

# Schlussbericht

zu dem IGF-Vorhaben

***Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen***

der Forschungsstelle(n)

TU Hamburg-Harburg, Institut für Logistik und Unternehmensführung

Das IGF-Vorhaben 17726 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V.  
wurde über die



im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Kersten'.

Hamburg, 30.04.2015

Ort, Datum

Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Kersten

Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)  
an der/den Forschungsstelle(n)

**SCHLUSSBERICHT ZUM PROJEKT  
„BEWERTUNG VON KOMPLEXITÄTSKOSTEN  
IN LOGISTIKSYSTEMEN“**

Wolfgang Kersten  
Birgit von See  
Henning Skirde  
Maren Wichmann

Institut für Logistik und Unternehmensführung  
an der Technischen Universität Hamburg-Harburg

April 2013 – Januar 2015



# Inhaltsverzeichnis

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>V</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>VI</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>VII</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>2 ZIELSETZUNG.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Ausgangssituation .....</b>	<b>3</b>
2.1.1 Wissenschaftliche Fragestellung.....	3
2.1.2 Stand der Forschung.....	7
2.1.2.1 Kostenanalyse von Logistiksystemen .....	8
2.1.2.2 Ansätze zum kostenorientierten Komplexitätsmanagement .....	10
2.1.2.3 Komplexitätsmanagement für Logistiksysteme .....	13
2.1.2.4 Komplexitätskostenmanagement in Logistiksystemen.....	16
2.1.2.5 Fazit zum Stand der Forschung .....	18
<b>2.2 Zielsetzung und angestrebte Forschungsergebnisse.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Struktur und Design des Forschungsprojekts.....</b>	<b>21</b>
<b>3 ERGEBNISSE .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Arbeitspaket 1: Literaturrecherche .....</b>	<b>24</b>
3.1.1 Komplexitätskostenmanagement.....	24
3.1.2 Komplexitätstreiber .....	29
3.1.3 Logistiksysteme.....	31
3.1.4 Abgeleitete Anforderungen an das zu entwickelnde Konzept .....	34
<b>3.2 Arbeitspaket 2: Auswahl von Komplexitätskostentreibern .....</b>	<b>36</b>
3.2.1 Clustering der Komplexitätstreiber .....	36
3.2.2 Filterung auf relevante Komplexitätskostentreiber .....	40
<b>3.3 Arbeitspaket 3: Analyse der Komplexitätskostenwirkungen von Megatrends.....</b>	<b>42</b>
3.3.1 Identifikation von Megatrends .....	42
3.3.2 Definition von Logistikprozessbausteinen als Gestaltungsoptionen .....	52
3.3.3 Bewertung der Megatrends – Abbildung von Wirkzusammenhängen.....	55

<b>3.4</b>	<b>Arbeitspaket 4: Entwicklung eines Bewertungsschemas zur Definition einer Toolbox standardisierter Logistikprozessmodule zur Fallspezifischen Kombination .....</b>	<b>59</b>
3.4.1	Toolbox mit vorkalkulierten Logistikprozessbausteinen.....	59
3.4.2	Abbildung des Komplexitätskostenpotenzials.....	63
<b>3.5</b>	<b>Arbeitspaket 5: Ableitung eines Verfahrens zum logistikspezifischen Komplexitätskostenmanagement.....</b>	<b>64</b>
3.5.1	Handlungsempfehlungen zur Komplexitätskostenoptimierung.....	64
3.5.2	Kybernetischer Regelkreis zur Implementierung des Konzepts .....	67
<b>3.6</b>	<b>Arbeitspaket 6: Umsetzung der Methodik in einen browserbasierten Software-Demonstrator .....</b>	<b>69</b>
3.6.1	Entwicklung eines Demonstrators.....	69
3.6.2	Erstellung eines Leitfadens für die fallspezifische Anwendung .....	72
<b>3.7</b>	<b>Validierung der Methodik .....</b>	<b>73</b>
<b>3.8</b>	<b>Gegenüberstellung der Ziele mit den erreichten Ergebnissen.....</b>	<b>74</b>
<b>4</b>	<b>VERWENDUNG DER ZUWENDUNG.....</b>	<b>76</b>
<b>5</b>	<b>NOTWENDIGKEIT UND ANGEMESSENHEIT DER GELEISTETEN ARBEIT .....</b>	<b>77</b>
<b>6</b>	<b>INNOVATIVER BEITRAG DER FORSCHUNGSERGEBNISSE .....</b>	<b>79</b>
<b>7</b>	<b>WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG DES FORSCHUNGSVORHABENS FÜR KLEINE UND MITTLERE UNTERNEHMEN .....</b>	<b>81</b>
<b>8</b>	<b>TRANSFERMAßNAHMEN UND VERÖFFENTLICHUNGEN .....</b>	<b>83</b>
<b>9</b>	<b>FAZIT.....</b>	<b>87</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>90</b>
	<b>ANHANG.....</b>	<b>103</b>
A.	Liste relevanter Komplexitätstreiber und zugehöriger Quellen.....	103
B.	Ursachen-Wirkungs-Matrix identifizierter Komplexitätstreiber.....	107
C.	Clustering der identifizierten Komplexitätstreiber .....	108
D.	Logistikbezüge der Komplexitätstreiber.....	110
E.	Interviewleitfaden zu den Expertengesprächen.....	118
F.	Leitfaden für den Demonstrator .....	121
G.	Validierungs-Fragebogen .....	135

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Kostenverteilung durch Einführung eines Komplexitätsmanagements.....	6
Abbildung 2:	Forschungsprojektrelevante Teilbereiche des Logistikmanagements .....	8
Abbildung 3:	Verrichtungsspezifische Strukturierung der Logistikkosten .....	9
Abbildung 4:	Kostenremanenz bei Komplexitätsaufbau und –abbau.....	11
Abbildung 5:	Kostenarten der Komplexität .....	17
Abbildung 6:	Arbeitspakete zur Erreichung des Forschungsziels .....	22
Abbildung 7:	Ressourcenverfahren .....	26
Abbildung 8:	Klassifizierung der Einflüsse auf Logistiksysteme.....	33
Abbildung 9:	Schematische Darstellung eines Logistiksystems.....	33
Abbildung 10:	Clustering nach manueller Optimierung.....	39
Abbildung 11:	Filterstufen zur Reduzierung der identifizierten Komplexitätstreiber auf eine projektrelevante handhabbare Menge an Komplexitätskostentreibern.....	40
Abbildung 12:	Abgrenzung der Komplexitätskostentreiber .....	41
Abbildung 13:	Schematische Darstellung der durchgeführten Megatrend-Analyse.....	42
Abbildung 14:	Konsolidierte Ergebnisse der Literaturanalyse und Experteninterviews zu Megatrends in der Logistik .....	48
Abbildung 15:	Beispielhafte Verknüpfung von Logistikprozessbausteinen zu „verketteten Leistungsumfängen“ .....	55
Abbildung 16:	Fallbeispiel zur Veranschaulichung der Megatrend-Komplexitätskostentreiber-Bewertung .....	58
Abbildung 17:	Schematische Vorstellung des Gedankenkonstrukts zur Identifizierung von Komplexitätskosten über eine ‚Null-Basis‘ .....	61
Abbildung 18:	Beispielhaftes Netzdiagramm zur Abbildung des Komplexitätskostenpotenzials .....	64
Abbildung 19:	Methodenkarte am Beispiel Logistik-Postponement .....	67
Abbildung 20:	Kybernetischer Regelkreis.....	68
Abbildung 21:	Einordnung der Perspektiven der Unternehmen mit denen der Demonstrator getestet und weiterentwickelt wurde.....	70
Abbildung 22:	Konzept des Demonstrators .....	71
Abbildung 23:	Ergebnis der Projektvalidierung (n=5).....	73
Abbildung 24:	Innovationsbereiche des Forschungsprojekts .....	80

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Klassifizierung der Unternehmensvertreter des PA .....	23
Tabelle 2:	Auflistung identifizierter Komplexitätstreiber .....	29
Tabelle 3:	Identifizierte Anforderungen an die entwickelte Methodik zur Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen .....	35
Tabelle 4:	Beispiel einer Ursachen-Wirkungs-Matrix .....	37
Tabelle 5:	Übersicht der elf identifizierten Komplexitätskostentreiber .....	41
Tabelle 6:	Identifizierte Megatrends in der Logistik .....	44
Tabelle 7:	Ergebnis der Expertengespräche zu Megatrends in Logistiksystemen.....	46
Tabelle 8:	Beschreibung der im Projekt identifizierten Megatrends in der Logistik .....	49
Tabelle 9:	Logistikprozessbausteine .....	53
Tabelle 10:	Schema zur Bewertung des Einflusses von Megatrends auf Kosteneffekte der Komplexitätskostentreiber .....	56
Tabelle 11:	Bewertung der Megatrends hinsichtlich ihrer Beeinflussung der Kostenauswirkung der Komplexitätskostentreiber .....	57
Tabelle 12:	Übersicht der Komplexitätskostenarten .....	60
Tabelle 13:	Auszug der Toolbox mit den identifizierten Komplexitätskosten .....	62
Tabelle 14:	Identifizierte Komplexitätskostenmanagementmethoden aus der Literatur .....	65
Tabelle 15:	Gegenüberstellung von geplanten und erzielten Ergebnissen.....	75
Tabelle 16:	Übersicht über geplante und tatsächliche Tätigkeiten innerhalb des Forschungsprojekts.....	76
Tabelle 17:	Maßnahmen zum Ergebnistransfer .....	83

## Abkürzungsverzeichnis

4LSP	Fourth Party Logistics Service Provider
ARIZ	Algorithmus zur Lösung erfinderischer Aufgaben
AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
AP	Arbeitspaket
APS	Advanced-Planning-Systeme
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BPR	Business Process Reengineering
BVL	Bundesvereinigung für Logistik
EDI	Elektronischer Datenaustausch
EUL	Efficient Unit Load
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis
GPS	Global Positioning System
HICL	Hamburg International Conference of Logistics
IGF	Industrielle Gemeinschaftsforschung und –entwicklung
IuK	Informations- und Kommunikationstechnik
KAM	Key-Account-Management
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LLP	Lead Logistics Provider
LogU	Institut für Logistik und Unternehmensführung
OEM	Original Equipment Manufacturer
PA	Projektbegleitender Ausschuss
PKR	Prozesskostenrechnung
RFID	Radio Frequency Identification
RV	Ressourcenverfahren
SC	Supply Chain
SCEM	Supply Chain Event Management
TQM	Total Quality Management
TUL	Transport, Umschlag und Lager
VBA	Visual Basic for Applications
VMI	Vendor Managed Inventory
ZBB	Zero Base Budgeting

## Förderhinweis

Das IGF-Vorhaben 17726 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e.V. – BVL, Schlachte 31, 28195 Bremen wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie<sup>1</sup> aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

---

<sup>1</sup> zum Zeitpunkt der Projektbewilligung „Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie“

# 1 Zusammenfassung

Unternehmen versuchen sich der existierenden Dynamik in Wirtschaftssystemen anzupassen. Dies hat zur Folge, dass sie oftmals der externen Dynamik interne Komplexität entgegensetzen. Augenscheinliche Probleme wie gestiegene Anforderungen an das Management sind die Folge und stellen die Unternehmen vor die Herausforderung, mit dieser zum Teil hausgemachten Komplexität umgehen zu müssen. Das Thema Komplexität und dessen Folgen werden in der Unternehmenspraxis vielfach diskutiert. Der Komplexitätsbegriff wird jedoch an vielen Stellen fälschlicherweise verwendet und es erfolgt eine Beurteilung losgelöst von zugrundeliegenden Ursache-Wirkungsbeziehungen. Nicht zuletzt stellt sich die Frage nach dem optimalen Grad an Komplexität in einem System. Dieses Problem wurde durch das vorliegende Forschungsprojekt angegriffen und angestrebt, ein Verständnis für die tatsächliche Komplexitätssituation und den damit verbundenen Kosten in Logistiksystemen zu schaffen. Ziel war hierbei die Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen.

Als theoretische Grundlage wurden Aspekte der allgemeinen Systemtheorie herangezogen. Diese wurden sowohl für das Verständnis von Logistiksystemen sowie der Komplexitätsthematik benötigt. Theoretische Arbeiten in den Schnittstellenbereichen Komplexitätsmanagement, Kostenanalyse und Logistiksysteme dienten als Basis für die Bearbeitung folgender essentieller Teilfragstellungen:

- Was sind die Treiber bzw. Ursachen von Komplexität und damit verbundenen Kosten in einem Logistiksystem?
- Wie werden diese Komplexitätskosten von aktuellen Megatrends beeinflusst?
- Auf welche Weise können Kosten der Komplexität gemessen werden?
- Wie kann sich daraus ein logistikspezifisches Komplexitätskostenmanagement ableiten?

Um Antworten auf diese Fragen zu finden, wurde ein hybrides Vorgehen gewählt, welches sowohl praxis- als auch literaturbasiert fundiert ist. Die Grundlagenaufbereitung basierte auf einem Abgleich der Ergebnisse einer ausgedehnten Literaturrecherche sowie der Erhebung des Stands der Praxis mit Experten des Projektbegleitenden Ausschusses im Rahmen von Expertengesprächen. Über eine Modellierung konnten vielschichtige Ursache-Wirkungsbeziehungen der Komplexitätstreiber aufgezeigt werden. Megatrends

wie beispielsweise die zunehmende Globalisierung oder aber Compliance können zugleich als Treiber von Komplexität fungieren und damit einen Einfluss auf die Kosten der Komplexität haben.

Diese Zusammenhänge flossen in die Entwicklung einer Systematik zur Quantifizierung von Komplexitätskosten ein. Komplexitätskosten sind per Definition nur sehr schwer zu quantifizieren. Auf der Basis bestehender Kostenmanagementmethoden wurde ein Ansatz gewählt, der von einer Null-Basis, dem Komplexitätsausgangsgrad, ausgeht. Zur handhabbaren Operationalisierung erfolgte dies auf Grundlage 35 entwickelter Prozessbausteine, welche in der Praxis durchgeführte Prozesse abbilden. Diese Bausteine ermöglichen aufgrund des breiten Spektrums berücksichtigter Perspektiven eine breite Anwendbarkeit der Methodik. Die (Teil-)Ergebnisse wurden regelmäßig mit den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses diskutiert und validiert. Zum Abschluss erfolgte eine Umsetzung der Methodik in einem Software-Demonstrator. Dieser unterstützt Unternehmen bei der strukturierten Identifikation von Komplexitätskostentreibern, der Bewertung von Komplexitätskosten sowie der Umsetzung von Managementhandlungsempfehlungen. Die Handlungsempfehlungen basieren auf dem Vergleich von Ist- und Sollkosten der Komplexität sowie auf Komplexitätsmanagementmethoden, die den identifizierten Potenzialen zugeordnet sind. Ein im Projekt entwickelter kybernetischer Regelkreis stellt dabei die Einbindung von Feedback-Schleifen sicher.

Mit der entwickelten Methodik wurde das Ziel des Forschungsprojekts erreicht. Über die Veröffentlichung von (Teil-)Ergebnissen sowie den intensiven Austausch mit den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses wurde ein Transfer der Ergebnisse unterstützt.

## **2 Zielsetzung**

Ziel des vorliegenden Forschungsprojekts war es, eine Methodik zur Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen zu entwickeln. Dazu wird in diesem Kapitel die Ausgangssituation ausführlich dargestellt, auf Basis derer im Anschluss die Zielsetzung sowie die angestrebten Forschungsergebnisse abgeleitet wurden.

### **2.1 Ausgangssituation**

Zur Darstellung der Ausgangssituation wird im Folgenden zunächst die wissenschaftliche Fragestellung erläutert sowie anschließend eine Einführung in den Stand der Forschung gegeben.

#### **2.1.1 Wissenschaftliche Fragestellung**

Unternehmen sehen sich einem komplexen und sich schnell verändernden Umfeld gegenüber, welchem sie mit internen Komplexitätssteigerungen begegnen. Dies schafft vielfältige Probleme sowie gestiegene Anforderungen an das Management (vgl. Kirchhof 2003, S. 1). Dabei stellt nicht allein der Umgang mit Komplexität eine Herausforderung dar, sondern bereits die Identifikation und Bewertung von Komplexitätsursachen und -auswirkungen (vgl. Kirchhof 2003, S. 1). Häufig werden den Unternehmen erst nach Eliminierung der Komplexität deren negative Einflüsse bewusst (vgl. Wilson / Perumal 2010, S. 28).

Megatrends wie Globalisierung und die damit verbundene Individualisierung von Kundenanforderungen beeinflussen die Komplexität von Wirtschaftssystemen und führen sowohl bei produzierenden Unternehmen, als auch bei Logistikdienstleistern zu einem verschärften Wettbewerbsdruck. Die Unternehmen sind dadurch gefordert, ihre Prozesse so effizient wie möglich zu gestalten (vgl. Vahrenkamp 2005), um nicht zuletzt eine erfolgreiche Bewältigung des breiten Angebotsspektrums gewährleisten zu können. Anspruchsvolle Managementsysteme sind notwendig, um mit den aktuellen Megatrends und deren Effekten, die zum Teil komplexitätsinduziert sind, erfolgreich umgehen zu können. Im Fokus

der logistikrelevanten Entwicklungen stehen hierbei technologische Strömungen wie beispielsweise Cloud-Logistics und der Einsatz von Radio Frequency Identification (RFID) sowie steigende Sicherheitsanforderungen vor dem Hintergrund von Katastrophen, Streiks und Terroranschlägen (vgl. Kersten et al. 2011; Will 2011). Zunehmende Bedeutung erlangen zudem Aspekte der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit (wie beispielsweise Umwelt- und Ressourcenschutz) (vgl. Straube / Pfohl 2008; Klumpp / Kersten / Brockhaus 2011) und sind demnach bei der Entwicklung innovativer Ansätze zum Komplexitätskostenmanagement in Logistiksystemen zu berücksichtigen.

