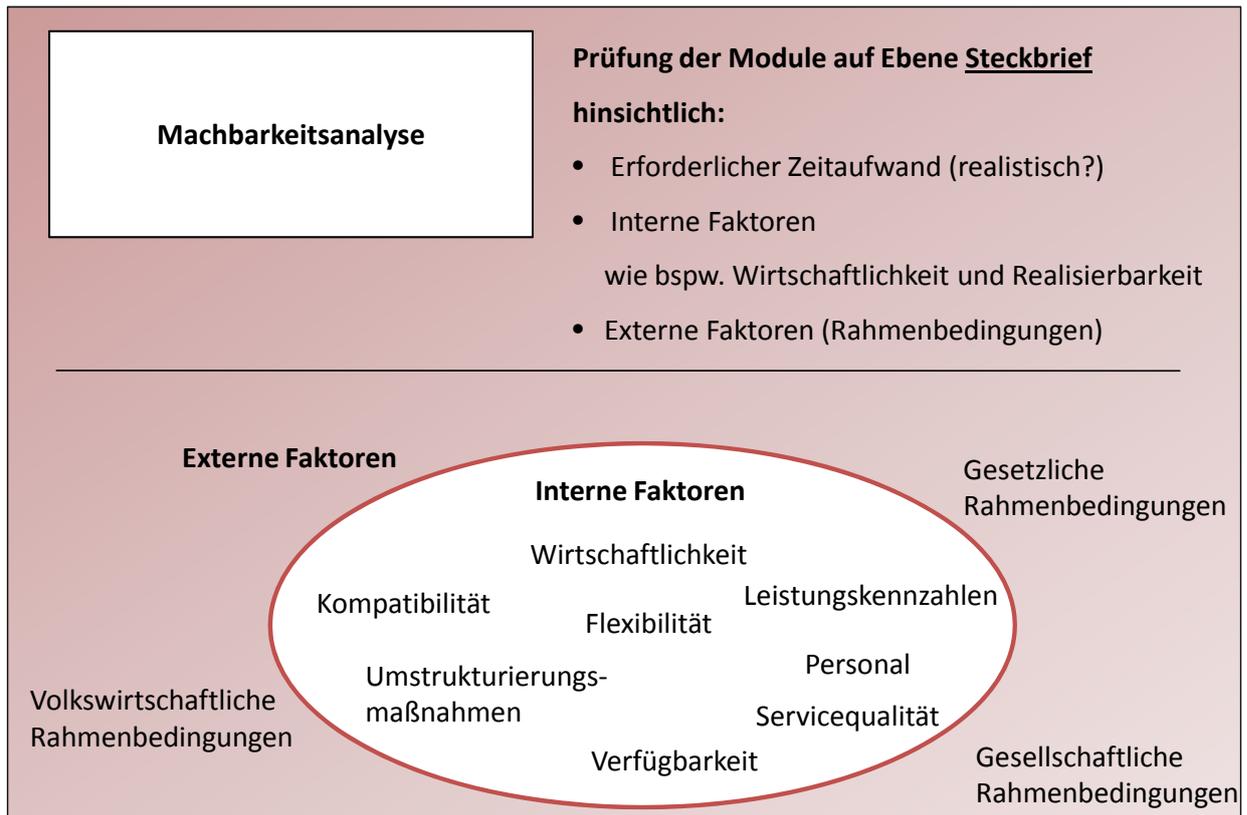


Abbildung 41: Machbarkeitsanalyse

Beispielsweise sind Investitionen, Betriebskosten sowie Return on Investment im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsprüfung zu beachten. Die Ebene der technischen Realisierbarkeit umfasst die Überprüfung eines Moduls auf die realistische Durchführung. Inwieweit sind die eingesetzten technischen Anlagen ausschließlich innerhalb eines Moduls verwendbar? Bestehen Überschneidungen hinsichtlich der technischen Ressourcen zwischen den Modulen? Des Weiteren darf eine Umstellung der Organisation auf Module einen vertretbaren Zeitaufwand nicht übersteigen. Abschließend dürfen gesetzliche, gesellschaftliche und volkswirtschaftliche Rahmenbedingungen nicht überschritten bzw. verletzt werden (siehe obere Abbildung). Die technischen Rahmenbedingungen stehen mit den technologischen Weiterentwicklungen von Anlagen und Systemen im Zusammenhang.

Negatives Ergebnis der Machbarkeitsanalyse

Führt die Prüfung der Module zu dem Ergebnis, dass die ermittelte Konstellation nicht realisierbar ist, ist die Ursache zu analysieren. Obwohl die Ursache sehr speziell sein wird, können dennoch zwei Lösungsansätze vorgeschlagen werden. Der erste Ansatz wäre die Überarbeitung der im Rahmen der Modulbildung bewerteten Prozesse sowie ein erneuter Durchlauf der Modulbildung. Alternativ kann der zweite Lösungsweg in Hinblick auf die zu tätigen Investitionen sowie hohen Umsetzungskosten die Einbindung von Dritten wie beispielsweise Logistikdienstleister sein. In Abhängigkeit der vorliegenden Ausgangssituation wäre das Outsourcing des betrachteten Moduls vorzuziehen. Im Allgemeinen kann folgendes Ablaufdiagramm mit Regelkreis verwendet werden.

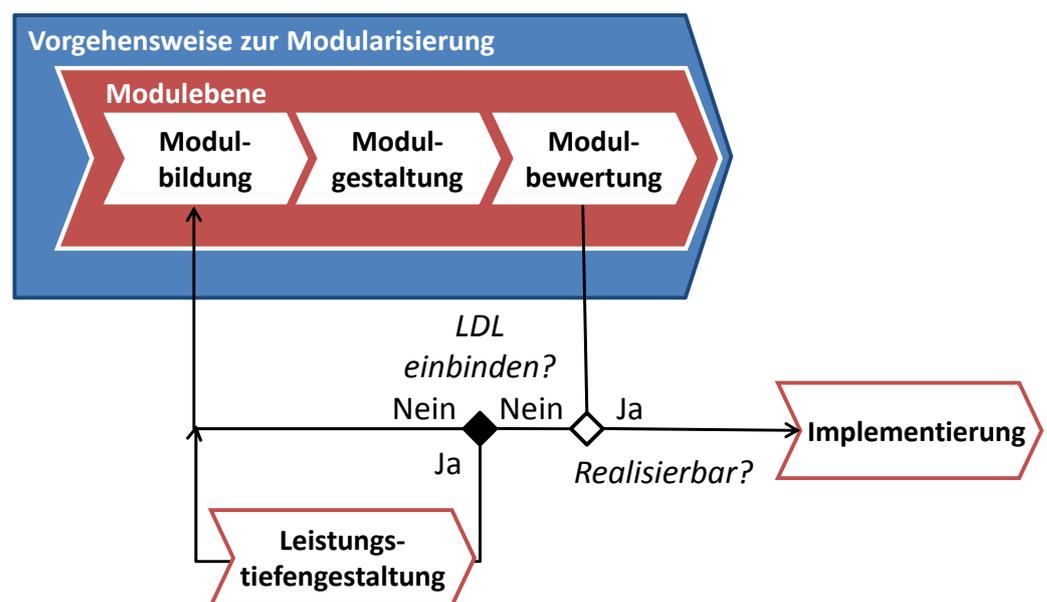


Abbildung 42: Vorgehensweise zur Modularisierung

KVP-Verfahren Infolge der sich stetig ändernden Rahmenbedingungen ist die vorliegende Konstellation der Module regelmäßig im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu überprüfen und zu bewerten. Im Rahmen des Modularisierungs-KVP (siehe hierzu weiter unten) werden regelmäßig interne und externe Faktoren auf Veränderung geprüft. Hat sich einer der internen oder externen Faktoren verändert, sind geeignete Maßnahmen zu planen, umzusetzen und abschließend zu kontrollieren. Folgende Darstellung gibt eine Übersicht über die erforderlichen Maßnahmen zur Modulbewertung.

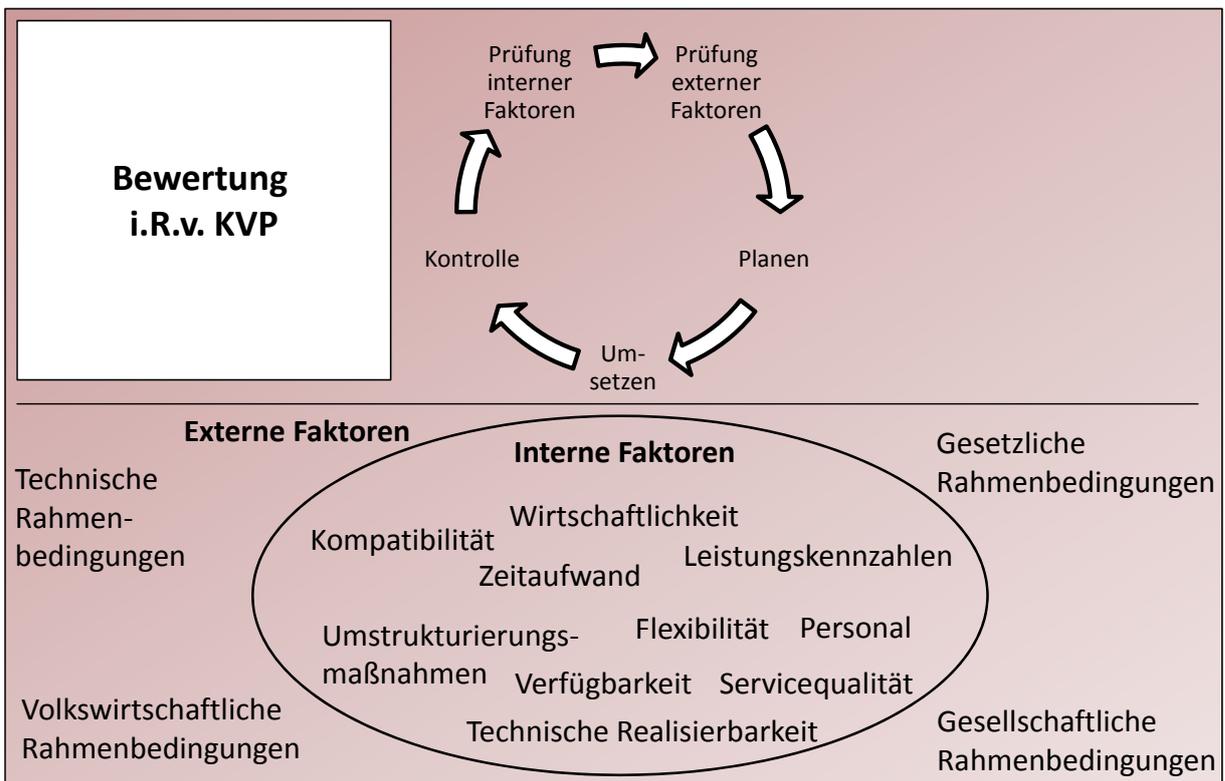


Abbildung 43: Bewertung i.R.v. KVP

Kontinuierlicher Verbesserungs- prozess bei der Modularisierung

Der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP) ist definitionsgemäß ein ganzheitliches Managementkonzept, das den ständigen Entwicklungs- und Veränderungsprozess unter aktiver Mitwirkung von den in einem betrachteten Bereich tätigen Mitarbeitern umfasst. Die in Teams organisierten Mitarbeiter sind für einen definierten Bereich verantwortlich und nehmen an regelmäßigen Sitzungen teil, um durch konkrete Verbesserungsvorschläge die Arbeitsabläufe zu optimieren. Die Ziele dieses stetigen Prozesses sind die schrittweise Erzielung von kleinen Erfolgen bspw. bei der Qualität und Kosteneinsparungsmaßnahmen sowie die Einführung von Innovation in dem betrachteten Teilabschnitt eines Unternehmens.

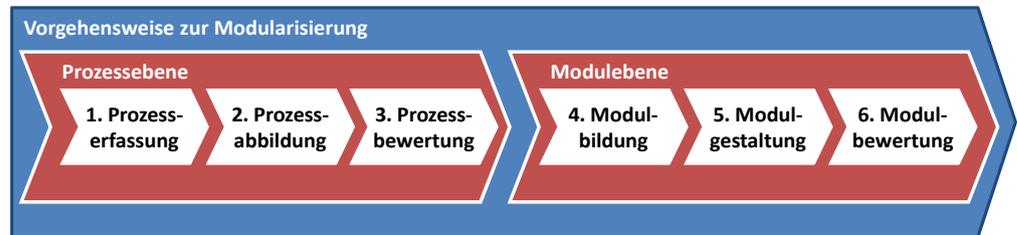
In Anlehnung an den von Deming entwickelten PDCA-Zyklus, der vier Phasen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses beschreibt, wird ein auf die Modularisierung zugeschnittenes Modell vorgestellt. Der PDCA-Zyklus setzt sich aus dem vierphasigen Prozess, Plan - Do - Check - Act, zusammen, der aus der Qualitätssicherung entstanden ist. Der hier verwendete Begriff des KVP im Kontext der Modularisierung orientiert sich grundlegend an den zuvor beschriebenen Ablauf, setzt allerdings nicht zwingend den Fokus auf die Mitarbeiterbeteiligung zur Verbesserung der Abläufe vor Ort am Arbeitsplatz in einem entsprechenden Modul. Vielmehr steht die regelmäßige Kontrolle der gebildeten Module und Rahmenbedingungen durch eine zentrale Instanz im Vordergrund. Die kontinuierliche Überprüfung findet im Rahmen von Meetings mit den Modulverantwortlichen zu fest vereinbarten Terminen statt. Der KVP im klassischen Sinne mit dem Fokus der Mitarbeiterintegration wird an dieser Stelle nicht betrachtet.

Ergebnis Schritt 6

Die Module sind auf ihre Realisierbarkeit geprüft worden, wenn das Unternehmen bisher noch nicht modularisiert worden ist. Alternativ liegen angepasste und optimierte Module im Rahmen der Kontinuierlichen Verbesserung vor.

9.4. Zusammenfassung der Vorgehensweise

Zusammenfassung Folgende Darstellung stellt erneut die bisher eingesetzten Methoden zusammen. Die Gestaltung eines Betreibermodells sowie die Leistungstiefengestaltung (Outsourcing) als Bestandteil dieser Vorgehensweise folgen im nächsten Abschnitt.



	Prozess- erfassung	Prozess- abbildung	Prozess- bewertung	Modulbildung	Modul- gestaltung	Modul- bewertung
Methoden	n.a.	BPMN- Methode	n.a.	Dependency Structure Matrix	Steckbrief	Machbarkeits- analyse
				Cluster-Analyse	Mindmap	KVP-Verfahren
Vorgehens- weise	Anlehnung an Wertstrom- design	Prozess- modellierung	Matrizen aufstellen	Sortierung durch Software	Modul- beschreibung	Prüfung der Realisier- barkeit
	Prozess- aufnahme- model		Bewertung anhand Modultreiber	Übertragung in Excel	Modul- visualisierung	Ständige Qualitäts- prüfung
	Dokumente- erfassung		Matrizen zusammen- führen	Durchführung der Cluster- analyse		
	Funktions- beschreibung			Bewertung anhand der Homogenitäts- kriterien		
				Bestimmung der Clusteranzahl		
				Gruppierung		
Software	n.a.	Sem Talk	Excel	PSM32, WinSTAT	X-Mind	n.a.
Checkliste	Siehe 4.1.1	Siehe 4.1.2	Siehe 4.1.3	Siehe 4.1.4	Siehe 4.1.5	Siehe 4.1.6

Abbildung 44: Vorgehensweise zur Modularisierung²⁵⁶

²⁵⁶ Eigene Darstellung

Aufwand der einzelnen Schritte

Vorgehensweise	Aufwand
1. Prozesse erfassen	Abhängig von der Größe der beteiligten Bereiche → pro Abteilung zwischen fünf und zehn Manntagen
2. Prozesse abbilden	Abhängig von der Menge der aufgenommen Prozesse und Erfahrung der Mitarbeiter bei dem Umgang mit der Software → 5 Manntag pro 30 Prozessschritte
3. Prozesse bewerten	Abhängig von der Menge der aufgenommen Prozesse → 5 Manntag pro 30 Prozessschritte
4. Modulbildung	Aufgrund der Softwareunterstützung liegt der Aufwand ausschließlich in der Eingabe der Daten in die Systeme sowie Bewertung anhand der Kriterien für die Clusteranalyse → 5 Manntag pro 30 Prozessschritte
5. Modulgestaltung	Bei vorliegender Prozessdokumentation kann pro Modul ein Manntag veranschlagt werden. → 5 Manntag pro Modul
6. Modulbewertung	Sowohl für die Machbarkeitsanalyse als auch für das KVP-Verfahren werden pro Modul zwei Manntage veranschlagt. → 5 Manntage pro Modul

9.5. Gestaltung eines modulspezifischen Betreibermodells

Gestaltungsbereiche Im folgenden Abschnitt II wird ein Betreibermodell vorgestellt, das zwischen einem KMU und einem Logistikdienstleister auf Basis eines oder mehrerer gestalteter Module zustande kommt. Eine Zusammenarbeit im Rahmen eines Betreibermodells erfordert zu Beginn eine systematische Vorgehensweise in der Gestaltung, die in der folgenden Abbildung dargestellt ist.