Etymologische Wurzel des Begriffs Komplexität ist das lateinische Wort „complexus“ (umfassend). Unter Komplexität werden alle Merkmale eines Objektes oder Zustandes – kurz seine Vielschichtigkeit – zusammengefasst (vgl. Adam / Rollberg 1995, S. 667). Darüber hinaus herrscht in der Wissenschaft keine Einigkeit über eine eindeutige, allgemeine Definition von Komplexität (vgl. Krallmann / Frank / Gronau 1999, S. 25). Vielmehr bestehen unterschiedliche Ansätze zur Vergegenständlichung des Terminus. Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts sind vor allem die systemtheoretischen Definitionen von Relevanz. Daher soll im Folgenden eine Definition verwendet werden, die Komplexität als Systemeigenschaft versteht „...die durch die Anzahl und Vielfalt der Elemente, ihrer Beziehungen untereinander sowie der Veränderung der Elemente und Beziehungen im Zeitablauf bestimmt wird“ (Meyer 2007, S. 25). Diese baut auf ursprünglich kybernetischen und systemtheoretischen Arbeiten auf, die anschließend auf industriebezogene Fragestellungen, wie z.B. Produkt-, Produktions- und Logistikmanagement übertragen wurden (vgl. Grossmann 1992; Kappelhoff 2001; Kersten / Kopenhagen / Mayer 2004; Ashby 1985; Kuhn / Hellingrath 2002).

Bezogen auf ein betriebswirtschaftliches Umfeld, kann die Komplexität einer Unternehmung dementsprechend über die zu koordinierende Anzahl der Produkte, Teile, Zulieferer, Organisationseinheiten usw. sowie deren Beziehungen zueinander definiert werden. Zudem wird die Komplexität von der Dynamik des Systemumfeldes beeinflusst, auf welche das System durch Anpassung seiner Elemente und Beziehungen reagieren muss (vgl. Adam 1998, S. 30). Die externe Komplexität der Umwelt erfordert ein bestimmtes Maß an systeminterner Komplexität, damit das System langfristig existieren kann. Neben einer zu geringen Systemkomplexität kann auch ein zu hohes Maß an Komplexität die Systemexistenz gefährden. Dies ist dann der Fall, wenn die Komplexität des Systems

das Erkennen von Wirkungszusammenhängen und die aktive Steuerung erschwert bzw. verhindert (vgl. Mayer 2007, S. 23).

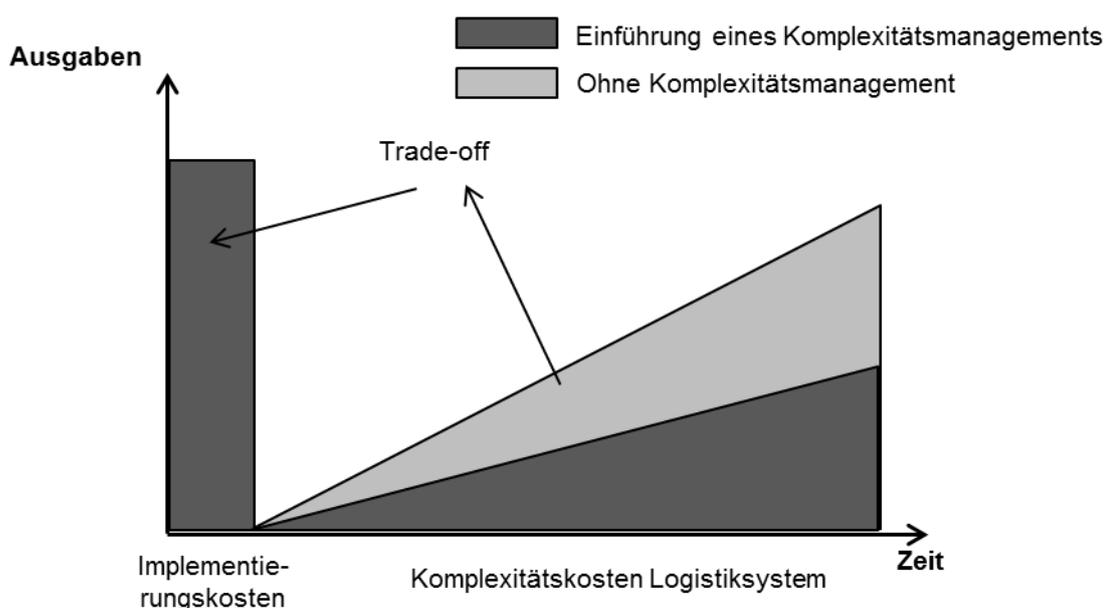
„Der Wirtschaftsbereich Logistik ist von Komplexität geprägt“ (BVL 2014, S. 3). Dies zeigt neben einer Umfrage der BVL im Rahmen des 31. Deutschen Logistikkongresses, die vielfache Diskussion in Praxis und Forschung (vgl. Mayer 2007, S. 1). Der Begriff Komplexität wird jedoch sowohl in der Praxis als auch der Literatur nahezu inflationär verwendet. So werden selbst einfache Systeme, die in ihrem Verhalten nicht deterministischen Regeln folgen, als komplex bezeichnet. Diese Verwendung wird der eigentlichen Bedeutung des Begriffs nur zum Teil gerecht, da Komplexität vielfältige Facetten aufweist (vgl. Kersten / Meyer 2005; Bliss 2000).

Die Logistik als Querschnittsfunktion ist entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Beschaffung über die Produktion bis hin zur Distribution und Entsorgung involviert und wird daher von den unterschiedlichsten Komplexitätsauswirkungen in vielerlei Hinsicht beeinflusst (vgl. Lammers 2012, S. 2). Diese resultieren in einer Verschlechterung der Logistikkennzahlen, wie Bestandshöhen und Reichweiten (vgl. Schweiger / Brunner 2006). Branchenunabhängig kann zwischen dem Logistikerfolg und der Komplexität ein negativer Zusammenhang nachgewiesen werden: Mit steigender Komplexität werden logistische Ziele in geringerem Maße erfüllt (vgl. Gießmann 2010, S. 285), weshalb besonders die Logistik als treibende Kraft bei der Handhabung der Komplexität gesehen wird (vgl. Eichen v.d. et al. 2005, S. 119). Eine einfache Reduktion von Komplexität ist allerdings nicht zielführend, da Komplexität nicht nur Kosten und Probleme verursacht, sondern auch positive Effekte induziert. Beispielsweise verlangen Kunden individuelle Produkte und Dienstleistungen, was zumeist zwangsläufig mit einer Komplexitätserhöhung einhergeht (vgl. Eichen v.d. et al. 2005, S. 114). Folglich ist der Einsatz eines systematischen und ganzheitlichen Komplexitätsmanagements für logistische Systeme erforderlich (vgl. Mayer 2007, S. 1). Der Hauptfokus des Forschungsprojekts liegt hierbei auf den Kostenauswirkungen der Komplexität. Komplexitätskosten liegen dann vor, wenn zur Bewältigung einer Komplexitätssteigerung zusätzliche Kosten anfallen (vgl. Olbricht / Battenfeld 2005, S. 163). Diese Kosten können beispielsweise durch zusätzliche Administrationsaufwände, verlangsamten Prozesse oder gestiegenen Fehlerkosten bedingt sein (vgl. Steinhilper et al. 2012, S. 361). Besonders für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) mit begrenzten Ressourcen und Methodenwissen stellt das Agieren in einem

Umfeld, das durch ständige Wechselwirkungen beeinflusst wird, eine Herausforderung dar.

Logistiknetzwerke stellen die physische Abbildung der Struktur der Logistik dar und bieten sich daher zur Analyse der Komplexität in der Logistik an. Logistiknetzwerke weisen eine komplexe Topologie auf. Eine Modellierung der Material- und Informationsflüsse ist mit Hilfe von Elementen und Beziehungen zwischen diesen Elementen möglich. Zu Bestimmung der fallspezifisch optimalen Ausgestaltung bietet es sich daher an, mit Ansätzen des Komplexitätsmanagements zu arbeiten. Auf diese Weise können die Elemente und Beziehungen in dem Logistiksystem analysiert und Verhaltensmuster identifiziert werden. Eine damit verknüpfte Identifikation, Analyse und Bewertung von Ursachen der Komplexität in Form von internen und externen Komplexitätstreibern sowie den damit verbundenen Kostenwirkungen der Komplexität ermöglicht das Ableiten von Strategien und Methoden zur Optimierung des vorhandenen Komplexitätsgrades. Diese Optimierung erfolgt unter der Prämisse der Bewahrung der Systemfunktionalität.

Ein Vergleich von Ist- und Sollkosten der Komplexität liefert ein mögliches Komplexitätskostenpotenzial, welches durch die Implementierung eines Komplexitätsmanagements gehoben werden kann. Die mit der Implementierung eben dieses Komplexitätsmanagements verbundenen Kosten, amortisieren sich im Verlauf der Anwendung (vgl. Abbildung 1).



**Abbildung 1: Kostenverteilung durch Einführung eines Komplexitätsmanagements**

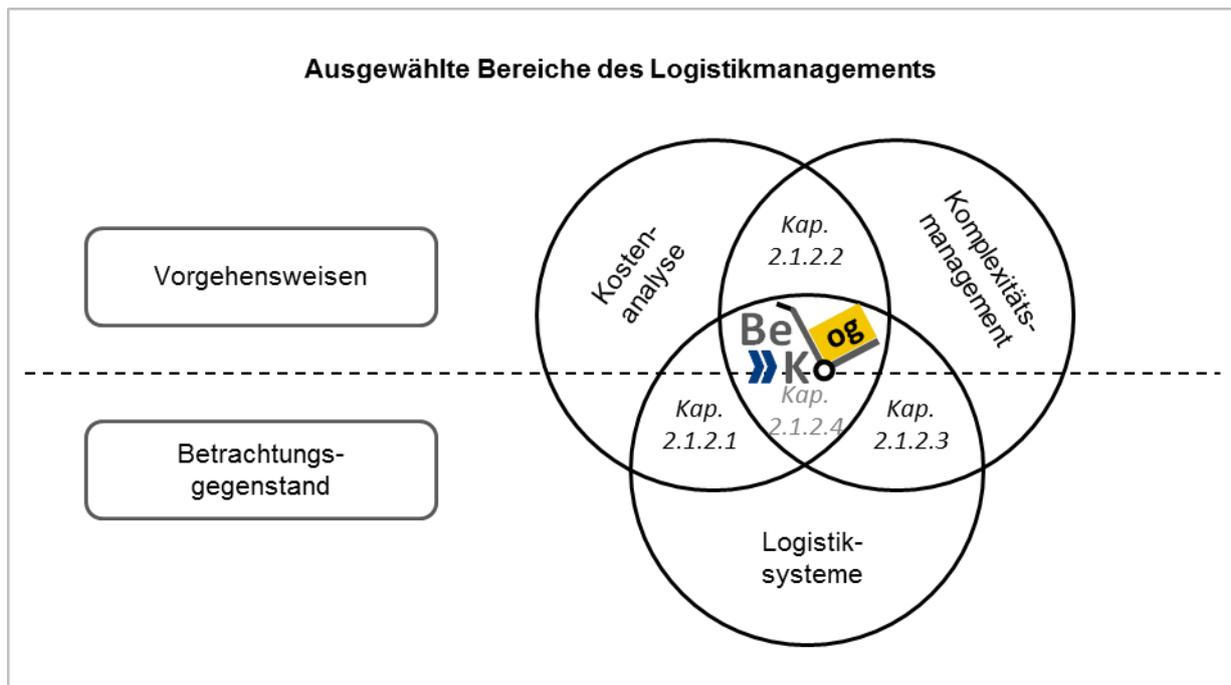
Insbesondere für KMU stellt sich aufgrund der begrenzten personellen und finanziellen Ressourcen eine strukturierte Entscheidungsfindung über die Implementierung eines Komplexitätsmanagements als besonders schwierig heraus. Eine Unterstützung sollte durch die im Projekt angestrebte Quantifizierung der Kostensenkungspotenziale, welche durch eine Anwendung von Komplexitätsmanagementmethoden zur Optimierung der Logistiksysteme gehoben werden kann, geliefert werden.

Ansätze des Komplexitätsmanagements wurden bisher kaum auf die spezifischen Charakteristika von Logistiksystemen übertragen. Komplexitätsinduzierte Kosten lassen sich ferner bisher nur mit Ansätzen ermitteln, die mit einem erheblichen Aufwand verbunden sind. Im aggregierten Forschungsbereich der kostenorientierten Komplexitätsanalyse von Logistiksystemen lagen zum Zeitpunkt der Beantragung des Forschungsprojekts dementsprechend keine Arbeiten vor, die den spezifischen Anforderungen von KMU gerecht werden.

Das vorliegende Projekt zur Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen hatte das Ziel, die beschriebenen Wissenslücken durch die Entwicklung eines Verfahrens zur logistikspezifischen Bestimmung und Bewertung von komplexitätsinduzierten Kosten langfristig zu schließen.

### **2.1.2 Stand der Forschung**

Das Forschungsprojekt zur Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen stellt ein Schnittstellenthema der Forschungsfelder Komplexitätsmanagement und Kostenanalyse dar. Eine weitere Schnittstelle bildet das Forschungsfeld Logistiksysteme als Betrachtungsgegenstand der Untersuchung (vgl. Abbildung 2).



**Abbildung 2: Forschungsprojektrelevante Teilbereiche des Logistikmanagements**

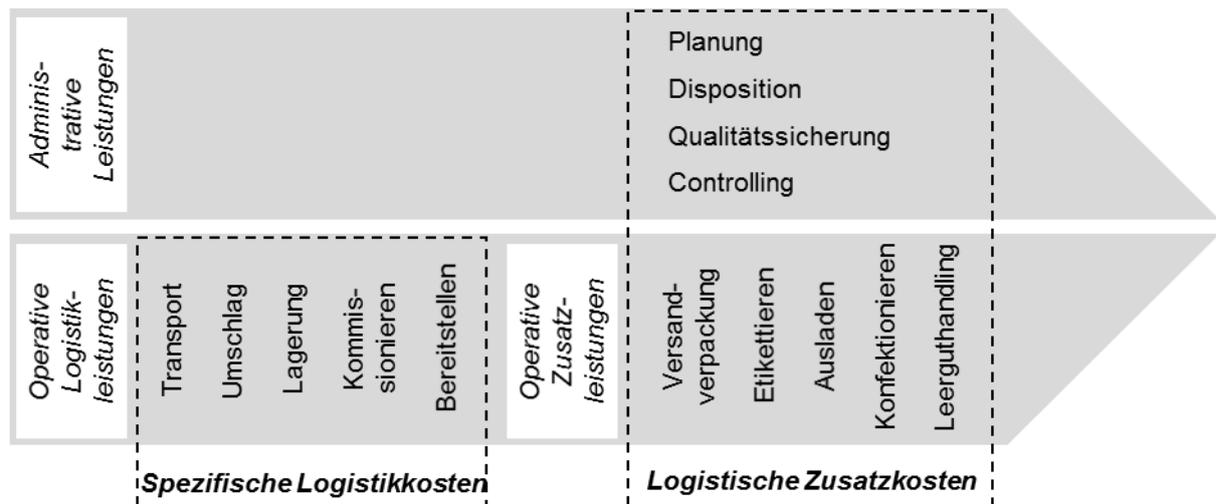
Für die einzelnen Forschungsfelder sowie die resultierenden Teilschnittmengen wird im Folgenden der Stand der Forschung dargestellt.

### 2.1.2.1 Kostenanalyse von Logistiksystemen

In der Praxis werden Logistikkosten unterschiedlich definiert und gehandhabt. Dies ist nicht zuletzt auf die unterschiedliche Definition der Logistik selbst zurückzuführen (vgl. Weber et al. 2012, S. 135). Logistikleistungen und die mit dieser Querschnittsfunktion verbundenen Kosten sind im Unternehmen und über dessen Unternehmensgrenzen hinaus oftmals nicht direkt ersichtlich (vgl. Gießmann 2010, S. 19). Dies stellt viele Unternehmen vor die nicht unproblematische Frage, was in den Logistikkosten zu verrechnen ist. Somit bedarf es einer klaren und einheitlichen Abgrenzung der Logistikkosten (vgl. Weber / Wallenburg 2010, S. 180).

Logistikkosten können in spezifische Kosten und logistische Zusatzkosten unterteilt werden. Die spezifischen Kosten werden von den operativen Bereichen Transport, Umschlag, Lagerung, Kommissionierung und Bereitstellung verursacht (vgl. Abbildung 3). Logistische Zusatzkosten fallen in den administrativen Bereichen wie der Planung, Dis-

position, dem Controlling und der Qualitätssicherung an und sind durch Kosten für Zusatzleistungen zu ergänzen (vgl. Gudehus 2012a, S. 141ff.). Zwischen den verschiedenen Kostenarten gibt es zahlreiche Interdependenzen (vgl. Pfohl 2010, S. 29). Bestellt zum Beispiel die Disposition als Teil der Steuerungskosten zu hohe Materialbestände, steigen dadurch die Bestandskosten und Lagerkosten, da mehr eingelagert werden muss. Gleichzeitig sinken die Transportkosten, da das Material von normalerweise zwei Anlieferungen in einer gebündelt wurde (vgl. Roell 1985, S. 33ff.).