Abbildung 45: Gestaltungsbereiche eines Betreibermodells

9.5.1. Projektinitiierung

Auswahl

**Gegenstands-
bereich** Siehe Spezifikation des Moduls

Ziele/ Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit mit Logistikdienstleistern ist ein zentrales Thema in der Gestaltung des Betreibermodells. Das Ziel des Betreibermodells ist der Aufbau einer strategischen langfristigen Partnerschaft mit dem Logistikdienstleister. In diesem Kontext ist es entscheidend, Standards und Normen zum Ablauf der Zusammenarbeit zu definieren. Die Basis bilden dabei die zuvor ermittelten Module mit ihren inhaltlich gestalteten Steckbriefen. Eine Potential- und Partnerbewertung knüpft erst nach dem Kennenlernen der Top Three oder Top Five LDL im Rahmen eines Workshops zu den potentiellen Modulen an. Die frühzeitige Einbindung der LDL in den Aufbau des Betreibermodells ist unter strategischen Gesichtspunkten zu sehen. Diese Maßnahme kann für den nächsten Schritt der Partnerbewertung und -auswahl hilfreich sein, da für die definierten Kriterien die erforderlichen Informationen gesammelt werden. Darüber hinaus unterstützt dieser Schritt die vorhandenen Ängste der KMU zu nehmen, da das KMU durch das vorausgegangene Treffen mit den Kandidaten einen ersten Eindruck bekommt. Die Motivation der LDL zur Teilnahme am Workshop kann gesteigert werden, da durch den möglichen Abschluss eines Vertrags ein langfristiges Vertragsverhältnis in Aussicht gestellt wird. Insbesondere die Anforderung vollständiger Ausschreibungsunterlagen für die Kalkulation eines Angebots kann durch den Besuch eines Workshops entgegengekommen werden. Die Inhalte eines Workshops können wie folgt aufgebaut sein:

- Ziele des Workshops definieren u.a. Informationserfassung und Auswertung der Teilnehmer hinsichtlich einer Partnerbewertung
- Vorstellung der Module durch das KMU
- Vorstellung des Angebotsportfolios der LDL
- Vorbereitung der durchzuführenden Partnerbewertung
- Erstellen eines Projektplans für den Gewinner nach der Partnerbewertung
- Ergebnis: erfasste Daten für eine Partnerbewertung

Partnerbewertung u. -auswahl im Rahmen der Leistungstiefengestaltung Im Rahmen der Leistungstiefengestaltung (Outsourcing) erfolgt gleichzeitig neben der Identifizierung eines fremdvergebenen Moduls eine Partnerbewertung und -auswahl der Dienstleister. Die Entscheidung zwischen mehreren Logistikdienstleister anhand definierter Kriterien steht dabei im Vordergrund. Nach der erfolgreichen Bestimmung und Gestaltung der Module ist die Option des Outsourcings eines oder mehrerer Module zu prüfen. An dieser Stelle werden zwei Verfahren vorgeschlagen, die bei der Entscheidung unterstützen sollen. Für eine erste Einschätzung wird die Portfoliomethode genutzt; stehen mehrere Alternativen zur Auswahl bzw. muss das betrachtete Modul weitergehend untersucht werden, so bietet sich die Nutzwert-Risikoanalyse an.

Portfoliomethode

Mit Hilfe eines Portfolios werden Geschäftseinheiten in einem zweidimensionalen Koordinatensystem positioniert. Dabei werden auf der vertikalen Achse unternehmensinterne Faktoren, die Produkt-, Produktions- oder Prozesskomplexität, und auf der horizontalen unternehmensexterne Faktoren, Produkt-, Produktions- oder Prozess Know-how des Lieferanten/Dienstleister, abgebildet und in Bezug gesetzt. Die Produktionskomplexität kann den Schwierigkeitsgrad eines Produktionsverfahrens wie z.B. das Wissen über bestimmte Fertigungsverfahren, eingesetzte Maschine, Bauteilgeometrie usw. widerspiegeln. Das Produktions-Know-how des Lieferanten beschreibt den Wissensstand bzw. die Fähigkeit des Lieferanten die erforderliche Leistung bereitzustellen. Werden beide Faktoren in einem Portfolio eingetragen, kann aus den sich ergebenden Beziehungen eine Entscheidung über Kerngeschäft oder Fremdvergabe abgeleitet werden. Die folgende Darstellung visualisiert diesen Zusammenhang.

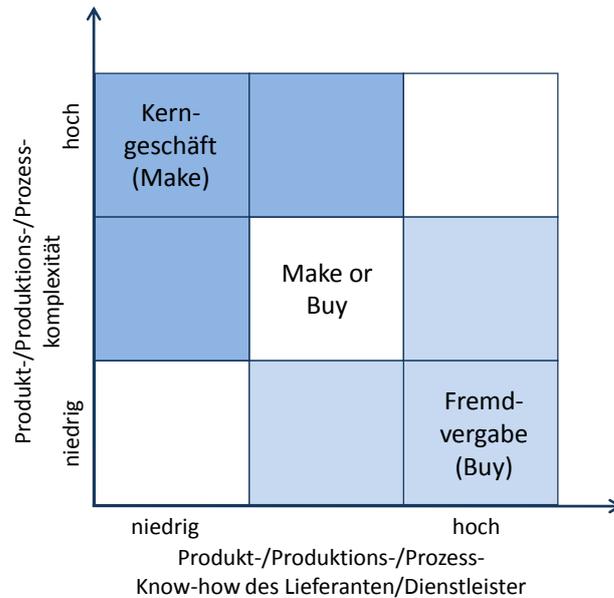


Abbildung 46: Make or Buy Entscheidung

Über die Portfoliomethode hinaus ist eine weitere Methode zur Entscheidungsunterstützung erforderlich. Kommen in der Portfoliomethode ausschließlich die Kriterien Komplexität und Know-how zum Tragen, muss die darauffolgende Analyse weitergehende Kriterien wie bspw. Wirtschaftlichkeit und mögliche Risiken berücksichtigen. Die im Rahmen der Machbarkeitsanalyse ermittelten Ergebnisse können für die hier angelegte Bewertung herangezogen werden.

Nutzwert-Risikoanalyse

Mit der Nutzwert-Risikoanalyse wird sowohl die Wirtschaftlichkeit und das Risiko als auch der strategische Nutzen einer Outsourcing-Alternative ermittelt. Die Wirtschaftlichkeit wird dabei mit Hilfe von Kosten-Rechnungsverfahren überprüft. In einem ersten Schritt werden die direkten Kosten einer Outsourcing-Alternative ermittelt; dazu gehören bspw. Materialkosten, Lohnkosten, Maschinenkosten. In einem zweiten Schritt werden die indirekten Kosten, wie z. B. Fehlmengenkosten, Kosten für Planung und Steuerung, F&E Kosten beurteilt. Die Risikobewertung beinhaltet Kriterien wie unter anderem Kostensteigerung, Qualität, Verlust an Kontrolle, Anforderungsveränderungen usw.

Der strategische Nutzen wird anhand qualitativer Kriterien bestimmt. Unter Verwendung der Nutzwertanalyse wird eine Bewertung der drei Kategorien (Wirtschaftlichkeit, strategischer Nutzen, Risiko) vorgenommen.

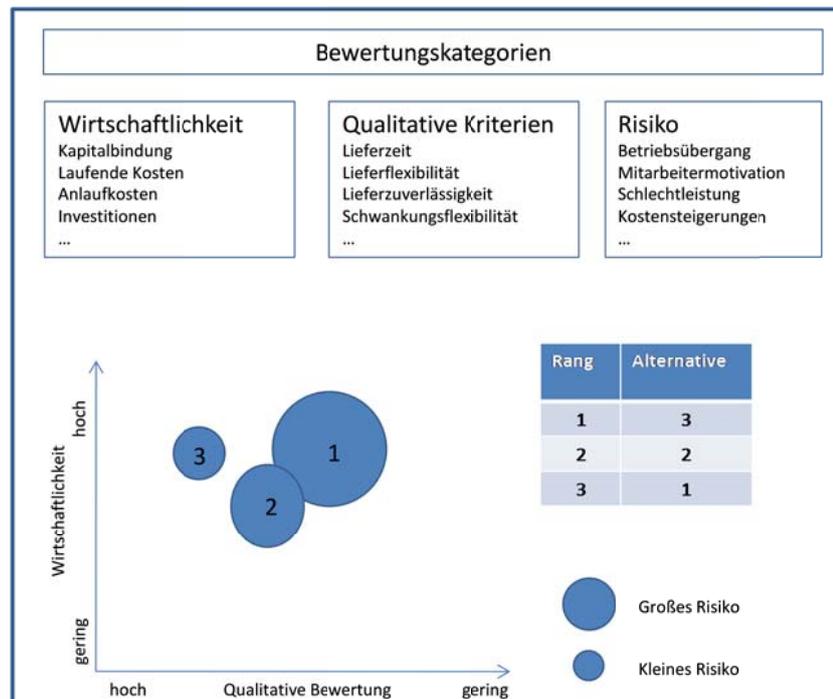


Abbildung 47: Bewertungskategorien

Stehen mehrere Dienstleister oder Lieferanten zur Auswahl, werden diese anhand der genannten Kategorien bewertet. In Abhängigkeit der Bewertung ergibt sich eine Rangfolge, die eine Entscheidung für einen Dienstleister vereinfacht. Im Anschluss wird mittels eines Portfolios die attraktivste Alternative ausgewählt. Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse sind stets unter dem Gesichtspunkt der subjektiven Einschätzung des Anwenders zu sehen.

Modulspezifische Anforderungen Darüber hinaus können modulspezifische Anforderungen im Rahmen eines zu erweiternden Kriterienkatalogs für Bewertungen festgehalten werden, die nach der Bestimmung eines Logistikdienstleister herangezogen werden.

Anforderungen der KMU an LDL

Erstellen eines modulspezifischen Kriterienkatalogs u.a. übernommen aus der Phase der Leistungstiefengestaltung

Bspw.

- Kosten
- Qualität
- Flexibilität
- Zeit
- Vertrauensaufbau z.B. Referenzen, Erfahrung
- Integrationsfähigkeit
- ...

Anforderungen der LDL an KMU

- Vollständige Ausschreibungsdaten (→ siehe auch Schnittstellenspezifikation als Grundlage)
- Wirtschaftlichkeit, insbesondere bei Investitionen
- Integrationsfähigkeit hinsichtlich Standort, Ressourcen, Zeit
- ...

**Vorteile KMU beim
Modul
Outsourcing**

- Variabilisierung von Fixkosten und Vermeidung von Investitionen
- Kostensenkung durch Bündelung, Kapazitätsausgleich
- Nutzung von Lohnunterschiede in den Branchen
- Berücksichtigung von Opportunitätskosten (z.B. bei Flächenfreisetzungen)
- Verbesserung von Service und Qualität durch Professionalisierung
- Einbindung externen Know-hows (z.B. IT)
- Reduzierung Systemkomplexität
- Flexibilitätszuwachs und Abwälzen des Kapazitätsrisikos
- Rasche Verfügbarkeit benötigter Kapazitäten
- Konzentration auf eigene Kernkompetenzen

- Nachteile KMU
beim Modul
Outsourcing**
- Ohne zielführendes Vergütungssystem fehlende Kostentransparenz
 - Verlust eigener Kompetenz
 - Koordinations und Integrationsaufwand
 - Aufwand für Schnittstellenmanagement (DV, Logistik, Auftragsannahme)
 - Abweichendes Geschäftsverständnis (z. B. Qualität versus Kosten)
 - Qualitätsrisiken
 - Verlust von Kundenbindungsinstrumenten
 - Abhängigkeit vom Dienstleister (Versorgungsrisiko)
 - Langfristige vertragliche Bindung
 - Offenlegung von Schwachstellen und vertraulichen Informationen gegenüber Dritten
- Motivation
des LDL**
- Höhere Kundenbindung durch langfristige Verträge
 - Nutzung von Skaleneffekten
 - Erwerb zusätzlichen Know-how und Erfahrung durch On-site-Tätigkeiten
 - Erwerb von Referenzen
 - Steigerung von Marktanteilen

9.5.2. Organisations- und Umsetzungsprozess

Organisations-
gestaltung

- Siehe Spezifikation des Moduls

Risikomanagement

Erstellen Checkliste Risiken

1. Risiken identifizieren
2. Risiken klassifizieren
3. Im Rahmen von KVP: geschlossener Regelkreis mit den Teilschritten Risiken erkennen, Risiken bewerten, Checkliste erweitern

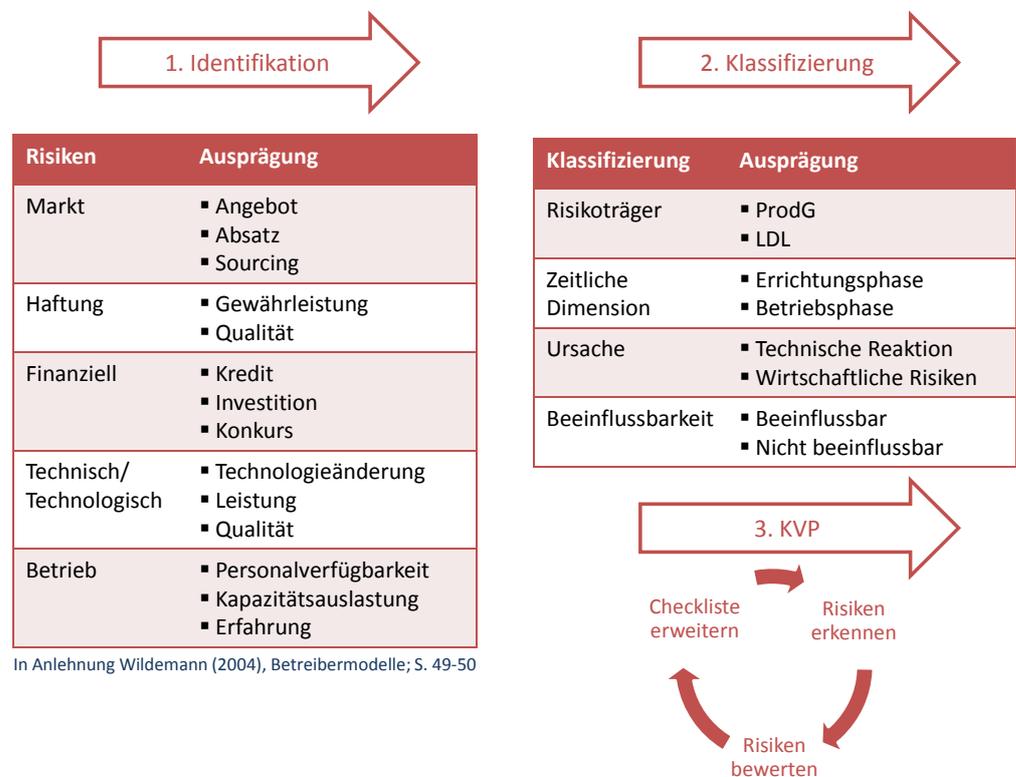


Abbildung 48: Risikomanagement

Risikoverteilung

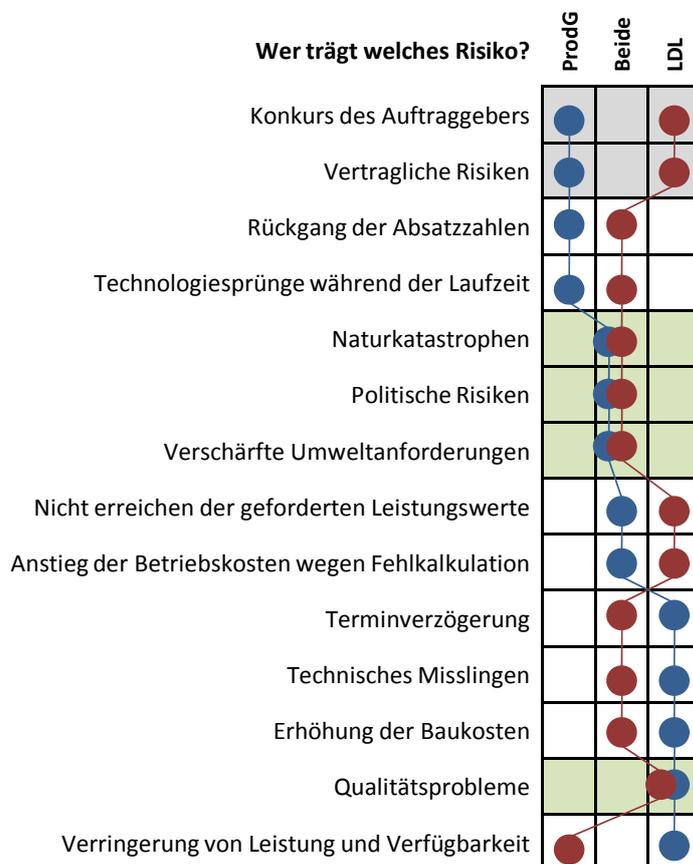
Die hier aufgezählten Risiken nach Risikoträger können als Grundlage bei Vertragsverhandlungen für die Gestaltung der Risikoverteilung dienen. Die dargestellten Aussagen von Produzenten und Logistikdienstleister sind im Rahmen einer Befragung ermittelt worden.