**Abbildung 3: Verrichtungsspezifische Strukturierung der Logistikkosten**

Werden die Gesamtkosten in einem Logistiksystem betrachtet, ist eine weitere Untergliederung der Logistikkosten in fixe und variable Bestandteile möglich. Fixe Kosten sind von der Bestellmenge oder auch der Losgröße unabhängig, variable Kosten hingegen sind von der Bestellmenge abhängig (beispielsweise Lagerkosten) (vgl. Alicke 2005). Die explizite Darstellung der exakten Kosten ist mit sehr viel Aufwand verbunden, weshalb die Kosten zumeist direkt in den Abteilungen abgerechnet werden. Auf diese Weise hat das Unternehmen jedoch keinen Überblick über die tatsächlichen Logistikausgaben (vgl. Schulte 2005, S. 504). Eine genaue Abgrenzung und Darlegung der Kosten wird dann notwendig, wenn bestimmte Kostenstrukturen sichtbar gemacht werden sollen: Wodurch entstehen bestimmte Kosten? Was sind die Kostentreiber? Und welche Abhängigkeiten herrschen zwischen diesen (vgl. Weber / Wallenburg 2010, S. 180)?

Kostenmanagementansätze sind in der Vergangenheit in zahlreichen Fällen aus dem internen Rechnungswesen hervorgegangen und aus diesem Grund stark auf die Produktion fixiert. Neben dem Verständnis für Logistikprozesse fehlt es in Unternehmen oftmals

an den notwendigen Methodenkenntnissen sowie der Bereitschaft zur Einführung eines effizienten Kostenmanagements (vgl. Pfohl / Flickinger 1998).

Je nach Branche können die Logistikkosten einen Anteil von bis zu 25 % an den Gesamtkosten eines Unternehmens ausmachen (vgl. Mathar / Scheuring 2009). Nicht zuletzt aus diesem Grund hat das Thema Logistikkostenmanagement in der Vergangenheit zunehmend an Bedeutung erlangt. Managementverfahren, die Interdependenzen zwischen Kommunikations- und Materialflüssen im Sinne eines Supply Chain Managements berücksichtigen, werden bisher kaum angewendet.

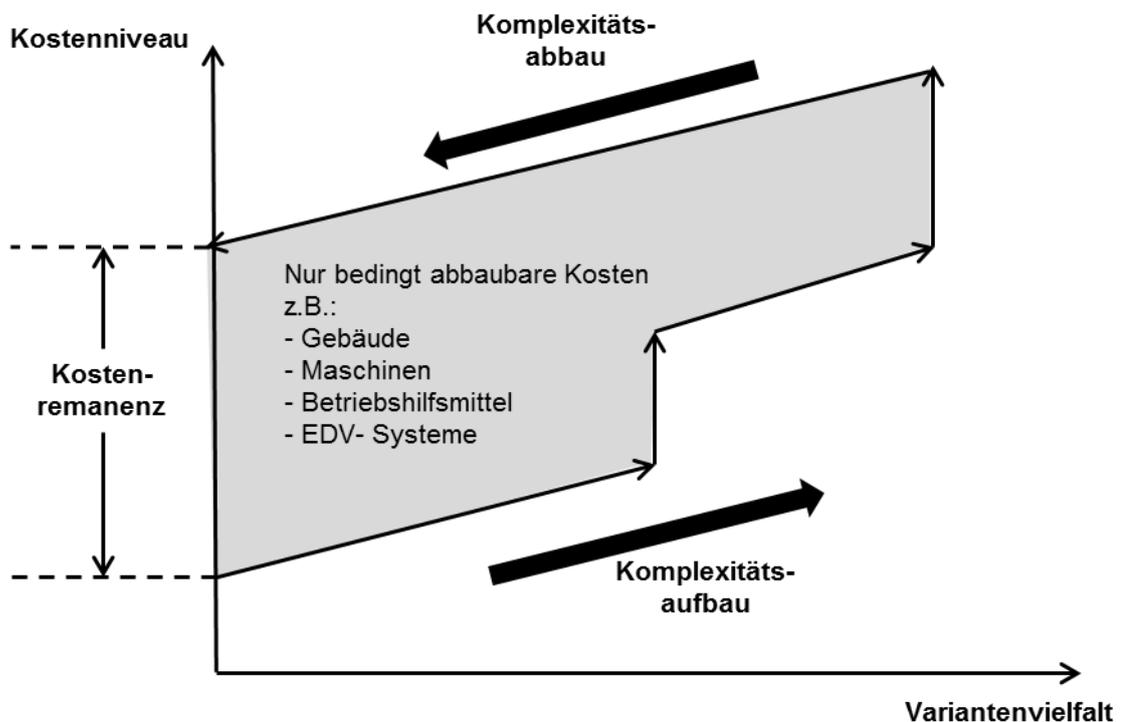
### **2.1.2.2 Ansätze zum kostenorientierten Komplexitätsmanagement**

Entsprechend der unterschiedlichen Definition von Komplexität in der Literatur (vgl. Kapitel 2.1.1) existieren auch im Bereich des kostenorientierten Komplexitätsmanagements unterschiedliche Strömungen. Der Begriff der Komplexitätskosten spielt hierbei eine zentrale Rolle.

So definieren beispielsweise EHRENSPIEL / KIEWERT / LINDEMANN (2005) Komplexitätskosten z.B. schlicht als durch Komplexität verursachte Kosten, welche von der Kostenrechnung erfasst werden können. OLBRICH / BATTENFELD (2005) heben hervor, dass bei einer Betrachtung von Komplexitätskosten immer ein relativer Ausgangsgrad der Komplexität als Referenz herangezogen werden muss: „Komplexitätskosten in Bezug auf eine bereits bestehende Komplexität sind die zusätzlichen Kosten, die aufgrund der Bewältigung einer erhöhten Komplexität entstehen“ (Olbrich / Battenfeld 2005, S.163).

ADAM (1998) differenziert Komplexitätskosten nach ihrem zeitlichen Auftreten. Unmittelbare Komplexitätskosten treten ohne Zeitverzögerung mit der Erhöhung von Komplexität auf. Wird beispielsweise die Anzahl der Varianten eines Produktes erhöht, können gleichzeitig Vermarktungskosten für die neuen Varianten auftreten. Zumeist sind diese Kosten reversibel und können durch eine Reduktion der Komplexität abgebaut werden (vgl. Adam 1998, S. 48). Anders dagegen verhält es sich mit zeitlich verzögerten Komplexitätskosten. Sie fallen an, wenn Produktions-, Informations-, Steuerungs- und Organisationssysteme angepasst werden müssen, um die Koordinationsdefizite des Komplexitätsanstieges zu handhaben (vgl. Piller / Waringer 1999, S. 12). Diese quantitativen Anpassungen im Organisations- und Managementbereich bleiben auch bei einer

Komplexitätsreduktion zunächst bestehen, weshalb zeitlich verzögerte Komplexitätskosten in der Regel remanent sind (vgl. Adam 1998, S. 48; vgl. Piller / Waringer 1999, S. 12). Abbildung 4 veranschaulicht die Kostenremanenz bei Komplexitätsauf- und -abbau.



**Abbildung 4: Kostenremanenz bei Komplexitätsaufbau und -abbau**  
(Rathnow 1993, S. 26)

Aufgrund der Zeitverzögerung ist die Identifikation des Ursache-Wirkungs-Zusammenhangs zwischen zeitlich verzögerten Komplexitätskosten und einem Komplexitätszuwachs zumeist problematisch (vgl. Gießmann / Lasch 2011, S. 6 f.). Gemäß ADAM / ROLLBERG (1995) wird eine verursachungsgerechte Zurechnung der Kosten zu einzelnen Produkten, Abnehmern oder Märkten somit erschwert. Die Komplexitätskosten im Organisations- und Managementbereich werden zumeist den Gemeinkosten in Form von Fixkosten angerechnet. Die Problematik der Gemeinkostenschlüsselung gewinnt daher bereits seit längerer Zeit an Bedeutung (vgl. Adam / Rollberg 1995, S. 668).

Die richtige Kostenzurechnung ermöglicht dann beispielsweise eine bessere Bepreisung zusätzlicher Varianten. Eine optimale Operationalisierung der Komplexitätskosten wurde allerdings noch nicht vorgestellt (vgl. Olbrich / Battenfeld 2005, S. 165). Ein Grund dafür ist das Verständnis des Terminus Komplexitätskosten als ein Oberbegriff für alle negativen, ökonomisch relevanten Auswirkungen der Komplexität (vgl. Blockus 2010, S. 128).

Dies inkludiert auch qualitative Aspekte, wie beispielsweise die Überforderung der Mitarbeiter aufgrund einer zu komplexen Tätigkeit. Die direkte monetäre Bewertung ist hier schwierig (vgl. Blockus 2010, S. 128).

Der Anteil der Komplexitätskosten an den Gesamtkosten sollte nicht unterschätzt werden. In Abhängigkeit von der Anzahl an Produkten, Teilen, (Vertriebs-)Wegen und Prozessen sowie der Höhe von Beständen können sie bis zu 40 % ausmachen (vgl. Child et al. 1991, S. 53). Zur weiteren Spezifizierung dieser Kosten verwendet WILDEMANN (1998) eine Klassifikation nach Kostenarten der Komplexität. Die folgende Auflistung zeigt die von ihm gewählte Gruppierung:

- „Kommunikations-/ Informationsaustauschkosten,
  - Koordinationskosten,
  - Entscheidungs- oder Beschlusskosten,
  - Abstimmungskosten,
  - Anpassungskosten,
  - Doppelerfassungskosten,
  - Suchkosten,
  - Kosten der Verwechslung,
  - Abweichungskosten (qualitätsbezogen),
  - Planungs- und Steuerungskosten,
  - Datenpflege- und Systemkosten,
  - Lieferantenwechsel- und -pflegekosten,
  - Mehrkosten durch höhere Einstandspreise,
  - Zusätzliche Kapitalbindungskosten,
  - Nicht erforderliche Mehrkosten der Wertschöpfung und
  - Kosten des Absentismus.“
- (Wildemann 1998, S. 53)

Von den unmittelbaren Komplexitätskosten lassen sich die Opportunitätskosten der Komplexität abgrenzen. In die Kategorie der unmittelbaren Komplexitätskosten fallen solche, die sich im Wertschöpfungsprozess proportional zu den Gemeinkosten verhalten. Opportunitätskosten als Teilbereich der Komplexitätskosten entstehen andererseits, wenn für die Bewältigung oder Beherrschung von Komplexität Ressourcen aufgewendet werden, die an anderer Stelle sinnvoller eingesetzt werden könnten oder wenn der Nutzen einer Komplexitätserhöhenden Maßnahme durch Komplexitätsbedingte Kosten kompensiert wird (vgl. Schuh 2005; Gießmann 2010; Ehrlenspiel / Kiewert / Lindemann 2005).

Komplexitätskostenmanagement wird in der Literatur überwiegend mit einem Produktfokus diskutiert. Einen Ansatz zur Zero-Base-Analyse in der Automobilindustrie entwickelte BOHNE (1998). SCHUH (2005) widmet sich in der Ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung Produktionsbereichen mit hohen Gemeinkostenanteilen. Eine Veränderung des Komplexitätsgrades im Produktionsprogramm sowie den damit erforderlichen organisatorischen Veränderungen spiegeln sich in Komplexitätskosten wider. So beschreiben ADAM / ROLLBERG (1995) ein überproportionales Wachstum der Kosten der Komplexität mit zunehmender Vielfalt.

Ansätze wie die Prozesskostenrechnung (PKR) von HORVÁTH / MAYER (1989), die auf der Grundidee des Activity Based Costing von COOPER / KAPLAN (1988) aufbauen, unterstützen bei der Identifikation von Gemein- und Fixkostenbestandteilen. Auf diese Weise kann Transparenz über die Gemeinkosten erzielt werden (Schulte 2005, S. 626). In KMU werden Ansätze der PKR jedoch aufgrund des mit der Anwendung verbundenen Aufwands kaum angewendet und es besteht ein Bedarf in der Entwicklung eines aufwandsärmeren Ansatzes. Die Entwicklung eines überzeugenden Ansatzes zur Operationalisierung von Komplexitätskosten kann dabei als schwieriges Unterfangen angesehen werden (vgl. Olbrich / Battenfeld 2005).

In der Literatur herrscht ein weitgehender Konsens darüber, dass das kostenoptimale Komplexitätsniveau in einem System meistens nicht dem geringsten Niveau entspricht. Um ihre Leistungsfähigkeit am umkämpften Markt gewährleisten zu können, müssen Unternehmen vielmehr ein (Mindest-)Maß an Komplexität in Kauf nehmen und kosteneffizient beherrschen können (vgl. Kirchhof 2003; Pasche 2007). Dieses Maß ist keineswegs konstant, vielmehr ist eine kontinuierliche Anpassung an die sich dynamisch ändernden Rahmenbedingungen erforderlich (vgl. Dalhöfer 2009).

### **2.1.2.3 Komplexitätsmanagement für Logistiksysteme**

Die Komplexität des Marktes in Deutschland, die sich aufgrund der vollzogenen Entwicklung vom Anbieter zum Käufermarkt gebildet hat (z.B. mit unterschiedlichen Angeboten in den einzelnen Märkten, einer hohen Verfügbarkeit und kurzer Produktlebenszyklen), muss auch von den zugehörigen Logistiksystemen abgebildet und umgesetzt werden.

Transport- und Logistiksysteme zeichnen sich durch eine große Anzahl beteiligter Akteure aus. Zudem werden sie durch eine große Anzahl Variablen beeinflusst, deren Ausprägungen stark variieren können. Die kausalen Beziehungen innerhalb dieser Systeme sind oft nicht hinreichend bekannt, eine Systemanalyse wird dadurch erschwert (vgl. Waidringer 2001, S. 24 f.). Bezogen auf die systemtheoretische Definition von Komplexität sind Logistiksysteme demnach aufgrund ihrer Vielzahl und Heterogenität der Elemente und ihrer Relationen zueinander sowie ihrer Dynamik, Vielstufigkeit und Freiheitsgrade äußerst komplex (vgl. Waldruff 2007, S. 168). Im Regelfall ist es nicht möglich, Logistiksysteme eindeutig von ihrer Umwelt abzugrenzen und für systeminhärente Probleme eine einzige optimale Lösung zu finden (vgl. Waidringer 2001, S. 6).

Bei der Auseinandersetzung mit Komplexität in logistischen Systemen kann der Betrachtungsfokus variieren. MEEPETCHDEE / SHAH (2007, S. 203) konzentrieren sich beispielsweise auf Logistiksysteme, in denen die Anzahl an Beziehungen zwischen den Elementen besonders groß ist. Aufgrund dieser Systemausprägung steigt der Koordinations- und Informationsaufwand, was steigende Komplexitätskosten impliziert (vgl. Meepetchdee / Shah 2007, S. 203). NILSSON (2005) spezifiziert Logistikphänomene dann als komplex, wenn miteinander in Beziehungen stehende Akteure involviert sind, die ihre Ziele und subjektiven Vorstellungen sowohl individuell als auch kollektiv der gegebenen Situation anpassen (Nilsson 2005, S. 39).

MEYER (2007) konzentriert sich auf die Aspekte der Anzahl und Heterogenität von Elementen und Beziehungen im Logistiksystem und unterscheidet folgende Komplexitätseffekte: Zum einen nimmt in komplexen Systemen die Vielfalt der Objekte zu (Diversifizierungseffekt). Die Diversität einzelner Prozesse, Aufträge oder Teile im Logistiksystem steigt. Zum anderen erfolgt eine Aufteilung der Gesamtvolumina auf eine größere Anzahl Basiselemente (Skalierungseffekt). Für das Lagersystem bedeutet dies beispielsweise, dass bei gesteigener Teilevielfalt das Gesamtlagervolumen auf eine größere Menge unterschiedlicher Artikelpositionen verteilt wird, weshalb die Lagermenge pro Artikel sinkt. Zudem steigt mit der Anzahl an Elementen im System überproportional die Anzahl an Beziehungen und Wirkungszusammenhängen zwischen diesen (Kombinationseffekt) (vgl. Meyer 2007, S. 102).

Ebenfalls von Bedeutung für die Komplexität eines Systems ist die Stabilität der Beziehungen einzelner Elemente. So können logistische Systeme, in denen die Akteure durch beständige, feste Beziehungen miteinander verbunden sind, als weniger komplex ange-

sehen werden als Systeme, in denen die Akteure nur durch kurzfristige Geschäftsbeziehungen interagieren (vgl. Perona / Miragliotta 2004, S. 108). Auch die Dynamik der Elemente selbst ist komplexitätsrelevant. So führen beispielsweise Nachfrageschwankungen dazu, dass die Zusammensetzung des Variantenmixes verändert werden muss. Die logistikrelevanten Materialflussbeziehungen variieren dadurch in ihrer Intensität (vgl. Westphal 2000, S. 20).

Ursachen steigender Komplexität in Logistiksystemen sind vielfältig (vgl. Meyer 2007, S. 1). Die ökonomischen Trends und Entwicklungen der letzten Jahrzehnte haben sowohl den Einfluss als auch die Komplexität der Logistik signifikant erhöht. Mit der Entwicklung der Logistik zu einer funktionsübergreifenden, flussorientierten Perspektive über Unternehmensgrenzen hinaus steigt die Anzahl involvierter Akteure und der Grad der Vernetzung zwischen ihnen (vgl. Nilsson / Waidringer 2004). Globalisierung, der Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt, technologische Entwicklungen und die Konzentration auf Kernkompetenzen steigern den Grad an Interdependenzen und die Anzahl an Produkten und Teilen, die im logistischen System zu handhaben sind (vgl. Waldruff 2007, S. 168). Damit gehen exponentiell wachsende Komplexitätskosten einher (vgl. Klaus 2005, S. 366).

Hauptauswirkung einer gestiegenen Komplexität in Logistiksystemen ist der Kostenanstieg. Die Ursachen dafür sind vielfältig. Die steigende Komplexität in der Logistik erhöht die Verlagerung von Kosten in den Gemeinkostenbereich und den Logistikkostenanteil an den Gesamtkosten (vgl. Meyer 2007, S. 102). Dieser Umstand erfordert ein besseres Verständnis und Management von Komplexität, um eine effektive und effiziente Logistik gewährleisten zu können (vgl. Hofer / Knemeyer 2009, S. 189).

MEYER (2007) listet weitere durch Komplexität verursachte Probleme in logistischen Systemen auf. Dazu gehört ein gesteigerter Ressourcenaufwand, eine erhöhte Vielfalt an Ressourcen, höhere Bestandsvolumina bei erhöhter Prozess-, Komponenten- und Teilevielfalt sowie eine Verkürzung von Produktlebenszyklen. Außerdem steigen die Anzahl an Gesamtoperationen und der Aufwand für Koordination und Steuerung. Mitarbeiter können nicht mehr effizient eingesetzt werden, teilweise werden Tätigkeiten redundant ausgeführt. Es kommt zu Qualitätseinbußen und Transparenzverlust. Der fehlende Überblick führt nicht nur bei Kunden, sondern auch intern zu einer Überforderung (vgl. Meyer 2007, S. 105). Des Weiteren beeinflusst Komplexität auch den Faktor Zeit in der Logistik negativ. Ein komplexer Materialfluss beansprucht mehr Zeit bei der Warenannahme und

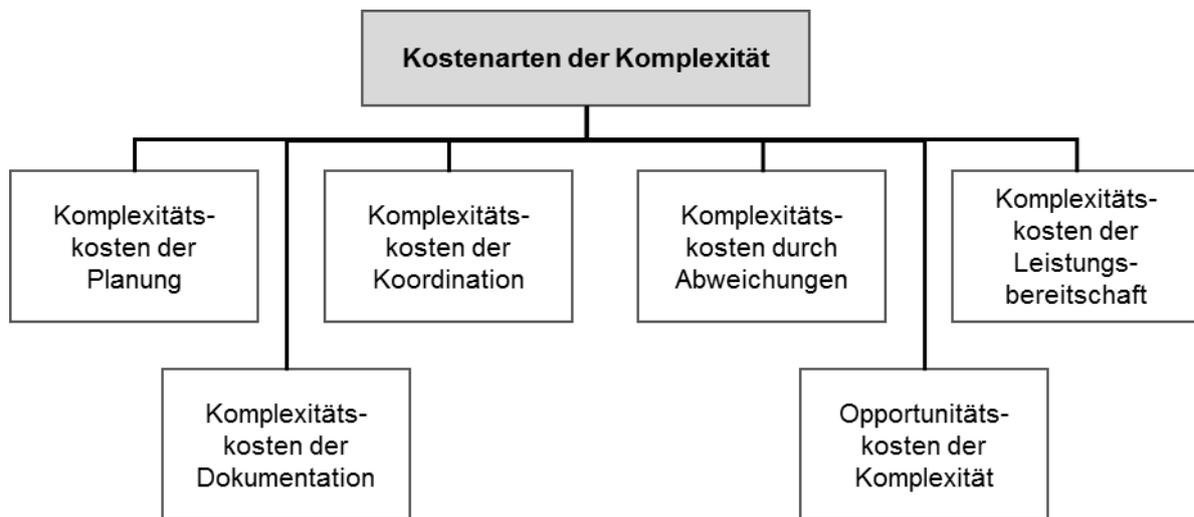
erfordert gelegentlich zusätzliche Qualitätskontrollen. Bei der Kommissionierung sorgt ein größeres Lager für längere Such- und Wegezeiten (vgl. Gießmann / Lasch 2011, S. 8). HOLMBERG (2000) sieht mangelndes systemisches Denken als Haupthindernis für die Bewältigung von Komplexität im Kontext logistischer Prozesse. Auf der anderen Seite ermöglicht systemisches Denken einen weiten Raum für die umfassende Analyse und Bewertung logistischer Prozesse im globalen Kontext.

#### **2.1.2.4 Komplexitätskostenmanagement in Logistiksystemen**

Nach der Darstellung des Forschungsstandes der drei Teilschnittmengen der Hauptthemen Kostenanalyse, Komplexitätsmanagement und Logistiksysteme, soll im Folgenden auf die Gesamtschnittmenge und damit auf den Fokus des vorliegenden Forschungsprojekts eingegangen werden.

Steigende Produktvielfalt und verkürzte Produktlebenszyklen, die durch einen verschärften Wettbewerb bedingt sind, führen zu einem Anstieg von Komplexität und den damit verbundenen Kosten (vgl. Randall 1994). GIEßMANN (2010) identifiziert einen Zusammenhang zwischen erhöhter Komplexität und erhöhten Kosten in allen Phasen der Wertschöpfung. Obwohl dieser Zusammenhang in der Literatur durchgängig akzeptiert wird, ist die Erarbeitung eines quantifizierbaren Zusammenhangs zwischen Komplexität und Kosten sehr schwierig (vgl. Meyer 2007). Dies ist zum einen durch die zeitliche Verzögerung des Auftretens von Kosteneffekten der Komplexität zu begründen. Zum anderen können bei einem Kostenanstieg oft nur indirekt Schlüsse auf die Systemkomplexität gezogen werden (vgl. Wildemann 2012).

Nur wenige Beiträge fokussieren das Komplexitätskostenmanagement in Logistiksystemen. BLOCKUS (2010) beschäftigt sich mit Komplexität in Distributionsunternehmen als Teilaspekt logistischer Systeme und entwickelt aufbauend auf den Überlegungen von WILDEMANN (1998) (vgl. Kapitel 2.1.2.2) eine Kostenartenstruktur für Komplexitätskosten in Dienstleistungsunternehmen (vgl. Abbildung 5).



**Abbildung 5: Kostenarten der Komplexität  
(Blockus 2010, S. 130)**

Komplexitätskosten der Planung entstehen dann, wenn planerische Tätigkeiten, also die „gedankliche Vorwegnahme künftigen Handelns“ (Stachowiak 1970, S. 1), durch Komplexitätsphänomene erschwert werden. Ein Treiber für die Planbarkeit ist beispielsweise die Heterogenität und Häufigkeit von Bestellungen (vgl. Lasch / Gießmann 2010, S. 853). Er beeinflusst die Prognostizierbarkeit und erhöht somit den Aufwand für eine gute Planung. Die Komplexitätskosten der Dokumentation setzen sich aus Kosten der Datenerfassung und -pflege zusammen. Diese erhöhen sich z.B. mit der Anzahl an Lieferanten, da für jeden Zulieferer eigene Stammdaten angelegt werden müssen. Komplexitätskosten der Koordination beinhalten u.a. Kommunikations- und Informationsaustauschkosten (vgl. Blockus 2010, S. 133). Diese steigen mit der Anzahl der Schnittstellen in und zwischen Unternehmen und erwachsen aus der Tatsache, dass eine Wertschöpfung von mehreren Akteuren erbracht wird, die ihre Tätigkeiten untereinander abstimmen müssen. Ein Beispiel für Komplexitätskosten der Abweichung sind Kosten für die Nachbearbeitung von Produkten, wenn infolge steigender Teilevielfalt falsche Teile verbaut wurden und diese nachträglich ausgetauscht werden müssen. Opportunitätskosten der Komplexität entstehen beispielsweise dann, wenn eine gestiegene Variantenvielfalt zu Kannibalisierungseffekten zwischen einzelnen Varianten führt (vgl. Schuh 2005, S. 46). Wenn durch die Menge unterschiedlicher Varianten gleichzeitig die Bestände an (Ersatz-)Teilen und Werkzeugen steigen, entstehen sogenannte Komplexitätskosten der Leistungsbereitschaft (vgl. Blockus 2010, S. 135).

Zusammenfassend sei festgestellt, dass Komplexität einen wesentlichen Faktor für die Bestimmung von Kosten logistischer Prozesse darstellt. Dieser erste Strukturierungsansatz nach BLOCKUS (2010) bildet eine wichtige Grundlage, die zur Erlangung einer Messbarkeit von Komplexitätskosten in Logistiksystemen beitragen kann.

Das Vorhaben, die Komplexitätskosten in den Material- und Informationsflüssen eines Logistiknetzwerkes präzise zu bestimmen, stellt jedoch selbst ein komplexes Unterfangen dar und wurde bisher nicht abschließend durchgeführt (vgl. Pishvaei / Basiri / Sajadieh 2009).

#### **2.1.2.5 Fazit zum Stand der Forschung**

Die Ausführungen dieses Abschnitts haben gezeigt, dass im thematischen Schwerpunkt des Forschungsprojekts – der Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen – bereits vielversprechende Ansätze in den jeweiligen Schnittstellenbereichen existieren. Trotz der großen Präsenz der Komplexitätsthematik in der Literatur, existiert jedoch kein ganzheitlicher Ansatz zur Optimierung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen.

Logistikkosten sind durch ansteigende Gemeinkostenanteile nur sehr schwer zu identifizieren. Vorhandene Ansätze wie die PKR bieten die Möglichkeit auf strukturierte Art und Weise eine Transparenz über Kostenanteile zu schaffen. Solche Ansätze sind jedoch aufgrund des damit verbundenen Aufwands für KMU wenig praktikabel. Komplexitätskosten sind hauptsächlich im Produktfokus untersucht worden und stellen ein primär theoretisches Konstrukt dar. Eine tatsächliche Identifikation und Quantifizierung von Komplexitätskosten stellt sich als schwierig heraus.

Wesentlicher Aspekt des Komplexitätsmanagements ist die Handhabung der Varianten- und Produktvielfalt. Viele Publikationen beschäftigen sich daher mit der Bewältigung eines komplexen Produktprogramms (vgl. u.a. Alders 2006; Kestel 1995; Lingnau 1994; Olbrich / Battenfeld 2005). Häufig wird dabei eine Optimierung des Produktionssystems angestrebt. Die Erkenntnisse, die sich aus dieser gereiften Forschungsrichtung ergeben, sind für die Behandlung von Komplexität in logistischen Systemen von hoher Relevanz und sollen deshalb als Grundlage zur weiteren Erarbeitung der Thematik verwendet werden (vgl. Mayer 2007, S. 63).

Auf dem Gebiet der Logistik existieren zahlreiche Arbeiten, die sich mit speziellen Teilbereichen von Komplexität in Logistiksystemen beschäftigen. KESTEL (1995) untersucht

die Ursachen und Auswirkungen von Variantenvielfalt auf logistische Systeme, während MAYER (2007) das Konzept der Modularisierung als Gestaltungsmodell für das Komplexitätsmanagement in der Logistik anwendet. MEYER (2007) entwickelt eine Methode, um das Komplexitätsmanagement in den Führungsprozess der Logistik zu integrieren. HARTMANN (1997) analysiert die Möglichkeiten der Komplexitätsreduktion in der Materialflusssteuerung und auch LAMMERS (2012) betrachtet mit Distributionssystemen lediglich einen Teilbereich der Logistik. GIEßMANN / LASCH (2011) untersuchen das Komplexitätsmanagement in der Logistik, verfolgen dabei aber keine Perspektive aus Kostensicht (vgl. Gießmann 2010; Gießmann / Lasch 2011; Lasch / Gießmann 2010). Des Weiteren existieren zahlreiche Publikationen, die sich mit Teilproblemen von Komplexität in der Logistik, wie Tourenplanung, der Dimensionierung von Lagersystemen oder Stauplanung beschäftigen (vgl. Blecker / Kersten 2006).

Bestehende Ansätze zielen somit insbesondere auf die Ableitung allgemeiner Handlungsempfehlungen zur Reduktion, Vermeidung und Beherrschung logistischer Komplexität ab. Bestehende Ansätze weisen in Bezug auf die vorliegende Fragestellung folgende Defizite auf:

- Sie lassen eine gesamtsystemische Perspektive vermissen  
**oder**
- sie sind nicht in ausreichendem Maße fokussiert auf die spezifischen Anforderungen von Logistiksystemen  
**oder**
- sie erlauben keine konkrete, quantitative Analyse von Kosten.  
**Außerdem**
- sind sie zumeist selbst von einer so hohen Komplexität, dass ihre Anwendung in KMU vom Aufwand her schwer umsetzbar ist.

Diese identifizierten Schwachstellen sollten im vorliegenden Forschungsprojekt behoben werden.

## 2.2 Zielsetzung und angestrebte Forschungsergebnisse

In Zeiten steigender Komplexität werden Unternehmen vor die Aufgabe gestellt, bestmöglich mit dieser umzugehen, Komplexitätskosten zu minimieren und die Leistungsfähigkeit der Supply Chain zu erhalten (vgl. Geimer 2005, S. 38). Ein effizientes Komplexitätsmanagement kann erhebliche Wettbewerbsvorteile generieren (vgl. Aelker / Bauernhansl / Ehm 2013, S. 79), sowohl durch die Schaffung von Komplexitätsnutzen als auch durch die Optimierung der komplexitätsinduzierten Kostensituation. Da komplexitätsbedingte Nutzeneffekte in der Unternehmenspraxis bekannt sind und genutzt werden (Bsp. Variantenvielfalt erhöht Umsätze), wurden im Forschungsprojekt die komplexitätsbedingten Kosten fokussiert (vgl. Bohne 1998, S. 5). Es sollte ein Konzept zur Behandlung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen erarbeitet werden. Dabei waren die wesentlichen Schritte des Komplexitätsmanagements zu behandeln: die Identifikation von Komplexitätsphänomenen und -ursachen, die Bewertung der Auswirkungen in Form von Kosten sowie die Bereitstellung von Maßnahmen zum Komplexitätsmanagement.

BOHNE (1998) identifiziert drei Defizite, die zu einem suboptimalen Komplexitätsniveau führen:

- **Transparenzdefizit:** Es besteht keine Transparenz über die ökonomischen Wirkungen der Komplexität auf Prozesse und Ressourcen.
- **Bewertungsdefizit:** Komplexitätsgetriebene Kosten sind nicht vollständig prognostizierbar.
- **Zielsetzungs- und Steuerungsdefizit:** Komplexität wird in den Ziel- und Steuerungssystemen nicht ausreichend berücksichtigt.

(vgl. Bohne 1998, S. 11)

Das vorliegende Forschungsprojekt setzte an diesen Defiziten an und versuchte ein Verständnis für die Kostensituation in Logistiksystemen zu schaffen sowie eine Berücksichtigung komplexitätsinduzierter Effekte im Management zu erreichen. Denn nur mit einem tiefen Verständnis der Strukturen, Prozesse und Beziehungen ist eine Zuordnung von Kosten zu Komplexitätsphänomenen möglich (vgl. Mariotti 2007, S. 183 f.).

Hierbei wurde bewusst ein Konzept gewählt, welches 1) die Betrachtung unterschiedlicher Perspektiven eines Logistiksystems ermöglichen sollte. So war zunächst von einer übergeordneten Sicht auf das Logistiksystem auszugehen. 2) Sollte durch die Entwicklung des Konzepts anhand von verschiedenen Bausteinen ermöglicht werden, dass bei

einer fallspezifischen Betrachtung eine konkrete Unternehmensperspektive auf das Logistiksystem eingenommen werden kann. Unterschieden werden sollten folgende Perspektiven:

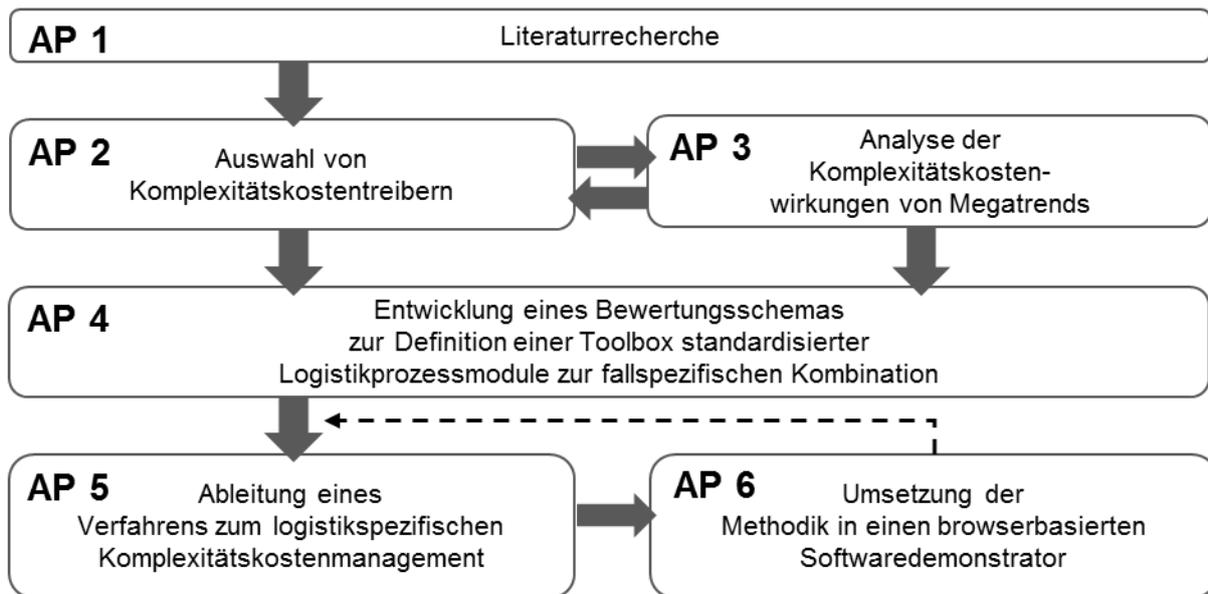
- **Logistikdienstleister und Speditionen**, welche die Perspektive innerhalb eines Netzwerkes einnehmen,
- **Produzierende Unternehmen**, welche als Quellen und Senken des Netzwerkes (z.T. mit äußerer Perspektive auf das Netzwerk, aber komplexitätstreibendem Einfluss) fungieren,
- **Netzwerkkoordinatoren**, welche eine übergeordnete Perspektive auf das Netzwerk haben.