Beispiele: Kritische (A) und Nicht-kritische Themen (B) bei Verhandlungen

(A) Uneinigkeit: Verringerung von Leistung und Verfügbarkeit

(B) Übereinstimmung bei Risiken und Selbstzuweisung der Risiken wie bspw. Naturkatastrophen oder Vertragliche Risiken

Einschätzung der Risikoverteilung
(Eigene Darstellung)



Legende

- Antworten der LDL
- Antworten der ProdG
- Einigkeit
- Selbstzuweisung

Die farblichen Hervorhebungen der einzelnen Risiken verdeutlichen einerseits Einigkeit (grün) andererseits die Selbstzuweisung (grau) bei der Zuordnung von Risiko zu Risikoträger. So antworteten bspw. sowohl LDL als auch ProdG, dass Politische Risiken beide Vertragspartner beeinflussen. Die Selbstzuweisung von Risiken bestand beispielhaft in im Konkurs des Auftraggebers.

9.5.3. Vertragsgestaltung

Die hier angesprochenen Punkte der Vertragsgestaltung dienen lediglich als Orientierung und Unterstützung vor und während der Verhandlungen. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Für detaillierte Inhalte wird auf die einschlägige Literatur zu dieser Thematik verwiesen. Grundlage für Vertragsgestaltung ist der Steckbrief eines Moduls mit seinen standardisierten Schnittstellen. Die Gestaltung eines Rahmenvertrags soll anhand folgender Gliederung erfolgen:

- Modulspezifische Vertragsbestandteile
(u.a. Analyse und Bewertung der Modulinhalte)
- Allgemeine Vertragsbestandteile

Modulspezifische Vertragsbestandteile

- 1) Analyse und Bewertung der Inhalte eines Moduls
 - a) Ableiten der Vertragsbestandteile aus dem Steckbrief
 - b) Definition des Vertragsgegenstands
 - c) Beschreibung des Leistungsumfangs unter Berücksichtigung der Schnittstellenspezifikation bspw. Prozessdefinition
 - d) Erstellen von Checklisten zur Leistungserfüllung/Risiken
 - e) Qualitätsvorgaben der zu erbringenden Leistung
 - f) Verfügbarkeit der Leistung
 - g) Anforderungen bezüglich der Qualifikation und Weiterbildung der Mitarbeiter des Auftragnehmers
- 2) Monitoring von Schnittstellen
 - a) Festlegen von Leistungskennzahlen
 - i) Zuverlässigkeit z.B. Liefertreue
 - ii) Reaktionsfähigkeit z.B. Lieferzeit
 - iii) Qualität z.B. Parts-Per-Million
 - iv) Kosten z.B. verfügbares Budget
 - v) ...
 - b) Abstimmung des Reportings: inhaltlich/zeitliche Abfolge

Allgemeine Vertragsbestandteile

- 1) Standardpunkte
 - a) Vertragspartner
 - b) Vertragsgegenstand
 - c) Vertragslaufzeit
 - d) Verlängerung der Laufzeit
 - e) Regelungen hins. Kündigung
 - f) Haftung
 - g) Regelungen von Pönalen
 - h) Gleitklauseln
 - i) Salvatorische Klauseln
 - j) Regelung von Kosteneinsparungen
- 2) Regelmäßige Reviews und Feedback-Runden
 - a) Festlegen von Ansprechpartnern
 - b) Bewertung und Nachverhandlung von Abweichungen von den Prozessbeschreibungen
 - i) Prozessabläufe
 - ii) Qualität
 - iii) Überprüfen von Preis- bzw. Kostenentwicklungen: aufwärts/abwärts Entwicklungen
- 3) Verfahren bei abweichender Qualität
 - a) Definition eines Eskalationsverfahrens mit konkreten Ansprechpartner und Handlungsschritten
 - b) Regelung bei unzureichender Leistungserstellung wie bspw. Kosten der Gewährleistung
- 4) Gestaltung von Preisen
 - a) Festlegung von transaktions-/leistungsabhängigen Parametern
 - i) Stückpreise
 - ii) Staffelpreise
 - iii) Preisbausteine
 - iv) Abschlagszahlungen
 - b) Bindung der preislichen Entwicklung an Indizes des Statistischen Bundesamtes wie bspw.
 - i) Inflation
 - ii) Energiepreise
- 5) Weitere Gestaltungsmöglichkeiten
 - a) Service Level Agreements
Eingangs definierte Kennzahlen können über Service Level Agreements (Dienstleistungsvereinbarungen) festgehalten werden und dienen zur Messung und Sicherstellung

der Servicequalität im betrachteten Modul. Neben der Definition der Qualitätsanforderungen wird auch der verantwortliche Leistungserbringer festgelegt.

b) Open Books-Vereinbarung

Die Open Books-Vereinbarung ist ein geeignetes Instrument, um den Kostenverlauf für den Betrieb eines Moduls zu kontrollieren, insbesondere bei nicht erprobten Prozessabläufen zu Beginn eines Projektanlaufs. Eine Zusammenarbeit auf der Ebene der KMU und LDL kann dadurch gefördert werden, da keine Vertragspartei bei veränderten Rahmenbedingungen durch die Offenlegung der Kosten benachteiligt wird. Demzufolge wird mit dieser Gestaltungsmöglichkeit gleichzeitig Vertrauen aufgebaut. Der Vorteil für den Dienstleister liegt dabei in der Risikobegrenzung, für das KMU in der Planbarkeit durch Leistungspreise zu einem späteren Zeitpunkt sowie Beseitigung des Kontrollverlusts gegenüber dem Dienstleisters. Bei einer Open Books-Rechnung werden die einzelnen Kostenarten sowohl allgemeine Verwaltungskosten als auch auftragsbezogene Kosten gelistet. Darüber hinaus wird eine Gewinnspanne für den Dienstleister berücksichtigt. Unter allgemeine Verwaltungskosten fallen bspw. Personalkosten der Geschäftsführung und Finanzbuchhaltung an, bei den auftragsbezogenen Kosten handelt es sich unter anderem um die Kosten für das eingesetzte Personal und für die Abschreibung von Anlagen. Trotz der Transparenz in der Kostenentwicklung ist neben der präzisen Definition eines Kostenrahmens eine Vereinbarung über ein fixes Budget vorzunehmen. Die Laufzeit kann zunächst für ein Jahr vereinbart werden. Sobald der Dienstleister die neuen, erprobten Prozesse kalkulieren kann folgt die Abrechnung über Leistungspreise.

c) Bonus Malus-Regelung

Die Bonus Malus-Regelung ist im Grunde nicht eine Alternative zu der Open Book-Regelung, sondern eher als optionaler Vertragsbestandteil zu sehen. Beispielsweise könnte das Über- oder Unterschreiten eines vorher festgelegten Budgets aus der Open Book-Regelung zu einem Bonus- oder einem Maluszahlungen für den Dienstleister führen. Außerdem können weitere Ziele wie zum Beispiel Liefertreue, Qualitätsvorgaben oder Verfügbarkeit von Leistungen festgelegt werden. Eine Bonus Malus-Regelung stellt ein Anreiz- und Sanktionssystem dar, das auf finanzieller Basis gestaltet wird. Folglich führen ein unerwünschtes Verhalten oder ein unerwünschter Zustand zu einer Belastung und analog ein erwünschter Zustand zu einer finanziellen Belohnung. Des Weiteren ist eine Bonus Malus-Regelung mit Service-Level-Agreements kombinierbar. Diese Kombination setzt von vornherein vertraglich festgelegte Service-Levels voraus, die in Abhängigkeit des Erfüllungsgrads den Dienstleister belohnen oder belasten.

d) Prozesskostenrechnung

Die Prozesskostenrechnung ist ein Instrumentarium zur verbesserten Verteilung von Gemeinkosten u.a. aus dem logistischen Bereich auf die Produkte. Die anfallenden Gemeinkosten werden basierend auf den in Anspruch genommenen Prozessaktivitäten eines Gesamtprozess ermittelt und kostenverursachend auf die Kostenträger wie bspw. Abteilung oder Produkt umgelegt. Als Beispiel kann die Entladung eines LKW herangezogen werden, in der bestimmte Prozessschritte vollzogen werden, und dementsprechend eine mengenmäßige Nutzung von Teilprozessen zu einem kostenseitigen Wert führt.

e) Aufteilung der Kosten auf Auftraggeber und -nehmer

i) Anteil Fixkosten eines Moduls → Auftraggeber

ii) Restliche Fixkosten sowie transaktionsabhängige Kosten → Auftragnehmer

6) Investments

a) Eigenfinanzierung bspw. bei Immobilien

b) Leasing-Verträge mit Full-Service-Raten bspw. bei Investitionsgütern

7) Sonstige allgemeine Vertragsbedingungen

a) Erfüllungsort

b) Gerichtsstand

c) Datenschutz

8) Anhänge

Pflege von Checklisten über Leistungserfüllung/Risiken für zukünftige Projekte
(einen Anfang bilden die im Anhang befindlichen Checklisten)

9.5.4. Controlling

Projekt- und Betriebscontrolling im Rahmen einer Kontinuierlichen Prozessverbesserung (KVP) bspw. wöchentlich/monatlich/quartalsweise/jährlich

- a) Kontinuierliche Prüfung der vertraglich vereinbarten Kennzahlen über die Leistungserstellung
- b) Prüfung der eingesetzten Controlling Instrumente hinsichtlich Erfolg und Optimierung wie bspw.
 - i) Open Books-Vereinbarung
 - ii) Bonus Malus-Regelung
 - iii) Ermittlung von Preisindizes aus Daten des Statistischen Bundesamts
 - iv) Prozesskostenrechnung

9.6. Kritische Würdigung des Leitfadens

9.6.1. Bewertung des Modularisierungskonzepts

Die Anwendung des Modularisierungskonzepts bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich. Dazu zählt zunächst die Herangehensweise bei der Strukturierung. Anhand festgelegter Modularisierungskriterien werden Prozesse im Unternehmen bewertet und mit Hilfe eines Verfahrens Module gebildet. Durch diese Kriterien wird eine gewisse Objektivität in der Bildung der Module erreicht. Das Besondere an diesem Vorgehen liegt in dem Umgang mit der vorliegenden Komplexität im Unternehmen. Der Anwender entfernt sich in einem ersten Schritt von seinen vorliegenden Unternehmensprozessen und betrachtet anschließend Teilabschnitte des Unternehmens unter den besonderen Voraussetzungen der Modularisierung. Bildlich gesprochen setzt der Benutzer eine Modularisierungsbrille auf und strukturiert das gesamte Unternehmen oder einen Teilbereich aus dem Blickwinkel der Modularisierung. Das im Leitfaden vorgestellte Vorgehen ist generisch und praxisorientiert und es kann in jedem Unternehmen zur Anwendung kommen, da es grundlegend von der Prozessaufnahme über die Modulbildung bis zu der Bewertung der Module alle erforderlichen Schritte zur Modularisierung behandelt.

In der folgenden Tabelle 49 werden die wesentlichen Vorteile der Modularisierung zusammengefasst dargestellt. Ein hoher Grad an Transparenz wird durch die Modulgestaltung im Schritt fünf der Vorgehensweise erreicht, die auf die erarbeiteten Informationen der vorausgegangenen Schritte zurückgreift. Durch die Gestaltung der Module und der Definition ihrer Schnittstellen werden Standards im Unternehmen festgelegt. Die Strukturierung der Prozesse führt zu einer Reduktion der Komplexität im Unternehmen. Das modularisierte Unternehmen hat infolge seiner Module abgrenzte und eigenständige Einheiten, die in Kosten und Eigenverantwortung geführt werden können und lediglich eine Koordination der Schnittstellen erfordert. Das Management wird folglich entlastet, da es das gesamte Unternehmen über die Schnittstellen koordiniert. Die vereinfachte Koordination ermöglicht dem Manager, Schwerpunkte gezielt zu setzen, um bestimmte Geschäftsvorfälle zu priorisieren. Dies führt zu einer höheren Flexibilität gegenüber Kunden und im Hinblick auf die definierten Module besteht die Möglichkeit, kundenindividuellen Leistungen in Form einer Variantenkonfiguration aus unterschiedlich bestehenden Modulen anzubieten.

Vorteile	Nachteile
Hoher Grad an Transparenz	Hoher Implementierungsaufwand
Komplexitätsreduktion	Im Falle von Outsourcing Gefahr von Know-how Verlust
Flexibilität gegenüber Kunden	
Variantenkonfiguration	
Standardisierung im Unternehmen	
Outsourcing	
Module sind ... <ul style="list-style-type: none"> • eigenständig • erweiterbar • austauschbar 	

Tabelle 49: Vor und Nachteile der Modularisierung²⁵⁷

Die Herausforderung bei der Modularisierung liegt vorwiegend in dem erforderlichen Aufwand zur Implementierung einer logistischen Modulstruktur. Der große Aufwand liegt in der Bewertung der Prozessschritte (Schritt drei) und ersten vorläufigen Module anhand der Homogenitätskriterien nach der Sortierung der Gesamtmatrix. Des Weiteren besteht die Gefahr, dass Know-how aus dem Unternehmen an einen Logistikdienstleister verloren geht, wenn dieser das fremdvergebene Modul betreibt.

9.6.2. Bewertung der Konzeption Betreibermodell

Das im Leitfaden vorgestellte Betreibermodell mit seinen Gestaltungsbereichen bietet sowohl KMU als auch LDL eine gute Grundlage zur Vorgehensweise bei dieser Art von Projekten. Den Anwendern werden eine strukturierte Herangehensweise, Techniken sowie Checklisten zur Verfügung gestellt. Die Erfahrungen und Erkenntnisse aus den Experteninterviews sind in dieses Modell eingeflossen. In den einzelnen Hauptkategorien des Modells werden einzelne Themen detailliert vermittelt, was bei der Gestaltung eines Betreibermodells zu beachten ist und welche Lösungsansätze verfolgt werden können. Einerseits werden Methoden im Rahmen der Leistungstiefengestaltung angeboten, andererseits werden Themenbereiche wie bspw. die Risikobewertung angesprochen. Eine im Projekt durchgeführte Befragung hinsichtlich der Verteilung der Risiken visualisiert die einzelnen Standpunkte der jeweiligen Unternehmenspartner. Diese Darstellung kann als Grundlage für Vertragsverhandlungen herangezogen werden, um die unterschiedlichen Sichtweisen der Geschäftspartner wahrzunehmen. Mithilfe dieses Ergebnisses ist eine effizientere Abwicklung der Risikoverteilung in einem Projekt möglich, da eine mögliche Risikoverteilung offen zur Diskussion liegt.

²⁵⁷ Eigene Darstellung

Ein weiterer Gestaltungspunkt ist die Regelung von Entgeltmechanismen. Die Vertragspartner können auf eine Liste von möglichen Regelungen zurückgreifen, um einerseits die Kostenfrage seitens des Auftraggebers und andererseits die Preisfrage seitens des Logistikdienstleisters zu beantworten. Darüber hinaus werden Gestaltungsansätze über die sowohl modulspezifischen als auch allgemeinen Vertragsbestandteile sowie das Controlling eines Betreibermodells geliefert. Mithilfe der Checklisten ist eine Abarbeitung von Themen effektiv und effizient in den entsprechenden Abschnitten möglich. Ein Vorteil liegt ebenfalls in der Erweiterung dieser Listen, um Erfahrungen aus den vorherigen Projekten zu den einzelnen Themenbereichen einzubringen. Aus diesem Grund ist das vorgestellte Betreibermodell ein offenes Konzept, dass stets mit jedem Projekt an Informationen und Wissen wächst.

9.6.3. Bewertung des Leitfadens anhand der Unternehmensanforderungen

In diesem Abschnitt werden die zuvor ermittelten Anforderungen aus dem Fragebogen im Hinblick auf das Modularisierungsvorgehen und Betreibermodell herangezogen, um den Leitfaden als Gesamtwerk zu bewerten. In die Bewertung fließen ebenfalls die Aussagen der Mitglieder aus dem projektbegleitenden Ausschuss ein. Folgende Kriterien veranschaulichen zunächst den Bewertungsrahmen für die Vorgehensweise der Modularisierung.

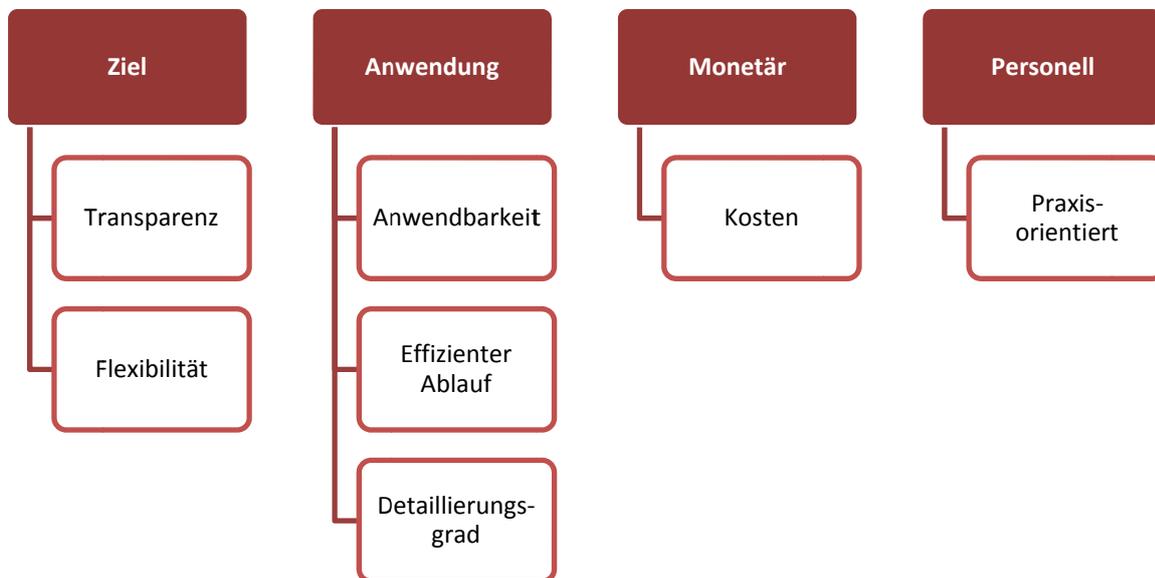


Abbildung 49: Ablaufbezogene Bewertungskriterien²⁵⁸

Auf der Ebene der zielbezogenen Bewertungskriterien wird die Vorgehensweise in Bezug auf Transparenz und Flexibilität bewertet. Die Mitglieder des projektbegleitenden Ausschuss bestätigten, dass der Ablauf ausgehend von der Ebene Prozesse über die Modulbildung bis zur Bewertung klar strukturiert und

²⁵⁸ Eigene Darstellung

transparent ist. Durch die verwendete BPMN Methode stehen die Prozesse und Ressourcen offen zur Diskussion für die darauffolgenden Schritte. Die Details der Prozesse werden über die Prozesserfassung und –visualisierung deutlich. Diese Vorarbeiten sind eine essentielle Grundlage für eine Zusammenarbeit mit den Kollegen bei der Bildung und Bewertung von Prozessen und Module. Das Vorgehen zur Modularisierung ist demnach klar definiert und trägt seinen Anteil zu einem transparenten Ergebnis bei. Die erhöhte Flexibilität auf sich ändernde Kundenwünsche wird unter Einschränkung bestätigt, insofern durch das Ergebnis aus dem Vorgehen eine technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit gewährleistet ist.

Die Anforderungen im Hinblick auf die Anwendung sind die einfache Anwendbarkeit, der effiziente Ablauf und angemessene Detaillierungsgrad bei der Herangehensweise. Der Gesamteindruck der Beteiligten war positiv, da durch die Verwendung von Softwaretools und einer klarstrukturierten Vorgehensweise der Anwender bei der Bearbeitung der Aufgabenschritte unterstützt wird. Die Anwender bemängeln den hohen zeitlichen Aufwand für die Durchführung der Modularisierungsmethode, so dass ein effizienter Ablauf nicht in dem gewünschten Ausmaße erfolgen kann. Der Fokus der Kritik ist nicht das Modularisierungskonzept, sondern der Einsatz unterschiedlicher Software zur Durchführung. Reibungsverluste entstehen genau an den Schnittstellen zwischen den jeweiligen Prozessschritten aus der Methode. Der hohe zeitliche Aufwand entsteht bei der Eingabe der Daten in das jeweilige Softwaretool. Eine zentrale Forderung wäre der Einsatz eines integrierten Tools, das die Ergebnisse aus einem vorherigen Schritt aufbereitet und für den darauffolgenden Schritt bei minimalem Eingabeaufwand zur Verfügung stellt. Außerdem kann die Bewertung der Prozessschritte anhand der Modultreiber ebenfalls aufwendig sein, wenn die Menge der aufgenommenen Prozessschritte in Hinblick auf ein durchzuführendes Praxisprojekt sehr hoch ist. Diese Beurteilung wird aber gleichzeitig bei der Betrachtung des Detaillierungsgrads relativiert. Die Art und Weise bei der Prozessaufnahme sowie der Bewertung anhand von Modultreibern ist angemessen, da eine Bewertung auf einer höheren Ebene (geringe Detaillierung) zu Informationsverlusten führt. Die Projektpartner sehen in dieser Vorgehensweise eine Notwendigkeit für den detaillierten Einblick, da die Details der Prozesse deutlich werden müssen. Je genauer in den einzelnen Prozessschritten der Vorgehensweise gearbeitet wird, desto klarer können Sachverhalte für eine Zusammenarbeit mit den Logistikdienstleister definiert werden. Beispielsweise können diese Informationen bei der Klärung von Haftungsfragen herangezogen werden.

Potenziale zur Erzielung von Kosteneinsparungen bei Betrachtung der monetären Anforderungen sind realisierbar, da Abläufe und Prozesse im Fokus der Modularisierung analysiert werden. Dabei können mögliche Schwachstellen beseitigt werden oder auch infolge Umorganisation der Prozesse bei der Modulgestaltung Abläufe optimiert werden. Zwangsläufig können sich daraus Einsparpotentiale ergeben, wenn die Machbarkeitsanalyse zu einem positiven Ergebnis (Implementierung) führt.

In personeller Hinsicht wird der praxisorientierten Anwendung Rechnung getragen, da die Vorgehensweise zur Modulbildung in jedem Ablaufschritt eine Methode sowie Vorgehensweise dem Anwender zur Verfügung steht. Darüber hinaus sehen KMU und LDL große Vorteile in der Verwendung des entwickelten Konzepts bei offenen und strittigen Themen zwischen den beteiligten Parteien. Das Konzept eröffnet den Anwendern die Möglichkeit, dem Partner eine objektive Bewertung der Prozesse vorzulegen. Die Praxis sieht für eine Einführung der Modularisierung eine mehrstufige Herangehensweise vor, um die operative Leistungserstellung im Betrieb nicht zu beeinträchtigen. Aus dieser Anregung bzw. Anforderung ist das Phasenmodell der Modularisierung entwickelt worden, das im nächsten Abschnitt näher erläutert wird.

Nachdem die Modularisierungsmethode anhand der unternehmensspezifischen Anforderungen bewertet worden ist, folgt als nächstes die Bewertung des Betreibermodells. Dabei sind analog zu den Bewertungskriterien der Modularisierungsmethode ausgehend von den Fragebogenergebnissen die wichtigsten Kriterien zu den Betreibermodellen herangezogen worden. Die folgende Abbildung 50 veranschaulicht die verwendeten Kriterien in der jeweiligen Kategorie.

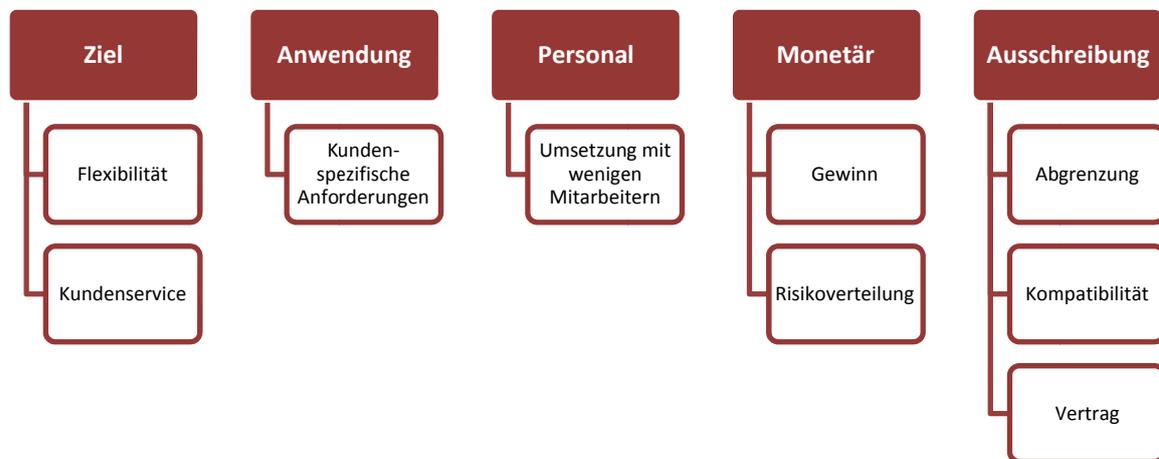


Abbildung 50: Kriterien zur Bewertung eines Betreibermodells²⁵⁹

Im Vergleich zu den ablaufbezogenen Kriterien werden die Bewertungskriterien für das Betreibermodell um die ausschreibungsbezogene Ebene ergänzt. Diese dienstleisterspezifischen Anforderungen berücksichtigen an dieser Stelle die Sicht des LDL, da das erstellte Betreibermodell auf eine Zusammenarbeit zwischen KMU und LDL basiert. Die Bewertung des Konzepts auf der zielbezogenen

²⁵⁹ Eigene Darstellung

Ebene führt zu dem Ergebnis, dass die in dem Modularisierungsvorgehen erarbeiteten Inhalte eine sehr gute Grundlage für das Betreibermodell darstellen. Insbesondere die vorgestellte Herangehensweise in der Projektinitiierung, Organisations- und Vertragsgestaltung führt zu einer höheren Reaktionsfähigkeit für die beteiligten Partner, da die Beteiligten bei der Planung, Steuerung und Umsetzung des Betreibermodells sich auf die wesentliche Themen konzentrieren können. Darüber hinaus können infolge der schnelleren Bearbeitung weitere Aspekte, beispielsweise aus Dienstleistersicht, in den Verhandlungen zum Vertragsgegenstand verfolgt werden. Einerseits wird im Hinblick auf die Zusammenarbeit die Qualität der Arbeit gesteigert, da die spezifischen Anforderungen durch das Modularisierungsvorgehen eindeutig festgelegt worden sind. Andererseits besteht die Möglichkeit durch eine frühzeitige Einbindung des LDL den Kundenservice gegenüber dem Vertragspartner zu erhöhen, da der LDL in Kooperation mit dem KMU bei der Modularisierung Erfahrungen einbringen sowie die Prozesse maßgeblich beeinflussen kann.

Die kundenspezifischen Anforderungen im Hinblick auf die Anwendung des Konzepts führen bei der Bewertung des Betreibermodells zu dem Ergebnis, dass sowohl die kritischen Punkte für die LDL wie bspw. unvollständige Ausschreibungsunterlagen als auch die Kriterien der KMU bezüglich der zu erbringenden Qualität zu geringen Kosten durch den LDL im Rahmen der Gestaltungsbereiche berücksichtigt sind. In der Diskussion im projektbegleitenden Ausschuss werden unter dem Gesichtspunkt der monetären Anforderungen Gewinne und die Risikoverteilung als Bewertungskriterien in Betracht gezogen. Das Modell sieht durch die Gestaltungskomponente im Sinne von Open-Books-Vereinbarung Potentiale zur Verwirklichung von Kosteneinsparungen auf der Seite von KMU bei gleichzeitig möglichen Gewinn auf der LDL. KMU sind bereit, insbesondere bei der Vergabe von Modulen, dem Dienstleister eine Marge zu gewähren. Ebenfalls besteht gemeinsamer Gestaltungsspielraum hinsichtlich der Risikoverteilung. Einerseits dienen die Ergebnisse des Fragebogens als gute Grundlage für weitergehende Verhandlungen, andererseits gibt die angesprochene Systematisierung von Risiken einen Ansatz einen Großteil der Risiken vertraglich festzulegen. Die Risikobewertung wird mithilfe von Checklisten unterstützt, so dass die Vertragspartner eine Basis über die Potenziale einer Zusammenarbeit verfügen.

Eine der Anforderungen in personeller Hinsicht ist die Realisierung eines Betreibermodells mit möglichst wenigen Mitarbeitern. Dieses Kriterium lässt sich nicht pauschal zur Bewertung heranziehen, da ein künftiges Betreibermodell ausschlaggebend von den Inhalten des ausgeschriebenen Moduls abhängig ist. In einer Ausschreibung ist eine eindeutige Abgrenzung der zu erbringenden Leistung für den Kunden gefordert, die vertraglich zwischen dem KMU und LDL festgehalten werden soll. Grundsätzlich verbirgt sich hinter dieser Anforderung der LDL, neue Aufträge mit den vorhandenen Ressourcen zu bearbeiten. Die Integrationsfähigkeit im Hinblick auf Standorte, Ressourcen und Zeit steht hierbei im Vordergrund. Den ausschreibungsbezogenen Anforderungen wird das Betreibermodell gerecht, da es die notwendige

Flexibilität beinhaltet, Input aus der Modularisierungsvorgehensweise einzubringen und durch die vorhandenen Checklisten das Betreibermodell ganzheitlich zu gestalten.

9.6.4. Potenziale und Ausblick

9.6.4.1. Phasendiagramm der Modularisierung

Das Phasendiagramm der Modularisierung ist das Ergebnis, das auf Grundlage der Diskussionen im Rahmen des projektbegleitenden Ausschusses abgeleitet und entwickelt worden ist. Die beteiligten Experten brachten die Forderung nach einem Best Practice-Beispiel der Modularisierung. Insbesondere KMU sehen sich vor der großen Herausforderung, ihre begrenzten Ressourcen effektiv und effizient in bisher nicht erschlossene Themengebiete einzusetzen. Die Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Themen ist vorhanden und wird unterstützt, allerdings möchten KMU sukzessiv die Themen angehen und bearbeiten. Dieser Forderung kommt das Phasendiagramm nach, in dem es zusätzlich zu den zwei Phasen der Modularisierung gegenwärtige Logistikkonzepte in das Diagramm einordnet. Dabei ist der Grad der Modularisierung auf einer Ordinalskala von gering bis hoch über die Zeit aufgetragen. Ausgehend von einer A_0 - und A_1 -Phase können im weiteren zeitlichen Verlauf die relevanten Phasen I und II der Modularisierung durchlaufen werden.

Das Ziel der Modularisierung in einem fortgeschrittenen Stadium ist ein hoher Grad der Modularisierung, in dem durch die Vielzahl gebildeter Module im Unternehmen eine Variantenkonfiguration möglich ist. Unter einer Variantenkonfiguration ist die Wahloption des betrachteten KMU zwischen mehr als einen Modul zu verstehen. KMU können dabei auf Kundenbestellungen schneller reagieren, indem sie aus ihrem Modulportfolio für die Bearbeitung des Auftrags die betroffenen Module zusammensetzen. Folgende Abbildung 51 veranschaulicht die möglichen Potentiale wie bspw. Outsourcing mit einem zunehmenden Grad der Modularisierung sowie den aktuellen Stand der KMU hinsichtlich der Logistikmodularisierung.

Die derzeitige Logistikorganisation von KMU kann entweder in die Phase A_0 oder A_1 eingeordnet werden. Ersteres stellt die klassische Darstellung der Logistik innerhalb einer funktionalen Organisation dar. Die A_1 -Phase repräsentiert eine funktionsübergreifende und prozessorientierte Logistik. Der heutige Stand von KMU hinsichtlich der Organisation ihrer logistischen Prozesse ist in einen dieser beiden genannten Phasen vorzufinden. Zum einen existieren KMU mit fortgeschrittenen Logistikkonzepten, die an die Bedürfnisse ihrer Kunden ausgerichtet sind. Andererseits lassen sich ebenso KMU finden, die Logistik als funktionsübergreifende Prozessausrichtung bisher nicht eingeführt haben. Modularisierung als Strukturierung eigener logistischer Prozesse ist allerdings in keinem Unternehmen implementiert.