Die Bewertung der Komplexität und der damit verbundenen Kosten stellt eine besondere Herausforderung dar. Hierfür war im vorliegenden Forschungsprojekt ein Messsystem zu wählen, welches das Problem hinreichend vereinfacht, jedoch ausreichend präzise ist, um sinnvolle Aussagen über das reale Logistiksystem zu ermöglichen. Hierbei bat es sich an, mit Komplexitätstreibern zu arbeiten. Diese liefern wichtige Informationen über die Ursachen der Komplexität und können damit als Grundlage für die Ableitung von Komplexitätskosten dienen.

Als zentrales Ergebnis sollte ein Kostenpotenzial ermittelt werden, welches sich aus dem Vergleich von Ist- und Soll-Kosten des Logistiksystems ergibt. Eine Veranschaulichung war in Form eines Netzdiagramms angestrebt, welches als Grundlage für die Ableitung fallbezogener Handlungsempfehlungen zur Komplexitätskostenoptimierung dient. Die Methodenschritte zur Identifikation und Bewertung von Komplexitätskosten sowie deren Management sollte über einen Demonstrator sowie einen Leitfaden abgebildet werden.

### **2.3 Struktur und Design des Forschungsprojekts**

Zur Erreichung des Forschungsziels wurden sechs Arbeitspakete (AP) bearbeitet, die inhaltlich aufeinander aufbauen. Abbildung 6 gibt einen Überblick über diese Arbeitspakete sowie deren inhaltliche Verknüpfungen.



**Abbildung 6: Arbeitspakete zur Erreichung des Forschungsziels**

Zunächst erfolgte im Rahmen von AP 1 eine umfassende Literaturanalyse zur Aufbereitung der theoretischen Grundlagen in den drei Themenbereichen Komplexitätsmanagement, Kostenmanagement und Logistiksystemen sowie deren Schnittmengen. Auf Basis dieser wurden in AP 2 Komplexitätskostentreiber identifiziert, geclustert und strukturiert ausgewählt. Um aktuelle Strömungen im Projektergebnis zu berücksichtigen, wurde in AP 3 analysiert, wie sich Megatrends auf die Komplexitätskosten in Logistiksystemen auswirken. Auf Basis dieser Teilergebnisse wurde in AP 4 ein Bewertungsschema für Komplexitätskosten entwickelt, das auf logistischen Prozessmodulen basiert, die fallspezifisch kombiniert werden können. Dieses Bewertungsschema wurde in AP 5 in ein Verfahren zum logistikspezifischen Komplexitätskostenmanagement integriert und im Rahmen von AP 6 in einen Software-Demonstrator umgesetzt.

Bei der Bearbeitung der Arbeitspakete erfolgte ein enger Austausch mit den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses (PA), um eine hohe Praxistauglichkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. In Tabelle 1 ist eine Klassifizierung der Unternehmensvertreter des PA zu finden. Bei der Zusammensetzung wurde darauf geachtet, dass die Kernfunktionen der Logistik Transport, Umschlag und Lagerung (TUL) abgedeckt werden. Zudem wurde der Expertenkreis um Vertreter von Consulting-Firmen erweitert, da anzunehmen war, dass diese eine übergeordnete Sicht auf Logistiksysteme in das Projekt einbringen können.

**Tabelle 1: Klassifizierung der Unternehmensvertreter des PA**

Unternehmen	KMU	Transport	Umschlag	Lagerung	Branche	Position
<b>A</b>	ja	x	x	x	Spedition	Geschäftsführung
<b>B</b>	nein	x	x	x	Medizin- und Sicherheitstechnik	Head of Global Distribution
<b>C</b>	ja	x		x	Netzwerk-Logistikdienstleister	Projektmanager Geschäftsführer
<b>D</b>	ja		x	x	Lager-Logistik	Geschäftsführender Gesellschafter
<b>E</b>	ja			x	Logistikdienstleister - Outsourcingspezialist	Business Development Director Business Advisor
<b>F</b>	nein	(x)	(x)	(x)	Zertifizierungsdienstleistungen	Projektmanager
<b>G</b>	ja	(x)	(x)	(x)	Consulting	Senior Consultant
<b>H</b>	nein	(x)	(x)	(x)	Consulting	Senior Consultant Business Advisor
<b>I</b>	ja	(x)	(x)	(x)	Consulting	Mitglied der Geschäftsleitung Partner

Die Teilergebnisse der einzelnen Arbeitspakete sowie Vorgehensweisen zur Erlangung dieser werden in den folgenden Kapiteln detailliert dargestellt. In diesem Zusammenhang wird ebenfalls auf die im Rahmen des Projekts erfolgte Einbindung der PA-Teilnehmer eingegangen.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Arbeitspaket 1: Literaturrecherche**

Im Fokus des ersten Arbeitspaketes stand die Aufbereitung zentraler theoretischer Grundlagen. Ziel war es, bestehende Ansätze des Komplexitätskostenmanagement hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf Logistiksysteme zu untersuchen sowie Anforderungen an das zu entwickelnde Konzept zu erheben. Weiterhin im Fokus stand die Identifikation von Komplexitätstreibern sowie im Forschungsprojekt zu berücksichtigenden Logistikdimensionen. Die Literaturrecherche und der anschließende Abgleich erfolgte in zwei Teilbereichen. Hierbei wurden die Themenbereiche Komplexitätskosten (Komplexitätskostenmanagement und -treiber) und Logistiksysteme (und den daraus resultierenden Anforderungen) zunächst unabhängig voneinander recherchiert und analysiert.

#### **3.1.1 Komplexitätskostenmanagement**

Im Themenbereich Komplexitätskosten wurden bestehende Ansätze zur Komplexitätsoptimierung identifiziert und anschließend hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf Logistiksysteme unter Berücksichtigung der besonderen Dynamik dieser untersucht. Komplexitätsmanagementansätze liegen vorwiegend mit dem Fokus Produkte bzw. Produktionsbetriebe vor.

#### **Prozesskostenrechnung**

Die PKR hat sich dem Problem der Identifikation von Gemeinkosten angenommen, denen auch die Komplexitätskosten überwiegend zuzuordnen sind. Es wird das Ziel verfolgt, eine Gemeinkostentransparenz zu schaffen (vgl. Schulte 2005, S. 626).

Die PKR ist auf die jeweiligen unternehmensspezifischen Rahmenbedingungen anzupassen und gliedert sich in die fünf Schritte: Festlegung des Anwendungsbereichs, Tätigkeitsanalyse, Kapazitäts- und Kostenzuordnung, Hauptprozessverdichtung sowie Bestimmung der Kostentreiber (vgl. Schuh / Kampker / Zinskoven 2011, S. 408). Nach der Festlegung des Unternehmensbereichs, in dem die Kostenrechnung angewendet werden soll, erfolgt die Analyse der Tätigkeiten in eben diesem und eine Zuordnung der jeweiligen Kosten.

Im Bereich der Logistik besteht die Schwierigkeit, dass die Logistikprozesskosten mit anderen Kosten verrechnet und nicht einzeln aufgeführt werden. Beispielsweise gehört die Nachbestellung von Schrauben durch den Mitarbeiter an der Produktionslinie zum Bereich der Logistik. Da aber der Großteil seiner Arbeit zum Bereich Produktion gehört, werden die Kosten auch dort abgerechnet (vgl. Weber / Wallenburg 2010, S. 185). Um die Kosten dieser versteckten Prozesse dennoch ermitteln zu können, müssen Messungen und Berechnungen durch die Mitarbeiter selbst vorgenommen werden. Daher kann die genaue Kostenermittlung für Logistikprozesse sehr aufwendig sein (vgl. Weber 2005, S. 101).

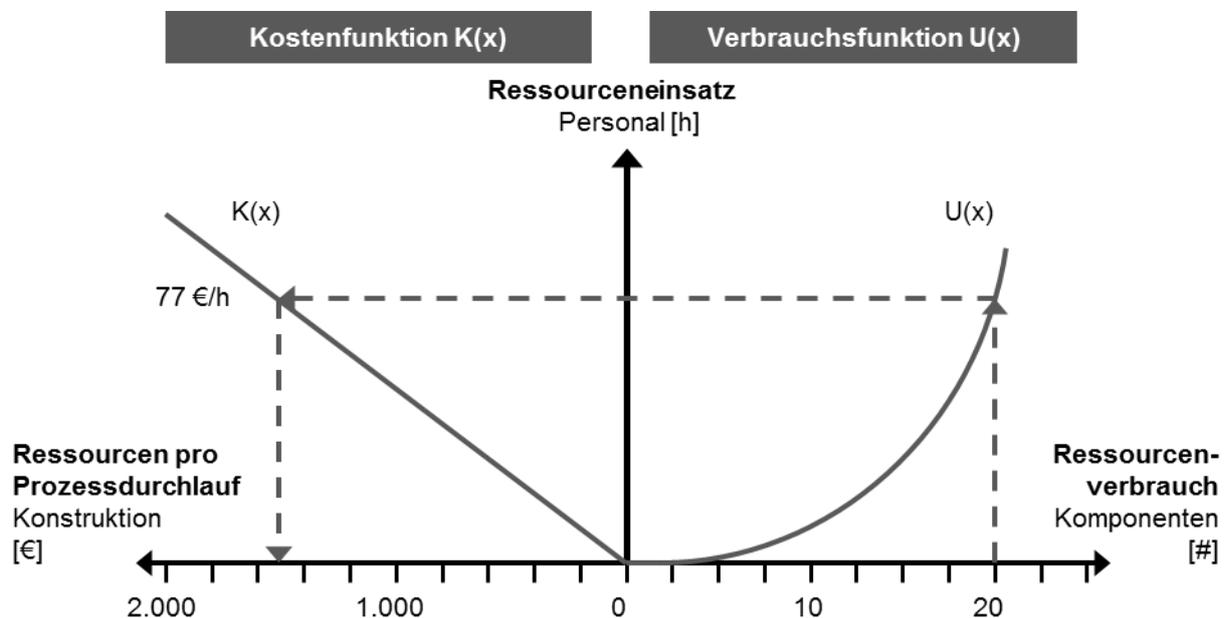
Im nächsten Schritt der PKR, der Hauptprozessverdichtung, werden Teilprozesse sinnvoll zusammengefasst, sodass kostenstellenübergreifende Hauptprozesse entstehen. Durch diese Verdichtung wird die Transparenz der unterschiedlichen Abläufe im Unternehmen erhöht. Die Vernetzungen einzelner Tätigkeiten können so unternehmensweit betrachtet werden. Nach der Verdichtung sollten am Ende alle Kostentreiber identifiziert werden, da nur so ersichtlich wird, warum sich einige Kosten stets verändern und wo die jeweiligen Kosten verursacht werden. Um auch hier optimieren zu können, sollte die Anzahl der Treiber auf ein Minimum reduziert werden (vgl. Wagner / Wenger 2009, S. 39; Schuh / Kampker / Zinskoven 2011, S. 408f.).

Zur Optimierung von Komplexitätskosten in der Praxis entwickelte die TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG für Produktions-Logistik und Technologie-Management eine Komplexitätskostenrechnung, welche in ihrer Vorgehensweise an die Prozesskostenrechnung erinnert. Dabei werden zunächst je Bereich die Komplexitätskosten ermittelt, um herauszufinden, in welchem Maße die einzelnen Kostenblöcke komplexitätsgetrieben sind. Nach der Identifikation der Komplexitätsursachen und -treiber werden im dritten Schritt die bereichsspezifischen Kosten den Treibern zugeordnet (vgl. TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG o.J.). Eine Verknüpfung der Komplexitätskosten mit einzelnen Komplexitätstreibern als Ursache ist allerdings schwierig, da die Kosten in der Regel aus einem Zusammenwirken unterschiedlicher Faktoren entstehen. Um die Auswirkungen einzelner Treiber beurteilen zu können, müssten alle anderen Einflussfaktoren unverändert bleiben (vgl. Adam / Johannwille 1998, S. 11). Dies ist in der Realität zumeist nicht möglich, da die einzelnen Komplexitätsfaktoren sich gegenseitig beeinflussen (vgl. Adam / Johannwille 1998, S. 11).

PUHL (1999) entwickelt einen Komplexitätsmanagementansatz, der darauf abzielt, den optimalen Grad an Komplexität zu erreichen, bei dem die Prozesse flexibel aber dennoch beherrschbar sind. Zur Quantifizierung der Komplexität nutzt er eine Prozesskostenrechnung (vgl. Puhl 199, S. 44). Zu kritisieren ist, dass von PUHL (1999) keine eindeutige Abgrenzung von Komplexitätskosten vorgenommen wird und die Bewertung subjektiv erfolgt (vgl. Lasch / Gießmann 2009, S. 208).

### Ressourcenverfahren

Das Ressourcenverfahren (RV) stellt eine Weiterentwicklung der PKR dar. Hierbei wird das Gesamtunternehmen und nicht nur einzelne Teilbereiche und Tätigkeiten betrachtet. Im RV werden zwei grundlegende Zusammenhänge unterschieden, welche in Abbildung 7 grafisch dargestellt sind. Auf der rechten Seite steht die Verbrauchsfunktion. Sie stellt den funktionalen Zusammenhang zwischen dem Ressourcenverbrauch (hergestellte Komponenten wie Produkte oder Dienstleistungen) und dem entsprechenden Ressourceneinsatz (hier Arbeitsstunden des Personals) dar. Die Kostenfunktion ergibt sich aus dem Zusammenhang des Ressourcenverbrauchs und den dadurch entstehenden Prozesskosten.



**Abbildung 7: Ressourcenverfahren**  
(Schuh / Kampker / Zinskoven 2011, S. 410)

Der Ressourcenverbrauch bestimmt im Wesentlichen die Kosten, daher wird dieser als Kostentreiber bezeichnet. Um die genauen Abhängigkeiten darzustellen, bedarf es eines

umfassenden Wissens über alle Unternehmensprozesse mit den jeweiligen Ressourcen und über alle dadurch entstehenden Kosten. Auf diese Weise kann für die kostenrelevanten Ressourcen, wie Personal, Material, Fläche oder Betriebsmittel über die Kostenfunktion ein Kostensatz ermittelt werden (vgl. Schuh / Kampker / Zinskoven 2011, S. 409f.).

### **Zero-Base-Budgeting**

Mit Hilfe des Zero-Base-Budgeting (ZBB) soll Transparenz in unterschiedlichen Unternehmensbereichen geschaffen werden (vgl. Witt 1997, S. 393). Neben der Schaffung von Transparenz liegt das Hauptziel in der Senkung der Gemeinkosten.

In der Praxis werden Budgets oftmals auf Basis der Vorjahre vergeben, ohne diese in Frage zu stellen. Dies umgeht das ZBB. Gemäß des Namens wird von einer ‚Null-Basis‘ ausgegangen. Alle Kosten und Leistungen sind neu zu kalkulieren. Es werden alle Prozesse auf ihren Nutzen und ihre Notwendigkeit für die Erreichung des Unternehmensziels hin untersucht und kritisch bewertet (vgl. Sharp 1979, S. 10; Meyer-Piening 1990, S. 13). Auf diese Weise fallen einerseits unnötige Abläufe auf und können eliminiert werden. Andererseits werden Prozesse identifiziert, die für den Erfolg des Unternehmens eine essentielle Bedeutung haben, ihnen eine solche jedoch bisher nicht beigemessen wurde. Im Anschluss an die Analyse erfolgt die Verteilung des Budgets auf die unterschiedlichen Bereiche und Prozesse (vgl. Wegmann 1982, S. 150; Coenenberg / Fischer / Günther 2009, S. 893).

Im Gegensatz zu den anderen, hier vorgestellten Verfahren, wird das ZBB nicht der Kostenrechnung sondern der Budgetierung zugeordnet. Dennoch kann der Grundgedanke dieses Verfahrens, der Planung auf einer Null-Basis relevante Ansatzpunkte für die Komplexitätskostenrechnung liefern.