Die folgenden Ausführungen beschreiben die einzelnen Bereiche des Phasendiagramms.

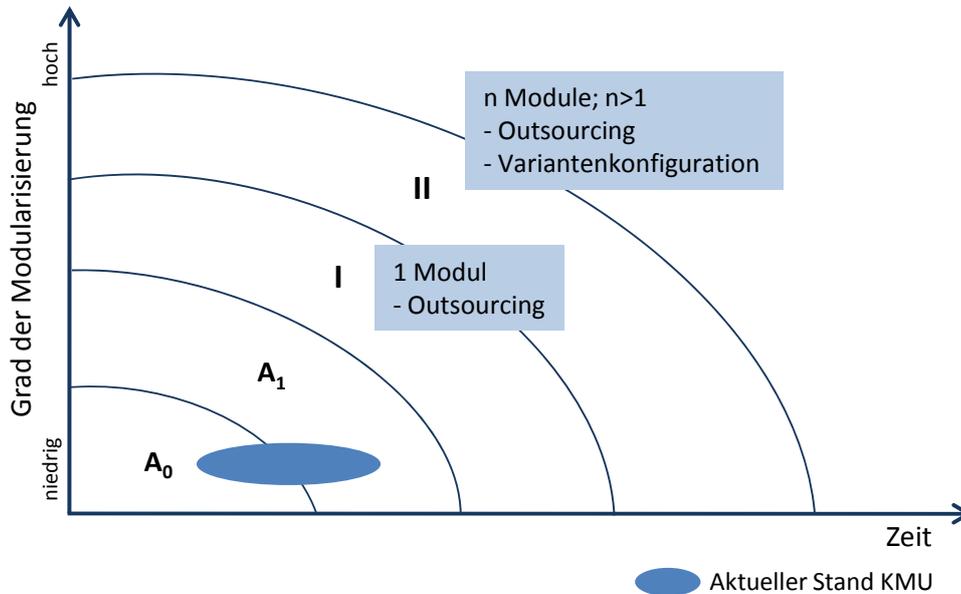


Abbildung 51: Phasendiagramm der Modularisierung²⁶⁰

A₀:	Logistik innerhalb einer funktionalen Organisation
A₁:	Logistik funktionsübergreifend und prozessorientiert organisiert.
I:	<p><u>Pilotprojekt (Vorlage für Best Practice)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse und Optimierung eines Bereichs ▪ Modulspezifische Gestaltung des untersuchten Bereichs <p>Ergebnis</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ein Modul ➤ Motivation: Outsourcing ➤ Ausrichtung: kurz- bis mittelfristig
II:	<p><u>Vision: Modularisierung des gesamten Unternehmens mittels der Vorgehensweise Modularisierung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nach erfolgreicher Umsetzung und erfolgreichen Erprobung eines Pilotprojekts folgt die Modulbildung und Gestaltung weiterer Bereiche <p>Ergebnis</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Module strukturieren das gesamte Unternehmen ➤ Motivation: - Outsourcing - Variantenkonfiguration der Module ➤ Ausrichtung: mittel- bis langfristig

Abbildung 52: Phasendiagramm

²⁶⁰ Eigene Darstellung

In Phase I wird ein Pilotprojekt im Kontext der Modularisierung realisiert. Die Referenz einer logistischen Modularisierung in Form eines Best Practice-Beispiels ist eine zentrale Forderung der KMU, da in der Praxis keine Modularisierungslösungen vorhanden sind. Das Vorgehen zur Modularisierung innerhalb der Phase I kommt ausschließlich mit den Modularisierungsschritten eins, zwei, fünf und sechs zum Einsatz. Die Schritte drei und vier werden zunächst für die Phase I übersprungen, da hier gesamte Unternehmensbereiche von der Bildung und Gestaltung der Module betroffen sind. Die bereichsübergreifende Modulbildung über das gesamte Unternehmen soll dabei noch nicht stattfinden, sondern KMU gehen zunächst von einem zu untersuchenden Bereich aus, der neu strukturiert und optimiert werden soll. Das Ergebnis der Phase I ist eine kurz- bis mittelfristige Lösung und die Motivation eines KMU kann das Outsourcing des gebildeten Moduls sein. Sobald die Phase I abgeschlossen und die logistische Modularisierung erfolgreich erprobt ist, folgt die Phase II.

Das Ziel in der Phase II ist die modulare Strukturierung der gesamten Bereiche eines Unternehmens. Auf der Basis der Vorgehensweise zur Modularisierung wird das Unternehmen analysiert und systematisch in Module strukturiert. Die Phase II ist für die mittlere bis lange Frist vorgesehen. Die Handlungsmöglichkeit eines KMU erweitert sich neben dem Outsourcing um die Alternative der Variantenkonfiguration.

Der vorliegende Modularisierungsleitfaden setzt auf eine langfristige Entwicklung der Modularisierung im Unternehmen. Infolge der zwei zu durchlaufenden Phasen aus dem Phasendiagramm dürfen Modularisierungsvorhaben nicht kurzfristig ausgelegt sein. Die eingangs genannten Voraussetzungen müssen ebenso wie die erfolgreiche Durchführung eines Pilotprojekts erfüllt sein. Mithilfe dieses Best Practice-Beispiels kann die Vorlage für weitergehende Modularisierungsprojekte geschaffen werden, da die gewonnen Erkenntnisse aus Phase I genutzt werden können (-> Lerneffekte). Darüber hinaus unterstützen die im Anhang befindlichen Checklisten bei einer Umsetzung von Erst- und Folgeprojekten. Dadurch können diese Erfahrungen aus den durchgeführten Projekten kontinuierlich zu einer schnellen und flexiblen Umsetzung beitragen.

9.6.4.2. Weiterentwicklung der Modularisierungsvorgehensweise

In erster Linie besteht ein Optimierungspotential hinsichtlich der eingesetzten Softwaretools, da an dieser Stelle voneinander unabhängige Systeme verwendet werden und damit Medienbrüche entstehen, die bei jeder Anwendung eine separate Eingabe der aufgenommenen Daten erfordern. Die Entwicklung eines integrierten Tools, das ganzheitlich alle erforderlichen Funktionalitäten umfasst, verringert den Eingabeaufwand, erhöht die Akzeptanz bei den Mitarbeitern und beschleunigt die Umsetzung eines Modularisierungsprojekts. Das zu entwickelnde Tool könnte den Anwender gemäß der Vorgehensweise der Modularisierung bei der Prozessaufnahme durch eine einfache Bildschirmmaske zur Erfassung der Prozesse unterstützen. Die aufgenommenen Prozesse können unmittelbar nach dem ersten Schritt für die darauffolgende Prozessmodellierung zur Verfügung stehen. Die gleichen Modellierungsfunktionen analog zu dem Programm SemTalk ermöglichen eine zeitnahe Abwicklung dieser Vorgehensstufe. Anschließend wäre die automatische Übertragung der aufgenommenen Prozesse in die Abhängigkeitsmatrizen, um die anstehende Bewertung vorzunehmen. Nachdem die Gesamtmatrix ermittelt worden ist, kann eine automatische Sortierung per Knopfdruck (Funktionalitäten von PSM32) vorgenommen werden. Die ersten vorläufigen Module können durch farbliche Hervorhebung und Gruppierung identifiziert werden und stehen dem Tool-Nutzer für die anschließende Bewertung anhand der Homogenitätskriterien für die Cluster-Analyse bereit. Nachdem die Cluster bzw. Module gebildet worden sind, kann zusätzlich die Logik der Machbarkeitsanalyse in das Tool integriert werden, was für die Abbildung des Gesamtprozesses der Modularisierung von Vorteil ist. Darüber hinaus sind die Checklisten aus den beiden Abschnitten weiterzuentwickeln, um die Projektlaufzeiten bei Anläufen oder Änderungen gering zu halten.

9.6.4.3. Forschungsbedarf

Mit der in diesem Forschungsprojekt entwickelten Vorgehensweise sowie dem Betreiberkonzept ist erstmalig die Thematik der Modularisierung im Kontext der Logistik in der Praxis betrachtet und bearbeitet worden. Die Modularisierungsvorgehensweise mit seinen Methoden und Tools in den jeweiligen Abschnitten, das Betreibermodell mit seinen Gestaltungsbereichen und Checklisten sowie das Phasendiagramm sind eine solide Wissensgrundlage und ein Werkzeug, um ein logistisches System in Unternehmen zu modularisieren. Dieses Gestaltungsmodell ist in Form des Leitfadens von der Praxis validiert und in seiner Anwendbarkeit anhand der ermittelten Anforderungen bestätigt worden.

Das Forschungsprojekt hat demnach Ergebnisse geliefert und den weiteren Forschungsbedarf identifiziert. Der nächste Schritt wäre die Analyse und Bewertung von Kosten im Zusammenhang mit Modulen. Dabei stehen zum einen die möglichen Kosten einer Implementierung im Vordergrund. Der Bereich des Projektmanagements kommt für diese Betrachtung vorwiegend in Frage. Weiterhin müssen zum anderen geeignete Methoden zum Controlling bzw. zur kostenseitigen Bewertung der Module erforscht werden. Bisherige Kenntnisse aus dem Logistik-Controlling wären auf Ihre Übertragung und Anwendung für Logistikmodule zu prüfen. Folglich ergeben sich zwei Themenbereiche, die hinsichtlich Methoden und Tools näher durchleuchtet werden müssen. So können neue Anforderungen und Maßnahmen im Rahmen der modularen Logistik identifiziert werden. Dieses Ergebnis ist im Rahmen des projektbegleitenden Ausschusses bestätigt worden und gleichzeitig wurde der erforderliche Forschungsbedarf seitens der Unternehmensvertreter begrüßt.

10. Projekt: Zusammenfassung und Ausblick

10.1. Projekt

Das Projekt ist nach Maßgabe des Projektplans ordnungsgemäß abgelaufen, obwohl ein Mitarbeiter verspätet eingestellt worden ist. Insbesondere in der Phase nach dem Zwischenbericht konnten durch effektives und strukturiertes Arbeiten zügig die Aufgabenpakete bearbeitet werden. Die erforderlichen Fragebögen, Experteninterviews sowie die Begehung der Unternehmen erfolgten fristgerecht. Aufgaben wurden zwischenzeitlich parallel durchgeführt, um den beteiligten Unternehmen im Rahmen des projektbegleitenden Ausschusses die Ergebnisse aus den Befragungen sowie den ersten Entwurf des Leitfadens vorzustellen. Die formalen Anforderungen neben den projektspezifischen sind stets erfüllt worden wie bspw. die Dokumentation der durchgeführten Gespräche sowie die Zusammensetzung des Ausschusses aus den erforderlichen Mitgliedern der KMU.

10.2. Beurteilung des Projektergebnisses

Das Projekt ist erfolgreich durchgeführt und die ermittelten Ergebnisse sind durch die beteiligten Projektpartner auf ihre praxisorientierte Anwendung affirmiert worden. Der erstellte Leitfaden erfüllt sowohl einen angemessenen Detaillierungsgrad als auch eine hohe Verständlichkeit, um in der Praxis angewandt zu werden. Außerdem liegt ein Leitfaden vor, der ganzheitlich die logistischen Prozesse in KMU behandelt sowie bei Bedarf anpassungsfähig ist. Auf diese Weise wird eine Weiterentwicklung des Leitfadens sichergestellt.

Die Erkenntnisse aus diesem Forschungsprojekt unterstützen die KMU bei einer Implementierung maßgeblich, da auf die gesonderte Stellung der KMU in Form der iterativen Vorgehensweise eingegangen wird und das Realisierungspotenzial des vorliegenden Forschungsgegenstands erhöht worden ist. Die Forschung ist auf diesem Gebiet einen Schritt vorangekommen, da das beabsichtigte Ziel in Form eines Leitfadens, in dem die Modularisierung logistischer Systeme sowie die Konzeption eines Betreibermodells behandelt wird, erreicht und von Praktikern die Praxisrelevanz konstatiert worden ist.

Des Weiteren sind die Ergebnisse differenziert in dem aktuellen Stand der Modularisierung zu betrachten, da die Modularisierung logistischer System für die KMU ein völlig neues Themengebiet ist. Große Potenziale stecken demzufolge in diesem Wissensgebiet, welche noch durch weitergehende Forschung erschlossen werden müssen. Für die Relevanz dieser Grundlagenarbeit spricht ferner der weitere Forschungsbedarf auf diesem Themengebiet der Modularisierung, der bereits im Kapitel „Forschungsbedarf“ erläutert worden ist.

11. Nutzen und wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für KMU

Für KMU ergeben sich bei der Anwendung des Leitfadens und der Betreibermodelle verschiedene Vorteile, die zu einer Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich führen können. Zunächst beinhaltet der Leitfaden KMU-spezifische Methoden zur Schaffung von Transparenz über die Leistungsfähigkeit des eigenen Logistiksystems. Aus dieser heute häufig noch nicht vorhandenen Transparenz können verhältnismäßig leicht Potenziale abgeleitet, priorisiert und mit konkreten Maßnahmen hinterlegt werden.

Die Anwendung des Modularisierungsprinzips bei der Entwicklung eines Soll-Zustands führt zu einer Strukturierung in kleine autonome Einheiten. Die Anwender sind nicht mehr mit der logistischen Gesamtkomplexität ihres Unternehmens konfrontiert, sondern betrachten lediglich einzelne Teilbereiche in der Gestalt von Logistikmodulen. Die Vorgehensweise der Modularisierung trägt zur Beherrschung der Gesamtkomplexität eines logistischen Systems bei.

Neben der internen Verbesserung der Komplexitätssituation können durch die Standardisierung von technischen und organisatorischen Schnittstellen ganze Leistungsumfänge in Form von Modulen ausgelagert werden. Die vereinfachte Fremdvergabe von Logistikleistungen verlagert zum einen Komplexität aus dem eigenen Unternehmen an einen Dienstleister. Zum anderen können KMU mit Hilfe von spezialisierten Partnern die einzelnen Module in einer Innovationspartnerschaft gemeinsam betreiben werden. Diese Partner ermöglichen im Rahmen eines Betreibermodells, neues Logistikwissen einzubringen, Prozesse kontinuierlich zu optimieren und auch einen Teil des unternehmerischen Risikos zu tragen. Für dieses Ziel ist der Gestaltungsrahmen für ein Betreibermodell entwickelt worden.

Die ermittelten Anforderungen sowohl der KMU als auch der Dienstleister an den entwickelten Leitfaden stellen eine gute Basis für eine verbesserte Kommunikation zwischen den Parteien in der Anbahnungsphase und in der späteren Abwicklung dar. Der entwickelte Leitfaden schafft ein gegenseitiges Verständnis der Beteiligten für eine erfolgreiche Zusammenarbeit.

12. Veröffentlichungen und Transfermaßnahmen

Für die Veröffentlichung der Projektergebnisse wurde die Internet-Seite www.modulare-logistik.de eingerichtet, die zusätzlich zum informativen Charakter über das Projekt einen Downloadbereich beinhaltet. Als Download wird der in dem Projekt erstellte Leitfaden der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus wurde ein Informationsflyer entworfen, der an interessierte Unternehmen verteilt wurde.

Die Projektergebnisse sind im Rahmen eines Vortrags auf der internationalen Logistikkonferenz in Istanbul, dem „7th International logistics & supply chain congress“ der LODER logistics association, die im November 2009 stattfand, einem interessierten Fachpublikum vorgestellt worden. Das Projekt sowie die Ergebnisse sind als Artikel im gleichnamigen Kongressband publiziert worden.

Um praxisorientiert zu informieren, sind darüber hinaus Veröffentlichungen in der Logistik-Fachpresse geplant. Ein Artikel ist in der Zeitschrift PPS Management zum Thema „Logistisches Prozessmanagement“ vorgesehen. Die Nutzung verschiedener Kanäle soll die weite Verbreitung der generierten Lösungsansätze sicherstellen und insbesondere den Mittelstand erreichen. Im weiteren Verlauf werden kontinuierlich weitere Veröffentlichungsmöglichkeiten geprüft.

12.1. Lehre und Weiterbildung

Die Erkenntnisse und Fortschritte aus dem Projekt in dem Themengebiet der Modularisierung sind als Bestandteil der akademischen Lehre am Bereich Logistik umgesetzt. Darüber hinaus fließen die Ergebnisse in Weiterbildungsprogramme ein. Ebenso sind im Rahmen der internationalen Konferenz in Istanbul Unterlagen an eine örtliche Universität zur Verwendung in der Lehre übermittelt worden.

12.2. Wissenschaftliche Arbeiten

Das Fachgebiet Logistik der Technischen Universität Berlin betreut zum Thema der Modularisierung drei Diplomarbeiten. Zwei der drei Themen sind gezielt als Praxisarbeiten an engagierte und interessierte Studenten vergeben worden, um weitere Erkenntnisse der Modularisierung in der Praxis zu gewinnen. Beide Praxisarbeiten werden bei zwei namhaften Automobilherstellern mit unterschiedlichem Schwerpunkt geschrieben. Das eine Thema handelt von der Entwicklung eines Vorgehensmodells zur Modulbildung für ein innerbetriebliches Transportsystem. Die zweite Arbeit setzt den Fokus der Modularisierung auf außerbetriebliche Logistikprozesse. Eine weitere theoretische Diplomarbeit hat das Ziel, einen Gestaltungsansatz zum Controlling von Logistikmodulen in produzierenden KMU zu entwickeln.

12.3. Geplante Teilnahme an Konferenzen und Tagungen

Ein Abstract ist für die kommende Bordeaux-Konferenz Ende September 2010 (The 8th International Meeting on Logistics Research) an der Bordeaux Management School eingereicht worden. Ziel ist es, Teilergebnisse des Projekts in Bezug auf die Modularisierung unter anderem im Zusammenhang mit der Wandlungsfähigkeit einem internationalen Publikum vorzustellen.

Literaturverzeichnis

- Aier, S., Schönherr, M. (2004): Flexibilisierung von Organisations- und IT-Architekturen durch EAI. In: Aier, S.; Schönherr, M. (Hrsg.): Enterprise Application Integration – Flexibilisierung komplexer Unternehmensarchitekturen, Berlin, GITO-Verlag 2004.
- Baldwin, C. Y., Clark, K. B.: Modularisierung: Ein Konzept wird universell, in: Harvard Business Manager, Heftnummer 2/1998, 1998, S. 2–11.
- Baldwin, C. Y., Clark, K. B. (2000): Design Rules: The Power of Modularity (Bd. 1), Cambridge (MA), London, MIT Press 2000.
- Belliger, A., Krieger, D. (2007): Wissensmanagement für KMU, Zürich, vdf Hochschulverlag 2007.
- Blees, C., Jonas, H. et al.: Entwurf von modularen Produktarchitekturen unter Betrachtung unterschiedlicher Unternehmenssichten, in: Design for X, Beiträge zum 19. Symposium, Heftnummer Neukirchen, 2008, S. 149–158.
- BMBF (2009): Bundesministerium für Bildung und Forschung, Lösungsansätze, erhältlich im Internet unter: <http://www.mobile-fabrik.de/>, eingesehen am Zugriff: 12. Mai 2009.
- Böhmman, T. (2004): Modularisierung von IT-Dienstleistungen: Eine Methode für das Service Engineering, Wiesbaden, Gabler Verlag 2004.
- Böhmman, T., Krcmar, H. (2005): Modularisierung: Grundlagen und Anwendung bei IT-Dienstleistungen. In: Herrmann, T.; Kleinbeck, U.; Krcmar, H. (Hrsg.): Konzepte für das Service Engineering: Modularisierung, Prozessgestaltung und Produktivitätsmanagement., Physica-Verlag, S. 45-84, Heidelberg 2005.
- Bretzke, W. R.: Logistik-Outsourcing: Ein anhaltender Trend und seine Grenzen, in: Logistik Management, Vol. 6, Heftnummer 3, 2004, S. 11–18.
- Bullinger, H. J., Scheer, A. W. (2006): Service Engineering: Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen, 2. Auflage Aufl., Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2006.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Mittelstand (2009): Leistung durch Vielfalt. Online, erhältlich im Internet unter: <http://www.ifm-bonn.org/assets/documents/mittelstandleistung-durchvielfalt.pdf>, eingesehen am 12. Mai 2009.
- Burr, W. (2002): Service Engineering bei technischen Dienstleistungen: eine ökonomische Analyse der Modularisierung, Wiesbaden, Dt. Univ.-Verl., Gabler Verlag 2002.
- Burr, W.: Modularisierung als Prinzip der Ressourcenorganisation – aus Sicht der ökonomischen Theorie, in: Die Betriebswirtschaft, Vol. 64. Jg, Heftnummer 4/2004, 2004, S. 448–470.
- Butz, C.: Prozessinnovationen in der Logistik – Eine empirische Untersuchung zu Bedeutung und Umsetzungsstand in der Praxis, in: Logistik Management, Vol. 8, Heftnummer 2/2006, 2006, S. 32–43.
- Butz, C., Mayer, A. et al.: Prozessinnovationen in der Logistik – mobile Anwendungen als Implementierungsunterstützung, in: PPS Management, Vol. 11, Heftnummer Heft 2/2006, 2006, S. 10–12.
- BVL (2005): Studie Trends und Strategien in der Logistik 2005: Executive Summary, erhältlich im Internet unter: http://www.bvl.de/330_1&cat=Studien&info=8, eingesehen am 21. Mai 2009.
- BVL (2008): Studie Trends und Strategien in der Logistik 2008: Die Kernaussagen., erhältlich im Internet unter: http://www.bvl.de/330_1&cat=Studien&info=2, eingesehen am 21. Mai 2009.
- Corsten, H., Gössinger, R. (2007): Modularisierung von Dienstleistungen – Untersucht am Beispiel von Logistikdienstleistungen. In: Gouthier, M. H. J.; Coenen, C.; Schulze, H. S.; Wegmann, C.: Service Excellence als Impulsgeber: Strategien – Management – Innovationen – Branchen, Wiesbaden, Gabler Verlag 2007.
- Daschmann, H. A. (1994): Erfolgsfaktoren mittelständischer Unternehmen: ein Beitrag zur Erfolgsfaktorenforschung, Stuttgart, Schäffer-Poeschel 1994.

- Eisele, M.: Fertigung muss sich schneller wandeln – Manufuture: „Adaptive Produktion“ ist Schwerpunkt deutscher Fabrikhäuser, in: Intelligenter Produzieren, Heftnummer 3/2006, 2006, S. 25–26.
- Erixon, G. (1998): Modular Function Deployment – A Method for Product Modularisation., Stockholm, The Royal Institute of Technology 1998.
- Pirrung, C. (2004), in: Erixon, G.; Kenger, P. (Hrsg.): Proceedings from the 2nd seminar on Development of Modular Products Comparison of different methods of modularisation and their best application, Dalarna University, Schweden:
- Ernst, D. (1999): Internationalisierung kleiner und mittlerer Unternehmen: Kooperationsformen und Außenwirtschaftsförderung, Wiesbaden, Gabler Verlag, Dt. Univ.-Verl. 1999.
- Europäische Kommission (2003): Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen. Amtsblatt der Europäischen Union, erhältlich im Internet unter:
http://europa.eu/eureurlex/pri/de/oj/dat/2003/l_124/l_12420030520de00360041.pdf, eingesehen am 05. Mai 2009.
- Eversheim, W., Neuhausen, J.: Modular Plant Architecture: An Approach towards Agility and Reconfigurability, in: wt Werkstattstechnik Online, Vol. 91, Heftnummer 10, 2001, S. 654–657.
- Fröhler (2005): Identifikation kritischer Erfolgsfaktoren deutscher Lebensversicherungsunternehmen auf Basis einer Jahresabschlussanalyse, Versicherungswirtschaft 2005.
- Gericke, J.: Mittelständische Unternehmen und Kooperationen – Erfolg durch systematisches Outsourcing, in: Industrie Management, Vol. 22, Heftnummer 3/2006, 2006, S. 45–48.
- Göpfert, J. (1998): Modulare Produktentwicklung: zur gemeinsamen Gestaltung von Technik und Organisation., Wiesbaden, Dt. Univ.-Verl., Gabler Verlag 1998.
- Göpfert, J., Steinbrecher, M.: Modulare Produktentwicklung leistet mehr – Warum Produktarchitektur und Projektorganisation gemeinsam gestaltet werden müssen., in: Harvard Business Manager, Heftnummer 3/2000, 2000, S. S. 20-32.
- Gottschalk, S. F. (2006): Dedicated Flexibility – Komplexitätsoptimale Gestaltung manueller Serienmontage, Aachen, Shaker Verlag 2006.
- Granzow, A. (2006): Logistik ist Deutschlands heimliche Paradedisziplin. In: Handelsblatt vom 08.02.2006
- Günthner, W. A.; Heinecker, M. (2004): Modulare Materialflusssysteme – Ein Erfolg versprechendes Konzept für wandelbare Fabrikstrukturen, erhältlich im Internet unter:
http://www.fml.mw.tum.de/PDF/MoMa_Ein_Erfolg_versprechendes_Konzept%20_fuer_wandelbare%20_Fabrikstrukturen.pdf, eingesehen am 26. April 2009.
- Günthner, W. A.; Wilke, M. (2005): Mit neuen Lösungen zu wandelbaren Materialflusssystemen – Funktionsorientierte Modularisierung und intelligente Multiagentensysteme., erhältlich im Internet unter:
<http://www.fml.mw.tum.de/PDF/Mit%20neuen%20L%C3%>, eingesehen am 26. April 2009.
- Günthner, W. A. u.a. (2006): Abschlussbericht zum AiF Forschungsvorhaben Modulare Materialflusssysteme für wandelbare Fabrikstrukturen, erhältlich im Internet unter:
http://www.fml.mw.tum.de/PDF/Abschlussbericht_14021_Modulare_, eingesehen am 26. April 2009.
- Herrmann, T., Kleinbeck, U. et al. (2005): Konzepte für das Service Engineering: Modularisierung, Prozessgestaltung und Produktivitätsmanagement, Heidelberg, Physica- Verlag 2005.
- Hompel, M., Heidenblut, V. (2008): Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik., Berlin Heidelberg, Springer Verlag 2008.
- Hüttenrauch, M., Baum, M. (2008): Effiziente Vielfalt: Die dritte Revolution in der Automobilindustrie, Berlin Heidelberg, Springer Verlag 2008.

- IfM-Bonn (2009): Institut für Mittelstandsforschung Bonn, KMU-Definition des IfM Bonn, erhältlich im Internet unter: <http://www.ifm-bonn.org/index.php?id=89>, eingesehen am 12. Mai 2009.
- Kersten, W.,Held, T.et al. (2007): Komplexitäts- und Risikomanagement als Methodenbausteine des Supply Chain Managements, München,TCW Transfer-Centrum 2007.
- KfW u.a. (2009): Deutsche Wirtschaft in der Rezession – Talfahrt auch im Mittelstand. MittelstandsMonitor 2009 – Jährlicher Bericht zu Konjunktur- und Strukturfragen kleiner und mittlerer Unternehmen, erhältlich im Internet unter: ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/mimo/MittelstandsMonitor_2009.pdf, eingesehen am 15. Mai 2009.
- Klinkner, R.,Mayer, A.et al.: Modulare Logistik - Ein Lösungskonzept zum Management von Komplexität in dynamischen Netzwerken,in: Industrie Management, Vol. 21, Heftnummer 5/2005, 2005, S. 33–36.
- Koch, W.,Wegmann (1999): Mittelstand und neuer Markt: von erfolgreichen Börsenpraktikern lernen, Frankfurt am Main,Verl.-Bereich Buch 1999.
- Koestler, A. (1970): Jenseits von Atomismus und Holismus – der Begriff des Holons. In: Koestler, A. (Hrsg.), Smythies, J.R. (Hrsg.): Das neue Menschenbild – Die Revolutionierung der Wissenschaft vom Leben, Wien München Zürich,Fritz Molden 1970.
- Kopenhagen, F. (2004): Systematische Ableitung modularer Produktarchitekturen Komplexitätsreduzierung in der Konzeptphase, Hamburg-Harburg 2004.
- Hahn, D. S. R. B. A. H. M. (2002), in:Krystek, U. Zur E. (Hrsg.): BOT-Controlling: Ein neues Aufgabenfeld für das Controlling international tätiger Unternehmungen Internationalisierung Herausforderung für die Unternehmensführung, Berlin Heidelberg,Springer-Verlag.
- Kühnle, H. (1994): Die fraktale Fabrik – neue Organisationsformen: Der Mensch im Mittelpunkt der Fabrik. In: Kunerth, W. (Hrsg.): Menschen, Maschinen, Märkte: Die Zukunft unserer Industrie sichern., Berlin,Springer Verlag 1994.
- Bertalanffy, L. v. (1972, S.17-28.), in:Kurzrock, R. (Hrsg.): Systemtheorie. Berlin: Colloquium Verlag, S Vorläufer und Begründer der Systemtheorie.
- Kusiak, A.,Huang, C. C.: Design of Modular Digital Circuits for Testability Packaging, and Manufacturing Technology – Part C,in: IEEE Transactions on Components, Vol. 20, Heftnummer 01/1997, 1997, S. 48–57.
- Kwangyeol, R. (2003): Fractal-based Reference Model for Self-reconfigurable Manufacturing Systems, Dissertation der Pohang University of Science and Technology, Pohang in Korea 2003.
- Lai, X.,Gershenson, J. K.: Representation of similarity and dependency for assembly modularity,in: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 37, Heftnummer 06/2008, 2007, S. 803–827.
- Lay, G. (2007): Betreibermodelle für Investitionsgüter Verbreitung, Chancen und Risiken, Erfolgsfaktoren, Stuttgart,Fraunhofer IRB Verlag 2007.
- Lechler, T. G. (1997): Erfolgsfaktoren des Projektmanagements, Frankfurt am Main 1997.
- Likert, R. (1961): New Patterns of Management. New York St. Louis San Francisco London Mexico Panama Sydney Toronto: McGraw-Hill Cook Company, Tokyo,Kogakusha Company 1961.
- Matt, D.: Planung autonomer, wandlungsfähiger Produktionsmodule,in: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Vol. 97, Heftnummer 4, 2002a, S. 173–177.
- Matt, D.: Planung autonomer, wandlungsfähiger Produktionsmodule,in: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Vol. 97, Heftnummer 4, 2002b, S. 173–177.
- Meffert, H.,Bruhn, M. (2006): Dienstleistungsmarketing: Grundlagen – Konzepte – Methoden. Mit Fallstudien, 5. Aufl., Wiesbaden,Gabler Verlag 2006.

- Nofen, D., Klußmann, J. H. et al. (2005): Komponenten und Aufbau einer wandlungsfähigen modularen Fabrik. In: Wiendahl, H.-P.; Nofen, D.; Klußmann, J. H.; Breitenbach, F. (Hrsg.): Planung modularer Fabriken: Vorgehen und Beispiele aus der Praxis., München, Wien, Carl Hanser Verlag 2005.
- Günthner, W. A. (2008), in: Nyhuis, P. (Hrsg.): Beiträge zu einer Theorie der Logistik. Berlin Heidelberg: Ereignisorientierte Logistik – Ein neuer Ansatz zur Steuerung von Logistiksystemen., Springer Verlag, S. 373-390.
- Weber, J. D. M. (2000), in: Pfohl, H. -C Berentzen C. (Hrsg.): Supply Chain Management: Logistik Plus? Entwicklungsstand der Logistik., Erich Schmidt Verlag.
- Pichler, J. H., Pleitner, H. J. et al. (1996): Management in KMU: die Führung von Klein- und Mittelunternehmen, Bern Stuttgart Wien, Haupt 1996.
- Picot, A., Baumann, O.: Modularität in der verteilten Entwicklung komplexer Systeme - Chancen, Grenzen, Implikationen, in: Journal für Betriebswirtschaft, Heftnummer 57, 2007, S. 221–246.
- Picot, A., Reichwald, R. et al. (2003): Die grenzenlose Unternehmung - Information, Organisation und Management, 5. Aufl., Wiesbaden, Gabler Verlag 2003.
- Pimpler, T. U., Eppinger, S. D. (1994): Integration Analysis of Product Decompositions, Minneapolis, Proceedings of the ASME Design Theory and Methodology Conference 1994.
- Pladeck, M. (2005): Implementierung von Logistiksystemen – Ein Instrumentarium zur situativen Gestaltung des Implementierungsmanagements bei der Modernisierung von Logistiksystemen, Hamburg, Dr. Kovac 2005.
- Rockart, J. F.: Chief Executives define their own data needs, in: Harvard Business Review, Vol. 57, Heftnummer 2, 1979, S. 81–93.
- Sattes, I., Brodbeck, H. et al. (2001): Praxis in kleinen und mittleren Unternehmen: Checklisten für die Führung und Organisation in KMU, Zürich, vdf Hochschulverlag 2001.
- Schenk, M., Wirth, S. (2004): Fabrikplanung und Fabrikbetrieb Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik, Berlin Heidelberg, Springer 2004.
- Schmidt, H. (2002): Beitrag zum Variantenmanagement und zur Prozessoptimierung im Wagenkastenbau von Schienenfahrzeugen. Dissertation der Technischen Universität Berlin, Berlin 2002.
- Schuh, G., Merchiers, A. et al.: Geschäftskonzepte für global verteilte Produktion: Ergebnisse des Verbundforschungsprojektes „MobiFak – Geschäftskonzepte für mobile Fabriken, in: wt Werkstattstechnik Online, Vol. 94, Heftnummer 3, 2004, S. 52–57.
- Schuh, G., Millarg, K. et al. (1998): Virtuelle Fabrik: Neue Marktchancen durch dynamische Netzwerke. München Wien, Carl Hanser Verlag 1998.
- Schuh, G., Schittny, S. et al. (2004): Komplexitätsmanagement in der produzierenden Industrie, Aachen 2004.
- Siemer, F. (2004): Betreibermodelle für anlagentechnische Unternehmensinfrastrukturen Eine theoretische Untersuchung und Fallstudienanalyse, 1. Aufl., München, TCW Transfer-Centrum 2004.
- Statistisches Bundesamt (2008): Statistisches Jahrbuch 2008 – Für die Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, erhältlich im Internet unter: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/SharedContent/Oeffentlich/AI/IC/Publikationen/Jahrbuch/StatistischesJahrbuch,property=file.pdf>, eingesehen am 05. Mai 2009.
- Steward, D. V. (1981): Systems Analysis and Management: Structure, Strategy and Design., New York Princeton, PBI 1981.
- Stone, R. B. (1997): Towards a Theory of modular Design. Dissertation der University of Texas at Austin, Austin 1997.