### **Variantenkalkulation**

Aufgrund stetig steigender Variantenzahlen in Produkten und Prozessen, erfolgt eine zunehmende Fokussierung auf Kostenverfahren, welche unterschiedliche Varianten berücksichtigen. LACKES (1991) definiert Produktvarianten als „alle Ausführungen, die den gleichen Grundaufbau haben und sich nur in einigen Ausstattungsmerkmalen unterscheiden“ (Lackes 1991, S. 89). Abweichend von den zuvor vorgestellten Verfahren, erfolgt bei diesem keine Fokussierung auf Bereiche, Prozesse oder Tätigkeiten, sondern auf Varianten und Modifikationen eines Produktes über alle Unternehmensbereiche hinweg.

Für die Kalkulation der Kosten existieren nach LACKES (1991, S. 89) drei verschiedene Möglichkeiten:

- Jede Variante stellt einen eigenen Kostenträger dar
- Bildung eines Durchschnittserzeugnisses
- Merkmalsbezogene Plankalkulation für jede Variantenausprägung

Bei der Betrachtung der Varianten als eigenständige Produkte bzw. eigenständige Kostenträger, werden alle Varianten getrennt voneinander kalkuliert. Dies führt bei der Anwendung zu einem großen Aufwand und einer Anwendbarkeit nur bei einer begrenzten Anzahl an Varianten (vgl. Lackes 1991, S. 89f.).

Bei der Bildung eines Durchschnittserzeugnisses wird zunächst eine Plan-Grundvariante gebildet (vgl. Kilger 1986, S. 25). Im Anschluss werden die bestehenden Varianten zusammengefasst, die nur geringe Kostenunterschiede aufweisen. Für diese werden die Kosten kalkuliert und als durchschnittlicher Standard für Mehrausstattungen festgelegt. Selten vorkommende Sonderausstattungen werden separat kalkuliert und auf die Plan-Grundvariante aufgerechnet. Dieses Verfahren liefert einen Überblick über die durchschnittlichen Kosten der Erzeugnisse, ist jedoch für exakte Kostenbetrachtungen zu oberflächlich. Es wird mit einem fiktiven Produkt gerechnet und kalkuliert, welches oft nicht dem tatsächlich hergestellten Produkt entspricht (vgl. Kilger 1986, S. 25; Lackes 1991, S. 90).

Die Merkmalsbezogene Plankalkulation stellt insofern eine Erweiterung dar, als dass die Grundvarianten die primären Kostenträger darstellen, durch sekundäre Varianten ergänzt werden. Die Varianten werden hinsichtlich ihrer Kostenveränderung zum Grundmodell kalkuliert. In der Planung wird bereits festgelegt, welche Varianten sich gegenseitig beeinflussen. Wählt der Kunde beispielsweise einen bestimmten Motor, müssen auch die jeweiligen Bremsen verbaut werden. Diese und weitere Ereignisse werden im Vorfeld betrachtet und kalkuliert. Dieses Verfahren ist von allen das aufwendigste, gibt jedoch am Ende die besten Informationen zu den Kosten wieder. Es ist genauestens ersichtlich, wie sich die Kosten zusammensetzen und wodurch sie entstanden sind (vgl. Lackes 1991, S. 90f.). Um eine erfolgreiche VK durchzuführen, müssen alle Informationen über die Prozesse, die jede Variante durchläuft, vorhanden sein. Mit Hilfe dieses Verfahrens

könnten, nach erfolgreicher Durchführung, die Werte mit früheren Kalkulationen verglichen und so eventuelle Komplexitätskosten bestimmt werden.

### 3.1.2 Komplexitätstreiber

Eine Abgrenzung zwischen Komplexitätstreibern, Komplexitätskostentreibern und Komplexitätsphänomenen ist nicht zwingend eindeutig möglich. Aus diesem Grund erfolgte zunächst eine nicht näher spezifizierte Suche nach Komplexitätsaspekten in der Literatur. Daraus ergaben sich in einer ersten Sammlung etwa 160 Faktoren, die im Zusammenhang mit Komplexität in Unternehmen und Wertschöpfungsnetzwerken stehen. Durch einen Literaturabgleich, also das Zusammenfassen einzelner Aspekte und Entfernen solcher Komponenten, die nicht als Treiber die Komplexität beeinflussen, sondern lediglich Auswirkungen darstellen, konnte der Umfang der Auflistung auf unter 80 Treiber reduziert werden. Die folgende Tabelle 2 zeigt alle verwendeten Komplexitätstreiber. In Anhang A befindet sich eine ausführliche Liste zuzüglich der verwendeten Quellen.

**Tabelle 2: Auflistung identifizierter Komplexitätstreiber**

Nr.	Komplexitätstreiber
1	Anzahl / geographische Verteilung der Abnehmer / Kunden / Senken (Absatzmarkt)
2	Anzahl an Wettbewerbern im Markt
3	Anzahl der (Teil-)Lieferungen, Transporte
4	Anzahl eingesetzter Technologien
5	Anzahl Entscheidungsträger
6	Anzahl Hierarchieebenen
7	Anzahl Kundengruppen / Marktsegmente (Nischenmärkte)
8	Anzahl Lager(-stufen), Distributionszentren
9	Anzahl planungsrelevanter Kapazitätseinheiten
10	Anzahl und geographische Verteilung sonstiger Supply Chain Akteure (z.B. Dienstleister)
11	Anzahl und Heterogenität der Lagerentnahmen
12	Anzahl und Heterogenität der Produkte (Produktprogrammbreite)
13	Anzahl von Produktvarianten im Logistiksystem
14	Anzahl zusätzlicher Services und Dienstleistungen
15	Anzahl, Heterogenität der Teile / Materialien im logistischen System
16	Anzahl / geographische Verteilung der Lieferanten / Quellen
17	Anzahl / Heterogenität der Transportbehälter
18	Bestandshöhe
19	Differenzierung von Vertriebswegen und Distributionskanälen
20	Fertigungsorganisation
21	Fertigungstiefe / Wertschöpfungstiefe
22	Frequenz der Produktwechsel / Produktlebenszyklen
23	Funktionsorientierung der Organisationsstruktur

Nr.	Komplexitätstreiber
24	Geographische Verteilung / Anzahl von (Produktions-) Standorten
25	Geschwindigkeit der Geschäftsprozesse (Durchlaufzeit (DLZ), Produktlebenszyklen)
26	Globalisierung
27	Häufigkeit / Heterogenität / Größe von Bestellungen / Aufträgen (Bestellrhythmen)
28	Häufigkeit von Prozessanpassungen
29	Heterogenität der gesetzlichen und Dokumentations-Anforderungen
30	Heterogenität der Transportanforderungen
31	Heterogenität des benötigten Personals
32	Heterogenität und Anzahl der Kundenbedarfe / -anforderungen bzgl. Zeit, Technologie, Geld usw.
33	Heterogenität und Varietät der Schnittstellen
34	Heterogenität von Strategien (z.B. von Beschaffungsstrategien)
35	Historisch gewachsene Sonderprozesse / Temporäre Prozessanpassungen
36	Informationsasymmetrien und -lücken
37	Informationskomplexität / Informationsüberfluss
38	Instabilitäten in Gesetzgebung und Politik
39	Konzentration auf Kernkompetenzen
40	Kooperationstiefe, -breite und -umfang
41	Kundenindividuelle Auftragsproduktion
42	Kurzfristige Änderungsmöglichkeiten des Kunden
43	Länge der Entscheidungswege
44	Losgrößen (Größe und Fluktuation)
45	Mängel in der Definition, Kommunikation und Durchsetzung von Zielen
46	Mangelhafte Koordination / Ganzheitlichkeit, z.B. von Entscheidungen
47	Mangelnde Prozesssynchronisation (intern / extern)
48	Marktdynamik (Kunden, Konkurrenz, Lieferanten)
49	Organisationsgrad / Freiheitsgrade
50	Parallele Prozesse / Interaktionen
51	Produktarchitektur (Anzahl Bauteile, Beschaffenheit, Fertigungsschritte, Größe)
52	Produktinnovation
53	Prozesslänge
54	Schwankende Bedarfs- und Nachfragevolumina
55	Schwankender Bedarf an logistischen Dienstleistungen
56	Sonderprodukte / Zusatzservices
57	Technologische Entwicklung
58	Unsicherheit zukünftiger Entwicklungen & Trends / Prognosegenauigkeit
59	Unsynchronisierte Planungs- und Steuerungssysteme
60	Unternehmensgröße (Mergers and Acquisitions)
61	Unterschiedlichkeit der Akteure
62	Unzureichende Kostenerfassung / Kostentransparenz
63	Varianz der Prozesse / Standardisierungsgrad
64	Veränderte Anforderungen an Mitarbeiterkompetenzen
65	Veränderte Ressourcenanforderungen
66	Verlässlichkeit von Kunden und Zulieferern
67	Vernetzung der Prozesse / Interdependenzen
68	Vernetzungsgrad der einzelnen Supply Chain Akteure und Unsicherheit darüber
69	Vielfalt der Prozesse (z.B. Anzahl unterschiedlicher Bestellauslöseverfahren)
70	Vielfalt / Inkompatibilität der IT-Lösungen

Nr.	Komplexitätstreiber
71	Vielzahl Konditionensysteme (Mengenstaffeln, Boni / Preispolitik)
72	Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt
73	Zahl involvierter Länder
74	Zentralisierung
75	Zielkomplexität (Heterogenität, Varietät, Unsicherheit)
76	Zunahme Produktneueinführungen / Änderungshäufigkeit

Die Ermittlung relevanter Komplexitätstreiber erfolgte durch eine ausführliche Literaturrecherche. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Vielfalt von Komplexitätsursachen beträchtlich ist und je nach Betrachtungsfokus nahezu unendlich viele Treiber identifiziert werden können (vgl. Gießmann / Lasch 2011, S. 4; Lasch / Gießmann 2010, S. 851). Die Relevanz und Ausprägung der Komplexitätstreiber ist zudem unternehmensindividuell. Aus diesem Grund erhebt die obenstehende Auflistung von Komplexitätstreibern keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr bietet sie die Grundlage für die Etablierung eines Komplexitätsmanagements, welches individuell an den jeweiligen Blickwinkel auf das System und die Unternehmens- bzw. Netzwerkspezifika anzupassen ist. Wie auch bei LAMMERS (2012) besteht uneingeschränkt die Möglichkeit einer Erweiterung der Komplexitätstreiber-Sammlung (Lammers 2012, S. 100).

### 3.1.3 Logistiksysteme

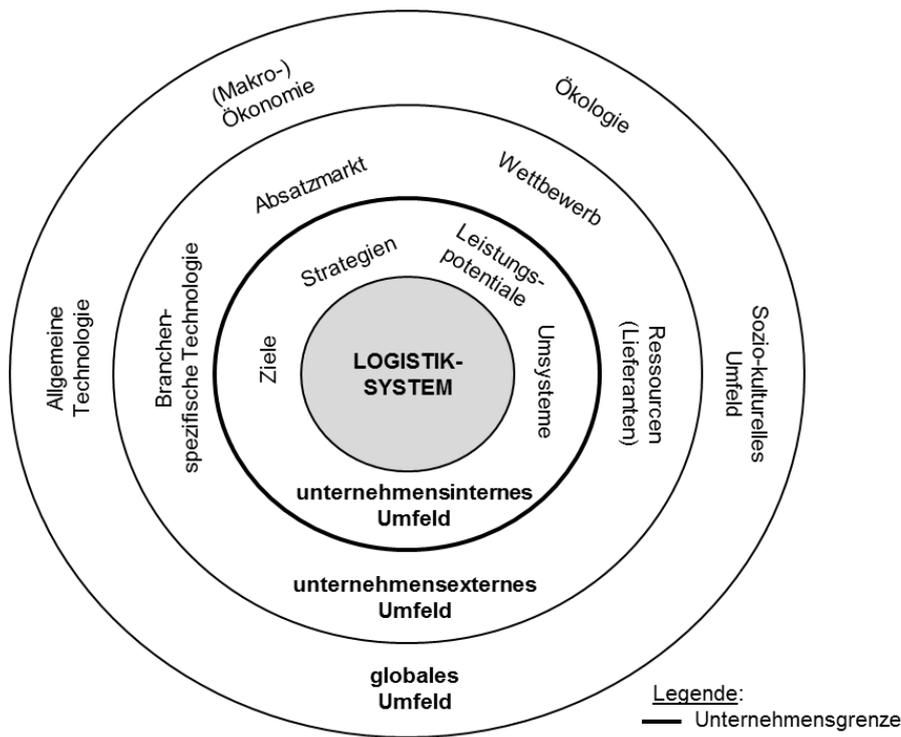
In dem Themenbereich Logistiksysteme wurden anhand von Literaturrecherchen, theoretische Anforderungen an das zu entwickelnde Konzept zur Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen abgeleitet.

Das allgemeine Ziel der Logistik umfasst „die sichere Versorgung mit Materialien und Gütern zu optimalen Kosten und Beständen (Koether 2011a, S. 21)“. Anschaulich gesprochen, beabsichtigt Logistik, das richtige Objekt in richtiger Menge und Qualität zu den richtigen Kosten am gewünschten Ort und zur richtigen Zeit bereitzustellen (vgl. Koether 2011a, S. 21). Logistik schafft demnach Verfügbarkeit (vgl. Waldruff 2007, S. 168). Zur Zielerreichung werden daher nicht nur die klassischen physischen Logistikprozesse zur Realisierung des Materialflusses durchgeführt, sondern auch dispositive, also planende und steuernde Prozesse des Informationsflusses (vgl. Koether 2011b, S. 37). Diese Erweiterung stellt die jüngste historische Entwicklung in der Logistik dar.

Während in den 70er Jahren, der logistische Begriff typischerweise mit Transport, Umschlag und Lagerung verknüpft war, wird die Logistik heute als integrative Disziplin verstanden, die Unternehmen als Supply Chains verknüpft und als Netzwerk funktioniert (Neubauer 2011, S. 50). Dennoch werden in Deutschland Transport, Umschlag und Lagerung als Basisfunktionen der Logistik verstanden (Pfohl 2010, S. 8).

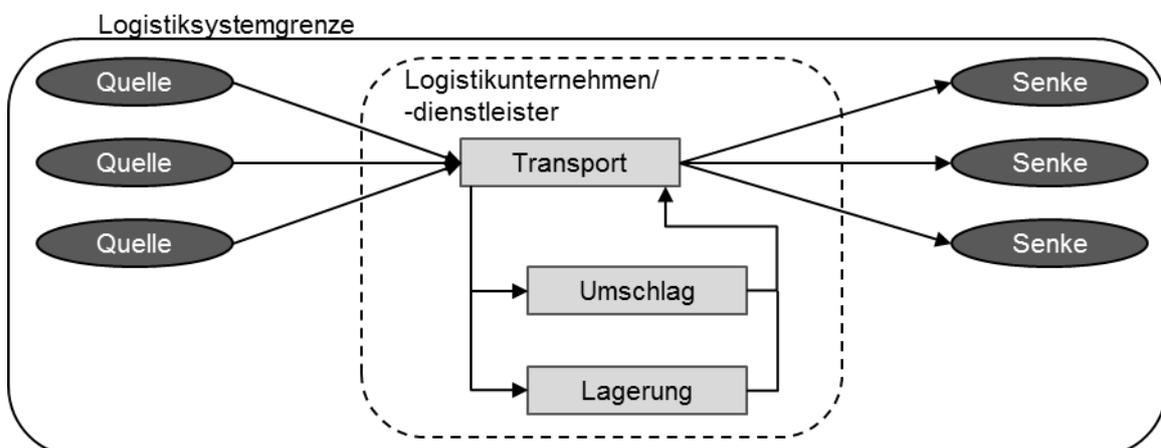
Bezugnehmend auf die vorangehenden Erläuterungen zur Komplexitätsdefinition (vgl. Kapitel 2.1.1), kann ein Logistiksystem zunächst einmal als Menge von mindestens zwei Elementen und deren Beziehungen zueinander definiert werden (vgl. Kestel 1995, S. 12; Jünemann 1989, S. 12 f.). Alle Elemente sind darauf ausgerichtet, den physischen Materialfluss sowie die Gestaltung von Informations- und Geldflüssen durchzuführen (vgl. Waldruff 2007, S. 167 f.). Dazu gehören auch Aufgaben der Planung, Steuerung und Überwachung des Systems (vgl. Jünemann 1989, S. 12 f.). Dementsprechend können alle Elemente, die zur Erfüllung der logistischen Aufgaben beitragen, dem Gesamtlogistiksystem zugerechnet werden. Dazu zählen beispielsweise Gebäude, Anlagen, Organisationssysteme (vgl. Kestel 1995, S. 12) oder auch Standorte, Verkehrsmittel und beteiligte Personen. Die Beziehungen zwischen diesen Elementen sind durch die jeweiligen Material- und Informationsflüsse gekennzeichnet (vgl. Lammers 2012, S. 16). Die Einzelelemente von Logistiksystemen wirken in vielfältigen Kombinationen bei der Durchführung der unterschiedlichen logistischen Prozesse zusammen und sind häufig hierarchisch strukturiert (vgl. Jünemann 1989, S. 12). Da die Elemente von Logistiksystemen beobachtbar materiell sind, können diese Systeme als real bezeichnet werden. Die Entstehungsart von Logistiksystemen ist künstlich, da sie nicht natürlich vorkommen, sondern von Menschenhand geschaffen werden (vgl. Krallmann / Frank / Gronau 1999, S. 24).