- Mayer, A. (2007), in: Straube, F. u.a. (Hrsg.): Modularisierung der Logistik - Ein Gestaltungsmodell zum Management von Komplexität in der industriellen Logistik Schriftenreihe der Logistik der Technischen Universität Berlin, Magdeburg, Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin.
- Straube, F., Pfohl, H. C. et al. (2005): Trends und Strategien in der Logistik - Ein Blick auf die Agenda des Logistik-Managements 2010, Bremen, Deutscher-Verkehrs-Verlag 2005.
- Tjaden, G. (2003): Erfolgsfaktoren Virtueller Unternehmen - Eine theoretische und empirische Untersuchung, Wiesbaden, Deutscher Universitäts-Verlag 2003.
- Ullrich, F. (2004): Verdünnte Verfügungsrechte, Wiesbaden, Dt. Univ.-Verl., Gabler Verlag 2004.
- Urban, G. (2007): Von der Zulieferkette zum Zuliefernetzwerk, in: Gehr, F., Hellingrath, B. (Hrsg.): Logistik in der Automobilindustrie – Innovatives Supply Chain Management für wettbewerbsfähige Zulieferstrukturen, Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag 2007.
- Warnecke, H. J. (1993): Revolution der Unternehmenskultur – Das Fraktale Unternehmen, 2. Aufl., Berlin Heidelberg, Springer 1993.
- Warnecke, H. J., Hüser, M. (1995): Die Fraktale Fabrik: Durch Umdenken zu neuer Wettbewerbsfähigkeit. In: Walter, B. (Hrsg.): Lean Management auf dem Prüfstand. Weinheim 1995.
- Wiendahl, H. P. (2008): Betriebsorganisation für Ingenieure, 6. Aufl., München Wien, Carl Hanser Verlag 2008.
- Wildemann, H. (1998): Die modulare Fabrik – Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung, 5. überarbeitete und ergänzte Auflage Aufl., München, TCW-Transfer- Centrum GmbH 1998.
- Wildemann, H. (2004): Betreibermodelle eine neue Outsourcingstrategie?, München, TCW Transfer-Centrum 2004.
- Zahn, E., Dillerup, R. et al. (1997): Ansätze zu einem ganzheitlichen Produktionsmanagement, Stuttgart 1997.
- Zarneckow, R. (2007): Produktionsmanagement von IT-Dienstleistungen: Grundlagen, Aufgaben und Prozesse, Berlin Heidelberg New York, Springer Verlag 2007.
- Zirpins, C. (2007): Interaktionsorientierte Komposition virtueller Dienstleistungsprozesse, Kassel, Kassel University Press 2007.
- Zahn, E., Dillerup, R. (1994), in: Zülch, G. (Hrsg.): Vereinfachen und Verkleinern – Die neuen Strategien in der Produktion, Stuttgart:

Anhang

A.1 Gewichtung der Bewertungskriterien

Gewichtung der Bewertungskriterien für die Bewertung der Modularisierungsmethoden hinsichtlich der Anwendbarkeit für die logistische Prozessgestaltung

	Bewertungskriterien	Detaillierungsgrad	Verständlichkeit	Ganzheitliche Betrachtung	Anpassungsfähigkeit	Summe	Gewichtungsfaktor
1	Detaillierungsgrad	0	2	2	2	6	0,500
2	Verständlichkeit	0	0	1	0	1	0,083
3	Ganzheitliche Betrachtung	0	1	0	0	1	0,083
4	Anpassungsfähigkeit	0	2	2	0	4	0,333
						12	1,000

Legende	
2	Zeile wichtiger als Spalte
1	Zeile genauso wichtig wie Spalte
0	Spalte wichtiger als Zeile

Abbildung 53: Gewichtung der Bewertungskriterien für die Bewertung der Anwendbarkeit für die logistische Prozessgestaltung²⁶¹

²⁶¹ Eigene Darstellung

A.2 Schematische Darstellung zur Vorgehensweise zur Modularisierung von Dienstleistungen

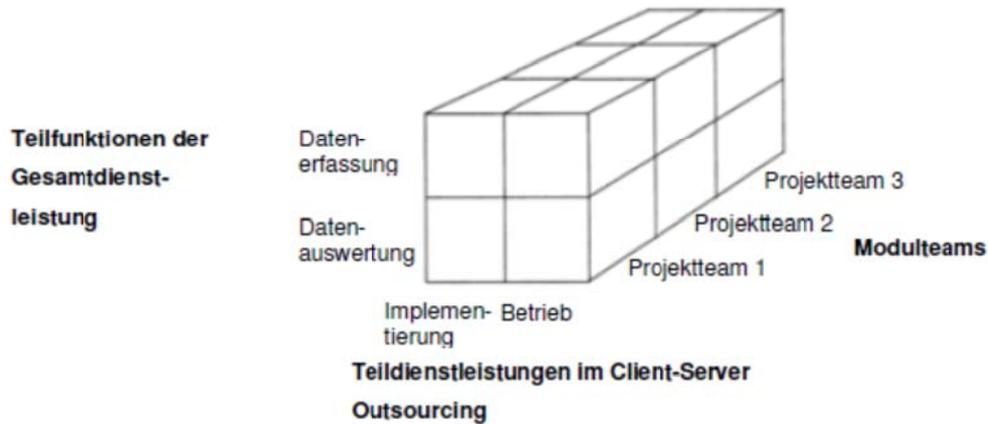


Abbildung 54: Schematische Darstellung zur Vorgehensweise zur Modularisierung von Dienstleistungen²⁶²

A.3 Design Structure Matrix angewandt auf IT-Dienstleistungen nach Burr

		Teilaufgaben									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Server: Konfiguration und Betrieb	1		x	x	x			x			x
	2	x		x	x			x			
	3	x	x								
	4	x									
Client: Installation und Wartung	5					x	x	x		x	
	6		x		x			x	x		
	7		x				x		x		
	8					x	x				
User Help Desk Services	9										x
	10	x						x		x	

Abbildung 55: DSM angewandt auf IT-Dienstleistungen nach Burr²⁶³

²⁶² Eigene Darstellung in Anlehnung an Burr 2002, S. 125.

²⁶³ Vgl. Burr 2002, S. 129

A.4 Modularisierungsmatrix als Hilfsmittel zur Modulbildung bei IT-Dienstleistungen

1

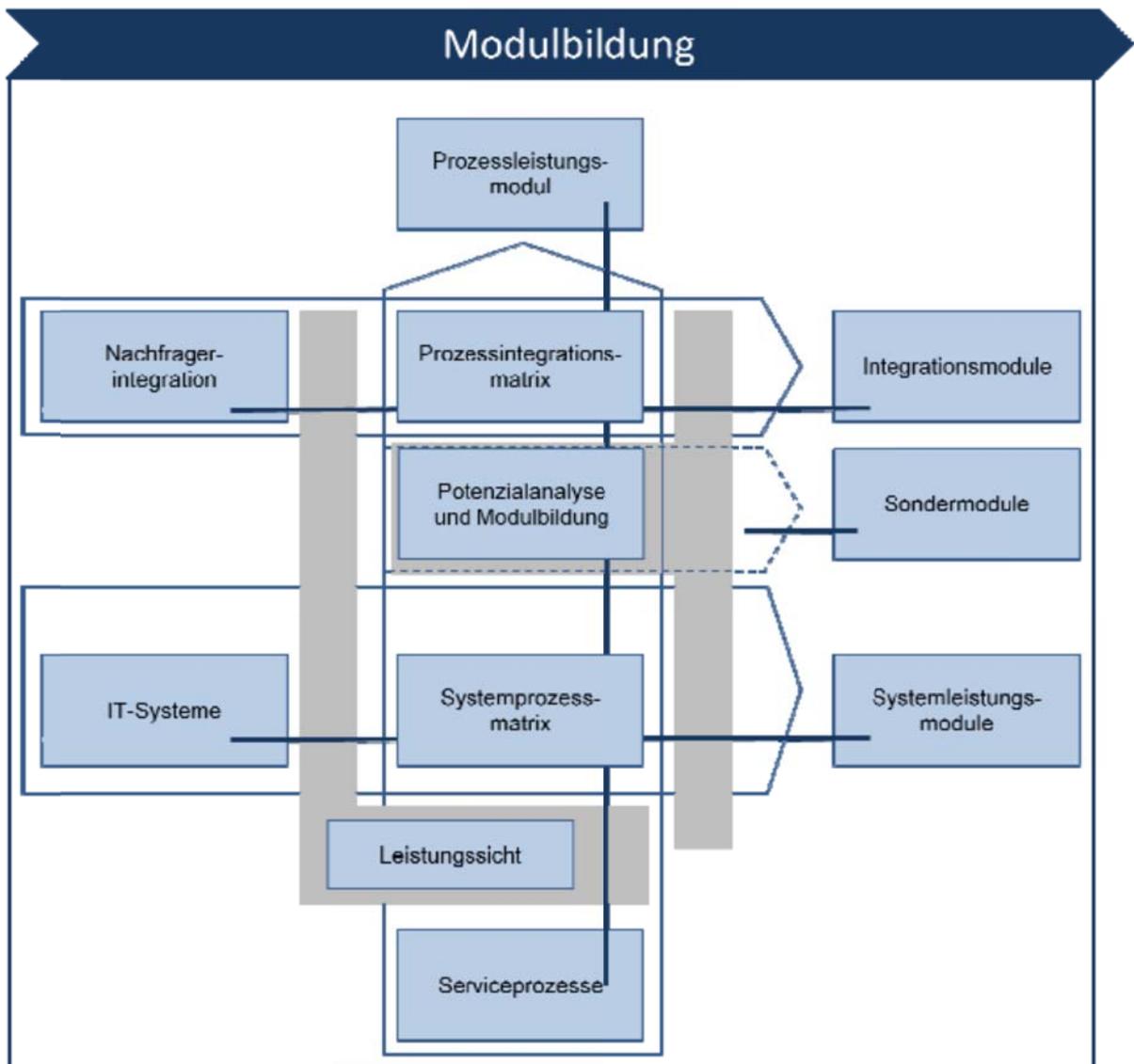


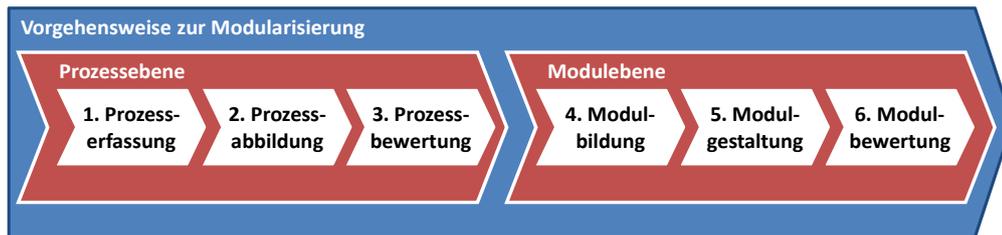
Abbildung 56: Modularisierungsmatrix nach Böhmann²⁶⁴

²⁶⁴ Vgl. Böhmann 2004, S. 155

A.5 Checklisten

Die vorliegenden Checklisten dienen in Kombination mit den eingangs beschriebenen Vorgehensweisen als Unterstützung zur Modularisierung logistischer Systeme und zur Gestaltung von Betreibermodellen. Die Checklisten dienen als erste Orientierung und es ist ausdrücklich erwünscht, diese Listen während des Projektverlaufs und für nachfolgende Projekte zu erweitern.

Vorgehensweise zur Modularisierung - Methodenschritte/ Methoden/ Software



	Prozess- erfassung	Prozess- abbildung	Prozess- bewertung	Modulbildung	Modul- gestaltung	Modul- bewertung
Methoden	n.a.	BPMN- Methode	n.a.	Depedency Structure Matrix	Steckbrief	Machbarkeits- analyse
				Cluster- analyse	Mindmap	KVP-Verfahren
Vorgehens- weise	Anlehnung an Wertstrom- design	Prozess- modellierung	Matrizen aufstellen	Sortierung durch Software	Modul- beschreibung	Prüfung der Realisier- barkeit
	Prozess- aufnahme- model		Bewertung anhand Modultreiber	Übertragung in Excel	Modul- visualisierung	Ständige Qualitäts- prüfung
	Dokumente- erfassung		Matrizen zusammen- führen	Durchführung der Cluster- analyse		
	Funktions- beschreibung			Bewertung anhand der Homogenitäts- kriterien		
				Bestimmung der Clusteranzahl		
				Gruppierung		
Software	n.a.	Sem Talk	Excel	PSM32, WinSTAT	X-Mind	n.a.
Checkliste	Siehe 4.1.1	Siehe 4.1.2	Siehe 4.1.3	Siehe 4.1.4	Siehe 4.1.5	Siehe 4.1.6

Prozesserfassung	
(Die Ausführliche Beschreibung dieses Teilschritts der Modularisierung finden Sie auf Seite 133)	
<p>Allgemeines</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verantwortlichkeit liegt bei Geschäftsführung bzw. Projektleiter ▪ Beteiligte sind Mitarbeiter verschiedener Unternehmensbereiche, wie bspw. Produktion, Vertrieb und Distribution 	<input type="checkbox"/>
<p>Prozessdokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusammentragen der im Unternehmen vorhandenen Prozessdokumentation ▪ Aktualität und Richtigkeit der Dokumentation ▪ Datenaufnahme bisher nichterfasster Prozesse (Vgl. hierfür „Modell zur Aufnahme relevanter Prozesse“) 	<input type="checkbox"/>
<p>Vorgehensweise in Anlehnung an das Wertstromdesign:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Auswahl der Produktfamilie ▪ Zeichnung des Ist-Zustandes und Erfassung der Daten (Interne Prozesse, In- und Outbound Prozesse, Informationsfluss, Layout) → vgl. hierfür Checkliste auf folgender Seite ▪ Zeichnung des Soll-Zustandes hinsichtlich der Module 	<input type="checkbox"/>
<p>Standardisierte Beschreibung von Funktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Unterscheidung in Informations- und Verrichtungsobjekte 	<input type="checkbox"/>
<p>Ergebnis des ersten Schrittes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Umfangreiche und detaillierte Informationen über Abläufe und interne Prozesse ▪ Überarbeitung/Aktualisierung vorhandener Prozessdokumentationen ▪ Erfassung fehlender Daten 	<input type="checkbox"/>

Für eine strukturierte Prozessaufnahme ist es hilfreich die folgenden Daten zu erheben.

<i>Interne Prozesse</i>	
Prozessschritte: Welche Prozessschritte mit jeweils wie vielen Arbeitsstationen werden durchlaufen? In welcher Reihenfolge finden diese statt?	<input type="checkbox"/>
Materialien und Produkte: Welche Materialien/Halbfabrikate/Produkte durchlaufen welche Prozessschritte?	<input type="checkbox"/>
Mengengerüst: Welche Mengen welcher Materialien/Halbfabrikate/Produkte durchlaufen die Prozessschritte?	<input type="checkbox"/>
Zeitgerüst: Welche Rüstzeiten, Verarbeitungszeiten, Transportzeiten, Liegezeiten werden benötigt?	<input type="checkbox"/>
Kapazitäten: Was sind die maximalen Produktions- und Beförderungskapazitäten im Prozess?	<input type="checkbox"/>
Bestände: Wo werden in welchen Mengen Bestände welchen Materials/Halbfabrikats/Produktes gepuffert/gelagert? Welchen Schwankungen unterliegen diese? Welcher Umschlagshäufigkeit unterliegen die einzelnen Materialien? Wie sind die Materialien klassifiziert?	<input type="checkbox"/>
Transportmittel: Welche und wie viele Transportmittel stehen zur Verfügung? Für welche Materialien/Halbfabrikate/Produkte werden diese eingesetzt?	<input type="checkbox"/>
Förderzeuge: Welche Förderzeuge sind vorhanden? Welche Leistungsmerkmale weisen diese auf?	<input type="checkbox"/>
Mitarbeiter: Wie viele Mitarbeiter stehen in welchem Zeitumfang für die einzelnen Prozessschritte zur Verfügung?	<input type="checkbox"/>
Wartung: Welche Wartungszeiten müssen für welche Technologien eingehalten werden? Wie viele Mitarbeiter sind darin eingebunden?	<input type="checkbox"/>
Störungen: Welche Störungen mit welcher Dauer sind in der Vergangenheit aufgetreten? Welche Ursachen liegen diesen zugrunde?	<input type="checkbox"/>
<i>In- und Outbound-Prozesse</i>	
Kunden: Wer sind die Abnehmer meiner Produkte? Wie lassen sich diese klassifizieren?	<input type="checkbox"/>
Kundenbedarfe: In welchen Quantitäten werden die Produkte nachgefragt? Wie ist die vorhandene Auftragsstruktur? Gibt es Rahmenverträge die den Bedarf determinieren? Welche Prognosen für den Kundenbedarf liegen vor? Welchem Trend oder saisonalen Schwankungen unterliegt der Kundenbedarf einzelner Produkte?	<input type="checkbox"/>
Lieferanten: Wer liefert die benötigten Materialien? Wie lassen sich die Lieferanten klassifizieren?	<input type="checkbox"/>
Materialbedarfe: Welcher Bedarf besteht für die zu liefernden Materialien? Was sind die bestehenden	<input type="checkbox"/>

Lieferstrategien/Bevorratungsstrategien?	<input type="checkbox"/>
Informationsfluss	
Wer bekommt von wem über welches Medium zu welchem Zeitpunkt Informationen?	<input type="checkbox"/>
Welche Informationssysteme werden eingesetzt?	<input type="checkbox"/>
Welche Vorlaufzeiten zwischen Informationen und Prozessdurchführung werden benötigt?	<input type="checkbox"/>
Layout	
Bauzeichnung des Standortes	<input type="checkbox"/>
Maße und Platzbedarf von Maschinen und Materialflusstechnik	<input type="checkbox"/>
Standort der Maschinen und Materialflusstechnik	<input type="checkbox"/>
Lager- und Pufferplätze	<input type="checkbox"/>
Transportwege	<input type="checkbox"/>
Sozial- und Verwaltungsflächen	<input type="checkbox"/>
Bauliche Layoutrestriktionen	<input type="checkbox"/>

Prozessabbildung	
(Die Ausführliche Beschreibung dieses Teilschritts der Modularisierung finden Sie auf Seite 138)	
Allgemeines <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfolgreicher Abschluss des ersten Schrittes ▪ Verantwortlichkeit liegt bei Projektleiter 	<input type="checkbox"/>
BPMN-Methode <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definition der Flow-Objects: <i>Event, Activity, Gateway</i> ▪ Definition der Connecting Objects: <i>Sequence Flow, Message Flow, Association</i> ▪ Definition der Pools/Swimlanes: <i>Pool, Swimlane</i> ▪ Evtl. Definition der Artifacts: <i>Data-Objects, Group, Annotation</i> 	<input type="checkbox"/>
Software SemTalk <ul style="list-style-type: none"> ▪ Download (http://www.semtalk.de) und Basis: Microsoft Visio (http://office.microsoft.com/de-de/visio/) ▪ Alle notwendigen Shapes befinden sich in der Modellierungsumgebung ▪ Festlegung des Sequenzflusses: Aufgaben sind über Kanten (Pfeile) verbunden ▪ Festlegung des Bearbeiters einer Aufgabe durch eine Swimlane sowie des Informationsaustausches zwischen unterschiedlichen Swimlanes ▪ Detailgetreue Beschreibung eines Prozessschrittes (evtl. zweite Ebene zur Unterteilung des Prozessschrittes einfügen) 	<input type="checkbox"/>
Ergebnis <ul style="list-style-type: none"> ▪ Strukturierte visuelle Darstellung der Prozesse aus der Ist-Analyse nach der BPMN-Methode 	<input type="checkbox"/>

Prozessbewertung	
(Die Ausführliche Beschreibung dieses Teilschritts der Modularisierung finden Sie auf Seite 145)	
<p>Allgemeines</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verantwortlichkeit liegt bei Projektleiter ▪ Die Prozessabbildung wurde erfolgreich abgeschlossen 	<input type="checkbox"/>
<p>Vorgehensweise</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1. Schritt: Aufstellen der vier benötigten (n:n)-Matrizen (Übertragen der Prozessschritte) ▪ 2. Schritt: Bewertung der Matrizen anhand der Modultreiber (Ressourcen, Räumliche Anordnung und Informationsfluss) ▪ 3. Schritt: Zusammenführung der Matrizen in einer Gesamtmatrix (Addition Matrizen) 	<input type="checkbox"/>
Modulbildung	
(Die Ausführliche Beschreibung dieses Teilschritts der Modularisierung finden Sie auf Seite 151)	
<p>Allgemeines</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfolgreicher Abschluss des Teilschritts „Prozessbewertung“ ▪ Verantwortlichkeit liegt bei Projektleiter 	<input type="checkbox"/>
<p>Voraussetzungen der Modulbildung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sortierung der Gesamtmatrix ▪ Einführung der Dependency-Structure Matrix ▪ Nutzung der Software PSM32 (www.problematics.com und sales@problematics.com) <ul style="list-style-type: none"> ○ Matrix als neues Projekt anlegen (Projekttitle, Angabe der Anzahl und Namen der Reihen) ○ Excel-Export 	<input type="checkbox"/>
<p>Modulbildung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Übertragung der sortierten Matrix in Excel ▪ Identifikation der optimalen Modulanzahl ▪ Einführung der statistischen Clusteranalyse <ul style="list-style-type: none"> ○ Bestimmung der Ähnlichkeit (Paarweiser Vergleich) ○ Fusionierungsalgorithmus (Gruppierung zu einem Cluster) ○ Bestimmung der Clusteranzahl ▪ Darstellung in einem Dendrogramm (Nutzung der Software WinSTAT) 	<input type="checkbox"/>

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewertung anhand von Homogenitätskriterien 	
--	--

Modulgestaltung	
(Die Ausführliche Beschreibung dieses Teilschritts der Modularisierung finden Sie auf Seite 163)	
Allgemeines <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfolgreiche Modulbildung ▪ Verantwortlichkeit liegt bei Projektleiter 	<input type="checkbox"/>
Vorgehensweise <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestaltung der Module in Form eines Steckbriefs ▪ Vollständigkeitsprüfung und ggf. Ergänzung ▪ Aufbereitung der Modulinhalte (Nutzung von Mindmap) 	<input type="checkbox"/>

Modulbewertung	
(Die Ausführliche Beschreibung dieses Teilschritts der Modularisierung finden Sie auf Seite 165)	
Voraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfolgreiche Modulgestaltung 	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prüfung der Module mittels der Machbarkeitsanalyse (siehe Regelkreis bei negativem Ergebnis) ▪ KVP-Verfahren 	<input type="checkbox"/>

**Bewertungskategorien für die Partnerbewertung und Partnerauswahl
im Rahmen der Leistungstiefengestaltung**

<i>Wirtschaftlichkeit</i>	
Kapitalbindung	<input type="checkbox"/>
Laufende Kosten	<input type="checkbox"/>
Anlaufkosten	<input type="checkbox"/>
Investitionen	<input type="checkbox"/>
<i>Qualitative Kriterien</i>	
Lieferzeit	<input type="checkbox"/>
Lieferflexibilität	<input type="checkbox"/>
Lieferzuverlässigkeit	<input type="checkbox"/>
Schwankungsflexibilität	<input type="checkbox"/>
<i>Risiko</i>	
Betriebsübergang	<input type="checkbox"/>
Mitarbeitermotivation	<input type="checkbox"/>
Schlechtleistung	<input type="checkbox"/>
Kostensteigerung	<input type="checkbox"/>

Anforderungen der KMU und LDL

<i>Anforderungen der KMU an LDL: Erstellen eines modulspezifischen Kriterienkatalogs u.a. übernommen aus der Phase der Leistungstiefengestaltung</i>	
Kosten	<input type="checkbox"/>
Qualität	<input type="checkbox"/>
Flexibilität	<input type="checkbox"/>
Zeit	<input type="checkbox"/>
Vertrauensaufbau (z.B. Referenzen, Erfahrung)	<input type="checkbox"/>
Integrationsfähigkeit	<input type="checkbox"/>
<i>Anforderungen der LDL an KMU: Erstellen eines modulspezifischen Kriterienkatalogs u.a. übernommen aus der Phase der Leistungstiefengestaltung</i>	
Vollständige Ausschreibungsdaten (siehe auch Schnittstellenspezifikation als Grundlage)	<input type="checkbox"/>
Wirtschaftlichkeit (insbesondere bei Investitionen)	<input type="checkbox"/>
Integrationsfähigkeit (hinsichtlich Standort, Ressourcen, Zeit)	<input type="checkbox"/>

Checkliste für die Risiken im Rahmen der Organisation bzw. des Umsetzungsprozesses

Identifikation von Risiken und deren Ausprägungen

Markt	
Angebot	<input type="checkbox"/>
Rückgang der Absatzzahlen	<input type="checkbox"/>
Sourcing	<input type="checkbox"/>
Haftung	
Gewährleistung	<input type="checkbox"/>
Qualität	<input type="checkbox"/>
Sonstige vertragliche Verpflichtungen	<input type="checkbox"/>
Finanziell	
Kredit	<input type="checkbox"/>
Investition	<input type="checkbox"/>
Konkurs des Auftraggebers	<input type="checkbox"/>
Technisch/Technologisch	
Technologieänderungen bzw. Technologiesprünge während der Laufzeit	<input type="checkbox"/>
Leistung	<input type="checkbox"/>
Qualität	<input type="checkbox"/>
Betrieb	
Verfügbarkeit von Betriebsmitteln und Personal	<input type="checkbox"/>
Leistungsfähigkeit des Betriebs	<input type="checkbox"/>
Kapazitätsauslastung und Kapazitätsgrenzen	<input type="checkbox"/>
Erfahrung und Know-How	<input type="checkbox"/>
Anstieg der Betriebskosten aufgrund von Fehlkalkulationen	<input type="checkbox"/>

Terminverzögerungen	<input type="checkbox"/>
Qualitätsprobleme	<input type="checkbox"/>
Sonstige Risiken	
Naturkatastrophen	<input type="checkbox"/>
Politische Risiken	<input type="checkbox"/>
Verschärfte Umwelanforderungen	<input type="checkbox"/>

Klassifizierung von Risiken

Risikoträger	
ProdG	<input type="checkbox"/>
LDL	<input type="checkbox"/>
Zeitliche Dimension	
Errichtungsphase	<input type="checkbox"/>
Betriebsphase	<input type="checkbox"/>
Ursache	
Technische Restriktion	<input type="checkbox"/>
Wirtschaftliche Risiken	<input type="checkbox"/>
Beeinflussbarkeit	
Beeinflussbar	<input type="checkbox"/>
Nicht beeinflussbar	<input type="checkbox"/>

Vertragsgestaltung

<i>Analyse und Bewertung der Inhalte eines Moduls</i>	
Ableiten der Vertragsbestandteile aus dem Steckbrief	<input type="checkbox"/>
Definition des Vertragsgegenstandes	<input type="checkbox"/>
Beschreibung des Leistungsumfangs unter Berücksichtigung der Schnittstellenspezifikation bspw. Prozessdefinition	<input type="checkbox"/>
Erstellen von Checklisten zur Leistungserfüllung/Risiken	<input type="checkbox"/>
Qualitätsvorgaben der zu erbringenden Leistung	<input type="checkbox"/>
Verfügbarkeit der Leistung	<input type="checkbox"/>
Anforderungen bezüglich der Qualifikation und Weiterbildung der Mitarbeiter des Auftragnehmers	<input type="checkbox"/>
<i>Monitoring von Schnittstellen</i>	
Abstimmung des Reportings: inhaltliche und zeitliche Abfolge	<input type="checkbox"/>
Festlegen von Leistungskennzahlen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zuverlässigkeit z.B. Liefertreue ▪ Reaktionsfähigkeit z.B. Lieferzeit ▪ Qualität z.B. Parts-Per-Million ▪ Kosten z.B. verfügbares Budget 	<input type="checkbox"/>
<i>Standardpunkte</i>	
Vertragspartner, Vertragsgegenstand, Vertragslaufzeit, Verlängerung der Laufzeit	<input type="checkbox"/>
Regelungen hinsichtlich der Kündigung, Haftung, Regelungen von Pönalen,	<input type="checkbox"/>
Gleitklauseln, Salvatorische Klausel, Regelung von Kosteneinsparungen	<input type="checkbox"/>
<i>Regelmäßige Reviews und Feedbackrunden</i>	
Festlegen von Ansprechpartnern	<input type="checkbox"/>
Bewertung und Nachverhandlung von Abweichungen von den Prozessbeschreibungen wie Prozessabläufe, Qualität,	<input type="checkbox"/>
Überprüfen von Preis- bzw. Kosteneinsparungen: aufwärts/seitwärts Entwicklungen	<input type="checkbox"/>
<i>Verfahren bei abweichender Qualität</i>	
Definition eines Eskalationsverfahrens mit konkreten Ansprechpartner und Handlungsschritten	<input type="checkbox"/>
Regelung bei unzureichender Leistungserstellung wie bspw. Kosten der Gewährleistung	

<i>Gestaltung von Preisen</i>	
Festlegung von transaktions-/leistungsabhängigen Parametern (Stückpreise, Staffelpreise, Preisbausteine, Abschlagszahlungen)	<input type="checkbox"/>
Bindung der preislichen Entwicklung an Indizes des statistischen Bundesamtes, wie bspw. Inflation oder Energiepreise	<input type="checkbox"/>
<i>Weitere Gestaltungsmöglichkeiten</i>	
Service Level Agreements	<input type="checkbox"/>
Open Books-Vereinbarung	<input type="checkbox"/>
Bonus Malus-Regelung	<input type="checkbox"/>
Prozesskostenrechnung	<input type="checkbox"/>
Aufteilung der Kosten auf Auftraggeber und –nehmer (Anteil eines Moduls zahlt der Auftraggeber und restliche Fixkosten sowie transaktionsabhänige Kosten übernimmt der Auftragnehmer)	<input type="checkbox"/>
<i>Investments</i>	
Eigenfinanzierung bspw. Immobilien	<input type="checkbox"/>
Leasing-Verträge mit Full-Service-Raten bspw. bei Investitionsgütern	<input type="checkbox"/>
Sonstige allgemeine Vertragsbedingungen	<input type="checkbox"/>
<i>Erfüllungsort</i>	
Gerichtsstand	<input type="checkbox"/>
Datenschutz	<input type="checkbox"/>
<i>Anhänge</i>	
Pflege von Checklisten über Leistungserfüllung/Risiken für zukünftige Projekte	<input type="checkbox"/>

Controlling

<i>Kontinuierliche Prozessverbesserung (KVP) des Controllings bspw. wöchentlich/monatlich/quartalsweise/jährlich</i>	
Kontinuierliche Prüfung der vertraglich vereinbarten Kennzahlen über die Leistungserstellung	<input type="checkbox"/>
Prüfung der eingesetzten Controlling-Instrumente hinsichtlich Erfolg und Optimierung	<input type="checkbox"/>
Open Books-Vereinbarungen	<input type="checkbox"/>
Bonus Malus-Regelungen	<input type="checkbox"/>
Ermittlung von Preisindizes aus Daten des Statistischen Bundesamtes	<input type="checkbox"/>
Prozesskostenrechnung	<input type="checkbox"/>

Nummer 8

Hrsg. Frank Straube