Durch die Definition von Systemgrenzen kann das Logistiksystem gegenüber seinem Umfeld abgegrenzt werden. Da Logistiksysteme allerdings offene Systeme darstellen, werden sie von außen durch das Umfeld beeinflusst. DÜRRSCHMIDT (2001) klassifiziert diese Einflüsse in unternehmensinterne, unternehmensexterne und globale Umfeldeinflüsse (Dürschmidt 2001, S. 25). Die folgende Abbildung 8 zeigt identifizierte, externe Einflussfaktoren auf Logistiksysteme. Diese Einflussfaktoren weisen einen direkten Bezug zu den in Kapitel 3.1.2 identifizierten Komplexitätskostentreibern auf.



**Abbildung 8: Klassifizierung der Einflüsse auf Logistiksysteme  
(Dürschmidt 2001, S. 25)**

In Abbildung 9 ist eine schematische Übersicht eines Logistiksystems auf Basis der makrologistischen Perspektive (vgl. Pfohl 2010, S. 14 f.) zu sehen. Diese Perspektive diente als Grundlage für das vorliegende Forschungsprojekt. Bei dieser werden die Basisfunktionen der Logistik berücksichtigt. Innerhalb des Logistiksystems lassen sich Logistikdienstleister (Transport, Umschlag, Lagerung) finden. Produzierende Unternehmen fungieren als Quellen bzw. Senken und haben damit eine sekundäre Perspektive auf eben dies. Netzwerkkoordinatoren wiederum haben eine übergeordnete Perspektive auf das Logistiksystem. Zusätzlich kann dieses Logistiksystem gleichermaßen auf innerbetriebliche Logistikprozesse übertragen und angewendet werden.



**Abbildung 9: Schematische Darstellung eines Logistiksystems**

### 3.1.4 Abgeleitete Anforderungen an das zu entwickelnde Konzept

Aus der Analyse des Logistiksystems wurden Anforderungen an das zu entwickelnde Konzept abgeleitet. Hierbei erfolgte eine Fokussierung auf die spezifischen Anforderungen, die ein dynamisches Logistiksystem im Gegensatz zu Produktsystemen hat. Dies diente der Überprüfung der Übertragbarkeit bestehender Ansätze zum Management von Komplexitätskosten aus dem Bereich der Produktsysteme. Die erhobenen Anforderungen wurden in einem Workshop mit Mitgliedern des PA validiert sowie hinsichtlich der Praktikabilität in Bezug auf die Konzeptentwicklung überprüft, um eine erfolgreiche Umsetzung zu garantieren.

Aus den in Kapitel 3.1.3 erläuterten Annahmen für ein Logistiksystem ergeben sich Anforderungen an die entwickelte Methodik zur Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen. Neben den Anforderungen von LASCH / GIEßMANN (2009), die sich in ihrer Arbeit auf die Beschaffungslogistik fokussieren und die Anforderungen aus Komplexitätseigenschaften ableiten (Lasch / Gießmann 2009, S. 208ff.), wurden weitere Anforderungen aus der Literatur identifiziert und das Ergebnis dieser Häufigkeitsanalyse in Tabelle 3 zusammengefasst. Die Arbeiten von GRUSSENMEYER (2011) und MEYER (2007) weisen einen Logistikbezug auf und bilden spezielle Anforderungen ab, die auf ein dynamisches Logistiksystem zurückzuführen sind.

Diese Anforderungen wurden im Rahmen einer Sitzung des PA validiert. Die Diskussion ergab dabei, dass auf folgende Anforderungen besonderes Augenmerk gelegt werden sollte:

- *Berücksichtigung der Wechselwirkungen der Komplexitätstreiber*

Diese Anforderung ergibt sich aus der Tatsache, dass Logistiksysteme und die damit verbundenen Elemente und deren Beziehungen einer starken Dynamik unterliegen.

- *Einsatz von Kennzahlen*

Der Wunsch der Unternehmen nach einer quantifizierbaren Bewertbarkeit von Komplexität in Logistiksystemen hat bereits den Anstoß für das Forschungsprojekt gegeben und sollte auch bei der Bearbeitung im Vordergrund stehen.

- *Anwendbarkeit in einem wiederholbaren Zyklus*

Generell ist eine hohe Praktikabilität der Methodik wünschenswert. Über eine wiederholbare Anwendung im Unternehmen soll Transparenz über die Komplexitätseffekte im Zeitverlauf geschaffen werden.

**Tabelle 3: Identifizierte Anforderungen an die entwickelte Methodik zur Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen**

<b>Anforderung</b>	Grussenmeyer (2011), S. 56ff.	Meyer (2007), S. 113ff.	Gießmann (2010), S. 47ff.	Lasch / Gießmann (2009), S. 203ff.	Mayer (2007), S. 116ff.	Schwenk-Willi (2001), S. 130f.
Ganzheitlichkeit des Ansatzes	●			●	●	●
Erfassung der Komplexität			●	●		
Identifikation von Komplexitätstreibern				●		
Berücksichtigung von Wechselwirkungen der Komplexitätstreiber		●	●	●	●	
Einsatz von Kennzahlen		●	●	●		
Bewertung Komplexitätstreiber hins. Stärke und Richtung des Einflusses			●	●		
Unabhängigkeit von Änderung äußerer Rahmenbedingungen	●	●		●		
Verständlichkeit der Methodik	●				●	●
Anwendbarkeit der Methodik		●		●	●	
Anwendbarkeit in einem wiederholbaren Zyklus	●	●	●	●		
Einfache Einbindung in den bestehenden Prozess	●	●		●		

Aufgrund der ermittelten Anforderungen bat sich für die Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen vor allem der Ansatz einer ‚Null-Basis‘ (angelehnt an die Idee des Zero-Base-Budgeting) an (vgl. Kapitel 3.1.1). Dabei wird ein Ausgangszustand definiert, welcher die in einem gegebenen System erforderliche Komplexität abbildet. Diesem Ausgangszustand wird die Ist-Situation in einem System gegenübergestellt, die einen realen Komplexitätsgrad aufweist. Anhand der Differenz der Kosten zwischen beiden Zuständen werden näherungsweise die Kosten der Komplexität bestimmt. Weitere konzeptionelle Ausführungen sind in Kapitel 3.4.1 erläutert.

## **3.2 Arbeitspaket 2: Auswahl von Komplexitätskostentreibern**

Im Fokus des Arbeitspakets 2 stand die Untersuchung der Eignung der in AP 1 identifizierten Komplexitätskostentreiber für das vorliegende Forschungsprojekt. Zu diesem Zweck wurden die Treiber einer multikriteriellen Filterung sowie einer anschließenden Clusterung unterzogen.

### **3.2.1 Clustering der Komplexitätstreiber**

Wie aus den Ergebnissen des AP 1 deutlich wird, besteht in logistischen Systemen eine große Anzahl unterschiedlicher Komplexitätstreiber (vgl. Kapitel 3.1.2). Um eine Anwendung des zu entwickelnden Konzepts zu ermöglichen, sollte die Anzahl betrachteter Komplexitätstreiber auf eine handhabbare Größe reduziert werden (vgl. Lasch / Gießmann 2010, S. 862). Dies erfolgte im ersten Schritt über die Zusammenfassung einzelner Komplexitätstreiber zu Gruppen, sogenannten Clustern. Es bestehen keine kausalen Wirkungsketten für einzelne Komplexitäten, sondern vielmehr interdependente Ursachen-Wirkungsnetze. Um die Abhängigkeiten der Treiber untereinander berücksichtigen zu können, mussten zunächst alle Wirkungszusammenhänge erfasst werden. Dies bildete danach die Grundlage für die Entwicklung von Komplexitätstreiberclustern.

Eine Darstellung der identifizierten Komplexitätstreiber in Form eines Ursachen-Wirkungsnetzes bildet die vielfältigen Wechselwirkungen der Komplexitätstreiber untereinander ab und ermöglicht somit eine ganzheitliche, nicht isolierte Betrachtung der unterschiedlichen Komplexitäten. Eine derartige Darstellung der Verursachungsstrukturen schaffte im weiteren Verlauf der Untersuchungen das Fundament für die Entwicklung von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Kostenoptimierung (vgl. Schulz 1994, S. 130). Gemäß PUHL (1999) ist dabei die unüberschaubare Vielzahl von Wirkungsbeziehungen zwischen den Treibern problematisch. Zur Bewältigung dieses Problems empfiehlt es sich, die unterschiedliche Stärke der Ausprägung der Wechselwirkungen zu berücksichtigen. Schwächere Beziehungen können demnach vernachlässigt werden, da sie häufig nicht entscheidungsrelevant sind. Zudem sind nicht alle Wirkungsbeziehungen für spezifische Entscheidungen und Probleme bedeutsam, vielmehr ist ein problemrelevanter Ausschnitt des Ursachen-Wirkungs-Netzwerkes zu wählen (vgl. Puhl 1999, S. 53 f.).

In Rahmen dieses AP wurde aufgrund der von PUHL (1999) genannten Problematik, der Vielzahl an Wechselwirkungen, ein zweistufiges Verfahren zur Bildung des Ursachen-Wirkungsnetzes angewendet. Im ersten Schritt erfolgte die Identifikation aller Beziehungen bzw. Beeinflussungen zwischen den ermittelten Komplexitätstreibern. Im Anschluss daran wurden die identifizierten Beziehungen gewichtet. Grundlage für diese Arbeitsschritte bildete eine Ursachen-Wirkungs-Matrix bzw. Einflussmatrix in Anlehnung an VESTER (2000). Es handelt sich dabei um eine zweidimensionale Matrix, bei der die Komplexitätstreiber sowohl waagrecht als auch senkrecht aufgetragen werden. Jeder Komplexitätstreiber wurde dann auf seine Beeinflussung und seine Beeinflussbarkeit hin mit einem Gewichtungsfaktor bewertet (vgl. Vester 2000, S. 164 f.). Wichtig bei der Wahl einer Skalierung sind die Entscheidungen über eine gerade oder ungerade Skalierung sowie die Anzahl der Punkte auf der Skala. Ungerade Skalierungen ermöglichen die Positionierung in der Mitte und erfordern somit keine klare Stellungnahme (vgl. Raulfs 2012). Aufgrund der Subjektivität der vorgenommenen Bewertung der Beziehungen zwischen den Komplexitätstreibern bat sich eine solche ungerade Skalierung an. Die Bewertung wurde mithilfe einer Fünf-Punkte-Skala durchgeführt, da die Genauigkeit in der Auswertung einer Fünf-Punkte-Skala ebenso gut ist wie bei Sieben- oder Zehn-Punkte-Skalen (vgl. Dawes 2008, S. 75). Die Ergebnisse der Bewertung in Form einer Ursache-Wirkungs-Matrix sind in Anhang B zu finden. Die zeilenweise aufgetragenen Treiber beeinflussen dabei die spaltenweise aufgetragenen. Durch die Addition der Gewichtungsfaktoren in den Zeilen ergibt sich die sogenannte Aktivsumme. Sie trifft eine Aussage darüber, in welchem Maße der betreffende Komplexitätstreiber Einfluss auf die anderen Treiber übt. Das Ergebnis der Aufsummierung der Gewichtungsfaktoren nach Spalten ist die Passivsumme. Sie gibt an, wie stark der Komplexitätstreiber von anderen beeinflusst wird (vgl. Vester 2000, S. 197). Die folgende Tabelle zeigt modellhaft das Vorgehen.

**Tabelle 4: Beispiel einer Ursachen-Wirkungs-Matrix**

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	...	K <sub>n</sub>	Aktivsumme
K <sub>1</sub>	4	2			6
K <sub>2</sub>		3		2	5
...					
K <sub>n</sub>	5			1	6
Passivsumme	9	5		3	

K<sub>1</sub>,K<sub>2</sub>,...,K<sub>n</sub>: Komplexitätstreiber 1-n  
Gewichtungsfaktoren:

- 1: sehr geringer Einfluss
- 2: geringer Einfluss
- 3: mittlerer Einfluss
- 4: starker Einfluss
- 5: sehr starker Einfluss

Ein derartiges Prinzip zur Quantifizierung der Beeinflussungen unterschiedlicher Faktoren untereinander wird in der Literatur häufig angewendet (vgl. etwa Carsten 2005, S. 64; Wördenweber / Eggert / Schmitt 2012, S. 28 f.; Zwahlen 2010, S. 148). Im Rahmen der Thematik von Komplexitätstreibern in Logistiksystemen findet dieses Prinzip bei LASCH / GIEßMANN (2010, S. 864) sowie MEYER (2007, S. 155 f.) Anwendung.

Um nicht jeden Knoten im Netz einzeln betrachten zu müssen, sollten die identifizierten Komplexitätstreiber zu Komplexitätsclustern zusammengefasst werden. Diese Methodik sollte die Handhabbarkeit gewährleisten und gleichzeitig alle Aspekte in die Betrachtung mit einbeziehen. Das Clustering diene der systematischen Strukturierung der identifizierten Komplexitätstreiber. Eine irgendwie geartete Form der Strukturierung ist zur systematischen Beschreibung der Komplexität unbedingt notwendig (vgl. Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49). Im Rahmen eines Netzwerkes ist unter einem Cluster eine eng vernetzte Ansammlung von Knoten bzw. Objekten zu verstehen. Zwischen den Knoten des Clusters bestehen somit eine Vielzahl von Relationen (sogenannte Intra-Cluster-Kanten), während kaum Beziehungen zu Knoten außerhalb des Clusters (Inter-Cluster-Kanten) identifizierbar sind (vgl. Klages 2012, S. 1, 20 ff.).

Zur Clusterung wurde das kostenlose Excel-Template NodeXL (vgl. Network Graphs: The Social Media Research Foundation 2006-2013) verwendet und unterschiedliche Clustermöglichkeiten durch die Algorithmen „Clauaset-Newman-Moore“, „Wakita-Tsurumi“ sowie „Girvan-Newman“ angewendet.

Die Ergebnisse aus dem Clustering wurden im Anschluss auf ihre Plausibilität und Anwendbarkeit analysiert und zweckmäßig optimiert. Dies war erforderlich, da das Netzwerkclustering mithilfe der genannten Algorithmen lediglich auf dem Grad der Beziehungen der Knoten untereinander aufbaut und andere Faktoren vernachlässigt. Dabei kann es passieren, dass thematisch verwandte Komplexitätstreiber nicht dem gleichen Cluster zugeordnet werden, obwohl eine gemeinsame Betrachtung im Rahmen einer Kostenoptimierung in Logistiksystemen sinnvoll wäre. Zur Optimierung der Clustering-Ergebnisse wurde an jeden Cluster anhand der Gesamtmenge zugeordneter Treiber eine thematische Überschrift vergeben. Im Anschluss erfolgte eine fallweise Prüfung der Passgenauigkeit von Überschrift und einzelner Treiber und gegebenenfalls eine Neuordnung zu einem anderen thematischen Feld.

Die Ergebnisse des Clusterings können in Form eines Netzwerkes dargestellt werden. Dabei bilden die Komplexitätstreiber die Knoten und ihre Beziehungen untereinander die Kanten des Netzwerkes (vgl. Klages 2012, S. 1). Abbildung 10 zeigt das Clusteringergebnis. Die gezeigten Schlagwörter entsprechen den identifizierten und analysierten Komplexitätstreibern, die zu Clustern (A-J) zusammengefasst wurden. Eine detaillierte Zuordnung ist im Anhang C zu finden.

Komplexitätstreiber eines Clusters sind in gleicher Farbe gekennzeichnet. Alle Intra-Cluster-Kanten, die mit dem Faktor 5 gewichtet wurden, sind durch Pfeile dargestellt. Die Inter-Cluster-Kanten werden zusammengefasst mithilfe grauer Linien dargestellt. Die Dicke der Linien gibt die Anzahl Inter-Cluster-Kanten zwischen zwei Clustern an.

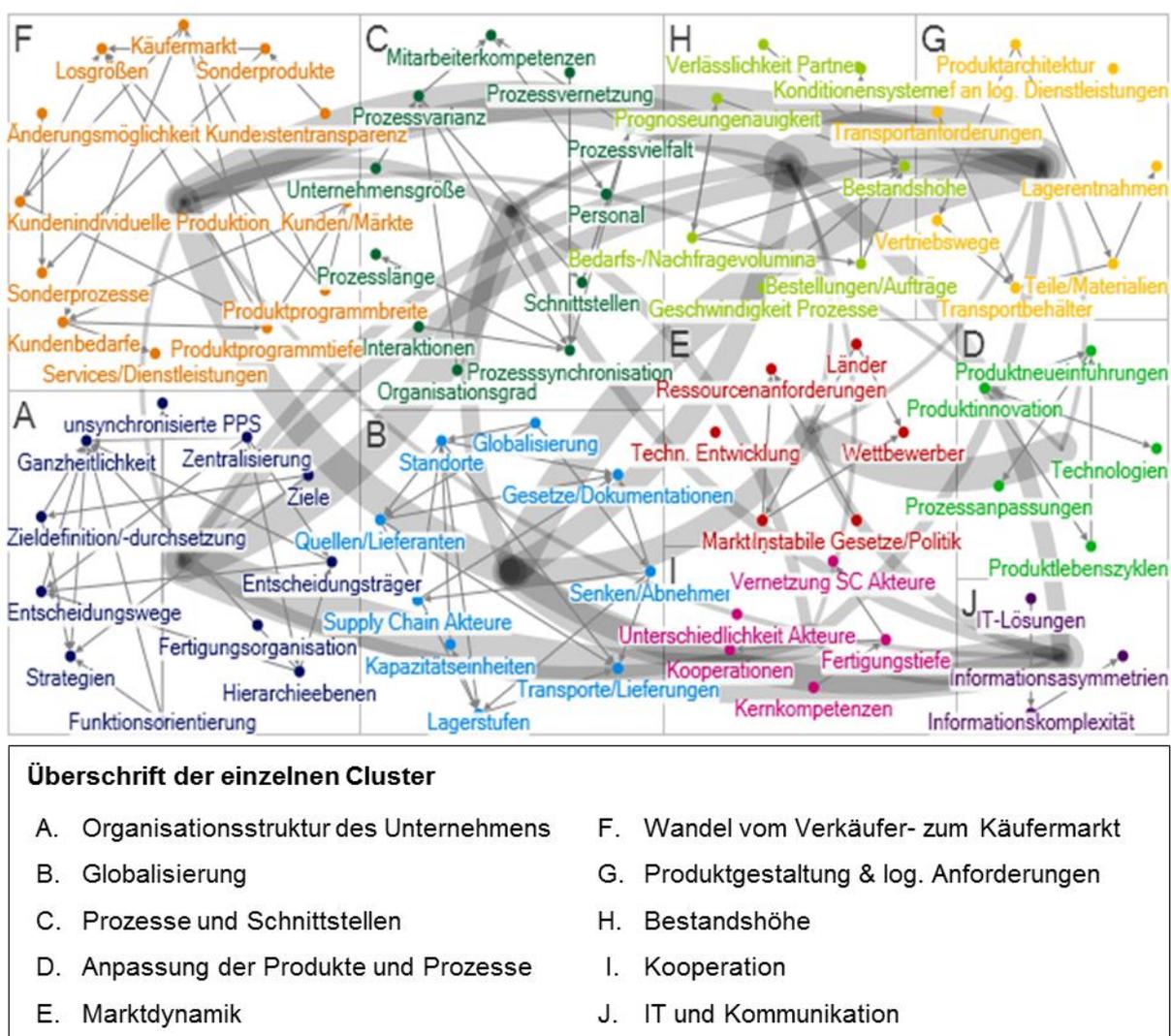
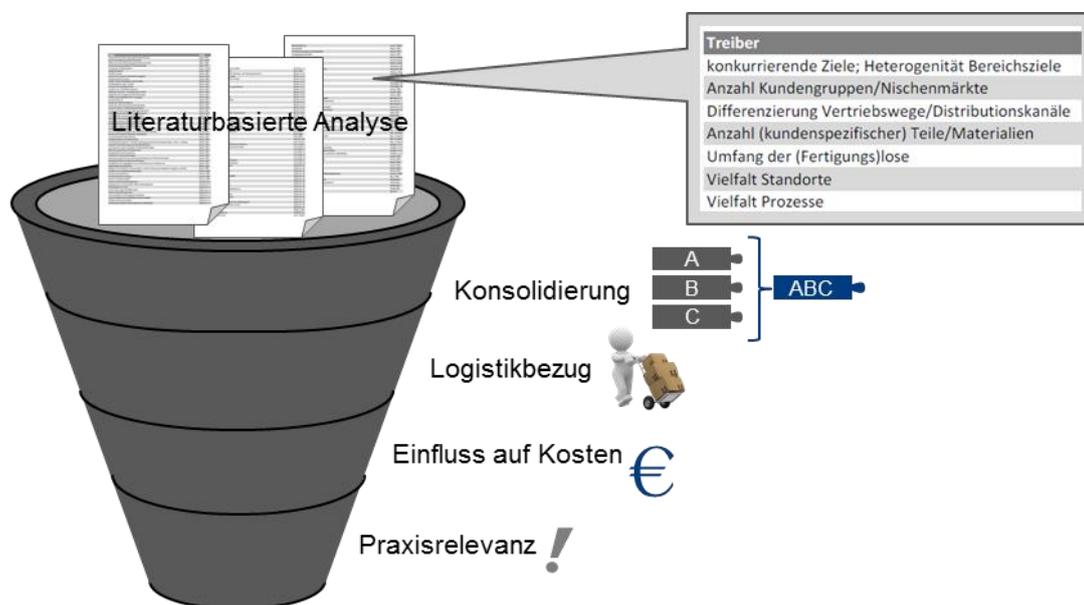


Abbildung 10: Clustering nach manueller Optimierung

Das Clustering bildet eine Übersicht über die herrschenden Komplexitätstreiber und dessen Ursache-Wirkungsbeziehungen. Da nicht alle Treiber im Projekt berücksichtigt werden können, waren diese auf eine handhabbare Menge zu reduzieren. Dies wurde durch unterschiedliche Filterstufen erzeugt, welche im Folgenden dargestellt werden.

### 3.2.2 Filterung auf relevante Komplexitätskostentreiber

Nach der Identifizierung der Komplexitätstreiber wurde deren Bedeutung für die Logistik sowie die Beeinflussung der Komplexitätskosten und praxisrelevanz geprüft (vgl. Abbildung 11).



**Abbildung 11: Filterstufen zur Reduzierung der identifizierten Komplexitätstreiber auf eine projektrelevante handhabbare Menge an Komplexitätskostentreibern**

Diese drei Faktoren stellten, nach der in Kapitel 3.1.2 vorgestellten Konsolidierung der Treiber, relevante Filterungskriterien für die Auswahl projektrelevanter Komplexitätskostentreiber dar.

Zunächst wurden die Komplexitätstreiber hinsichtlich ihrer Logistiksystem-Relevanz überprüft und gefiltert. Hierbei wurden die Treiber, die in vielen Fällen der produktbezogenen Komplexitätsliteratur entstammen, hinsichtlich eines Einflusses auf Logistiksysteme bewertet. Es konnte herausgearbeitet werden, dass alle identifizierten Komplexitätstreiber einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die Logistiksysteme haben (vgl. auch Anhang D).

Durch die Berücksichtigung der zweiten Filterstufe – der Quantifizierbarkeit von Effekten, die durch die Komplexitätstreiber bedingt sind – konnte eine Reduzierung der Anzahl an Treibern auf 29 erzeugt werden. Nehmen die Komplexitätstreiber nur einen indirekten Einfluss auf die Kosten, ist deren Quantifizierung mit einem hohen Aufwand verbunden. Aus diesem Grund erfolgte in dem Projekt eine Beschränkung auf solche Komplexitätstreiber, die direkt als Komplexitätskostentreiber in Logistiksystemen fungieren und damit im weiteren Projektverlauf eine Grundlage zur Entwicklung von Kennzahlen darstellen können. Demnach wurden für das Forschungsprojekt Komplexitätskostentreiber wie folgt definiert:

*Komplexitätskostentreiber sind Ursachen, die zu Komplexität in einem System führen, welche wiederum identifizierbare Komplexitätskosten bedingen (vgl. Abbildung 12).*



**Abbildung 12: Abgrenzung der Komplexitätskostentreiber**

Als weitere Filterungsstufe dienten die Ergebnisse von Experteninterviews, in denen praxisrelevante Komplexitätstreiber identifiziert wurden.

Am Ende dieser Filterkaskade lagen zehn Komplexitätstreiber vor, die im Rahmen einer PA-Sitzung von den Experten diskutiert und validiert wurden. Es erfolgte die Ergänzung um den Komplexitätstreiber „IT-Systeme“, welcher aus Sicht der PA-Mitglieder ebenfalls leicht zu quantifizieren ist. In der nachfolgenden Tabelle 5 ist eine Übersicht und Beschreibung der elf als projektrelevant identifizierten Komplexitätskostentreiber zu finden.

**Tabelle 5: Übersicht der elf identifizierten Komplexitätskostentreiber**

Komplexitätskostentreiber	Beschreibung
Kunden / Märkte	Anzahl Kundengruppen / Marktsegmente (Nischenmärkte)
Services / Dienstleistungen	Anzahl zusätzlicher Services und Dienstleistungen, die vom LDL bereitgestellt werden
Produktprogrammtiefe	Festgelegte Anzahl der Produktvarianten einer bestimmten Produktlinie des Leistungsprogramms; flache Programme umfassen nur wenige, tiefe Programme dagegen viele Artikel einer Produktart
Produktprogrammbreite	Heterogenität der Produkte (Produktprogrammbreite)

Komplexitätskostentreiber	Beschreibung
Senken / Abnehmer	Anzahl und geographische Verteilung Abnehmer / Kunden / Senken (Absatzmarkt)
Transportanforderungen	Heterogenität der Transportanforderungen
Prozessvielfalt	Verschiedenartigkeit der vorhandenen Prozesse aus der Perspektive des Logistikunternehmens
Gesetze / Dokumentationen	Heterogenität der gesetzlichen und Dokumentations-Anforderungen (bspw. Frachtpapiere und Zollregularien)
Transportbehälter	Heterogenität der Transportbehälter (bspw. Standardisierungsgrad der Behälter etc. )
Quellen / Lieferanten	Anzahl und geographische Verteilung der Lieferanten / Quellen
IT-Lösungen	Vielfalt / Inkompatibilität der IT-Lösungen

### 3.3 Arbeitspaket 3: Analyse der Komplexitätskostenwirkungen von Megatrends

Zur Berücksichtigung aktueller Strömungen in der Logistikforschung wurden innerhalb des dritten Arbeitspakets die Komplexitätswirkungen verschiedener Megatrends auf Logistiksysteme und deren Kostenstrukturen analysiert.

#### 3.3.1 Identifikation von Megatrends

Der Begriff Megatrend impliziert, dass Megatrends per se allgegenwärtig sind. Diese Definition könnte den Schluss zulassen, dass eine fallspezifische Abgrenzung für die Logistik nicht notwendig ist. Jedoch kann die Ausprägung des Einflusses eines Megatrends stark variieren. So hat beispielsweise der Megatrend „Alternative Antriebe“ einen stärkeren Einfluss auf die Logistik als auf das Gesundheitswesen. Aus diesem Grund erfolgte eine spezifische Identifikation von Megatrends in der Logistik. Die Analyse erfolgte dabei zweigleisig, sowohl literatur- als auch expertenbasiert (vgl. Abbildung 13).



**Abbildung 13: Schematische Darstellung der durchgeführten Megatrend-Analyse**

1988 veröffentlichte die Bundesvereinigung für Logistik (BVL) in Kooperation mit der TU Berlin erstmals eine Studie zum Thema Megatrends mit dem Fokus Logistik (Baumgarten / Ziebell 1988). Es folgten diverse Beiträge, die Megatrends und ihre Effekte in der Logistik diskutieren (Jünemann 2000; Kille 2008; Klumpp 2010; Münchow-Küster / Zelewski 2012; Straube / Wutke / Doch 2013).

Die Literaturanalyse erfolgte aufgrund der Tragweite des Themas auf Basis von Beiträgen der letzten zehn Jahre. Da die Megatrends einen unterschiedlichen Detaillierungsgrad aufweisen, wurden sie bei starker Vernetzung untereinander zu übergeordneten Megatrends zugeordnet und in der anschließenden Häufigkeitsanalyse doppelt bewertet. In einem zweiten Schritt wurden semi-strukturierte Expertengespräche mit einer Fokusgruppe durchgeführt. Ein Leitfaden für diese Gespräche ist in Anhang D enthalten. Im Rahmen dieser Gespräche wurden Komplexitätstreiber und Megatrends erhoben und deren Effekte auf die Logistik diskutiert. Die Interviews wurden in eine Profilmatrix teiltranskribiert (Maxwell 2013, S.108 f.) und über eine qualitative Inhaltsanalyse ausgewertet. Typischerweise umfasst eine solche Fokusgruppe fünf bis zehn Experten, die je nach Fragestellung über einen homogenen oder heterogenen Hintergrund verfügen (Flick 2006, S.193). Da im Projekt unterschiedliche Perspektiven auf das Logistiksystem abgebildet werden sollten, wurde eine heterogene Zusammensetzung gewählt. Die Stichprobe umfasste dabei acht Experten aus Unternehmen A, C, D, H und I des PA. Die Auswahl erfolgte mit der Zielsetzung, ein möglichst breites Bild über die Basisfunktionen Transport, Umschlag und Lagerung zu erzielen. Im erweiterten Fokus standen Unternehmensberater, um einen holistischen Überblick über Logistiksysteme zu ermöglichen und ein breites Erfahrungswissen durch unterschiedliche Klienten zu erlangen.

Im Anschluss wurden beide Teilergebnisse – die der Literaturanalyse und die der Expertengespräche – miteinander verglichen und auf Basis von Übereinstimmungen in Literatur und Praxis projektrelevante Megatrends ausgewählt. Diese Auswahl wurde in einer PA-Sitzung validiert bzw. ergänzt. Auf diese Weise konnte ein umfangreiches Bild über Megatrends in Logistiksystemen geschaffen werden, welches unterschiedliche Perspektiven berücksichtigt.

In Tabelle 6 ist das Ergebnis der Literaturanalyse zu Megatrends in der Logistik dargestellt. Die meisten Autoren grenzen die Begrifflichkeiten Trends und Megatrends nicht trennscharf voneinander ab und fokussieren sich auf den Terminus Trends, wobei

lediglich MIKOSCH (2008), STRAUBE / CETINKAYA (2009) und LUBIN / ESTY (2010) konkret Megatrends in der Logistik beschrieben.

**Tabelle 6: Identifizierte Megatrends in der Logistik**

<b>Megatrends</b>	Baumgarten (2004)	Straube (2005) ***	Straube (2007)	Baumgarten (2007)	Kille (2008)	Mikosch (2008)	Straube / Pfohl (2008) **	Straube / Cetinkaya (2009)	Straube et al. (2009)	Klumpp (2010)	Lubin / Esty (2010)	Wittenbrink (2010)	Münchow-Küster / Zelewski (2012)	Schuh (2012)	Däneke (2013)	Handfield et al. (2013) ***	Straube / Wutke / Doch (2013)	<b>Summe</b>
Nachhaltigkeit / Grüne Logistik						●	●	●	●	●	●	●				●	●	9
Neue Technologien		●		●			●	●		●			●			●		7
IT-Integration			●	●						●			●	●	●			6
Sicherheit				●			●	●		●			●			●		6
Vernetzte Wirtschaft	●		●	●				●								●		5
Globalisierung		●	●				●	●								●		5
Outsourcing	●	●			●					●								4
Kundenerwartung / Individualisierung		●							●							●		3
Kostendruck							●						●			●		3
RFID *				●						●								2
Cloud-Computing **													●	●				2
Global Positioning System (GPS) *										●			●					2
Mangel qual. Mitarbeiter / Fortbildung													●			●		2
E-Business													●					1
Telematik **													●					1
Demografischer Wandel							●											1
Transparenz in der SC										●								1
Soziale Verantwortung							●											1

<b>Megatrends</b>	Baumgarten (2004)	Straube (2005) ***	Straube (2007)	Baumgarten (2007)	Kille (2008)	Mikosch (2008)	Straube / Pfohl (2008) ***	Straube / Cetinkaya (2009)	Straube et al. (2009)	Klumpp (2010)	Lubin / Esty (2010)	Wittenbrink (2010)	Münchow-Küster / Zelewski (2012)	Schuh (2012)	Däneke (2013)	Handfield et al. (2013) ***	Straube / Wutke / Doch (2013)	<b>Summe</b>
Werteorientierte Verbraucher		●																1
Compliance							●											1
Containerverkehr													●					1
Elektrofahrzeuge und alt. Antriebe										●								1
EU-Osterweiterung		●																1
Industrie 4.0 **															●			1
Kapazitätssteuerung / -optimierung										●								1
Logistikcontrolling													●					1
Menschenzentrierte Logistik										●								1
Simulation **													●					1
Entsorgungslogistik													●					1
Volatilität																●		1
Wettbewerb		●																1

\* Zusätzlich *Neue Technologien*

\*\* Zusätzlich *IT-Integration*

\*\*\* BVL-Studienreihe

Auf Basis der Literatur der letzten zehn Jahre wurden 30 Trends identifiziert. Die Häufigkeitsanalyse liefert erste Implikationen bezüglich der Relevanz der genannten Megatrends. Wichtige Trends in der Logistik scheinen demnach *Nachhaltigkeit*, *neue Technologien*, *IT-Integration*, *Sicherheit*, *vernetzte Wirtschaft* sowie *Globalisierung* zu sein. Während die meisten dieser Trends kontinuierlich über die letzten zehn Jahre in der Literatur Beachtung finden, hat beispielsweise der Trend *Nachhaltigkeit* seit dem Jahr 2008 bedeutende Aufmerksamkeit erlangt. Im Gegensatz dazu wurden andere einzelne Trends in den vergangenen Jahren nur vereinzelt genannt. An dieser Stelle ist zu

hinterfragen, inwiefern diese Trends der Megatrend-Definition gerecht werden oder vielmehr kurz- bis mittelfristige Charakteristika umfassen.

Weitere Trends wie beispielsweise *Cloud-Computing*, *Industrie 4.0*, *Volatilität* oder *Mangel an qualifizierten Mitarbeitern* werden seit den letzten zwei bis drei Jahren als relevante Trends in der Logistik geführt. Diese haben das Potenzial, sich zu aufsteigenden Megatrends in der Zukunft zu entwickeln.

Tabelle 7 fasst die Ergebnisse der semi-strukturierten Interviews mit den Experten der Fokusgruppe zusammen und führt aus deren Sicht relevante Megatrends in der Logistik auf. Hierbei konnten 18 Megatrends identifiziert werden. Obwohl der Fokus der Gespräche explizit auf Megatrends gelegt wurde, erwies sich eine Abgrenzung in der Praxis als schwierig.

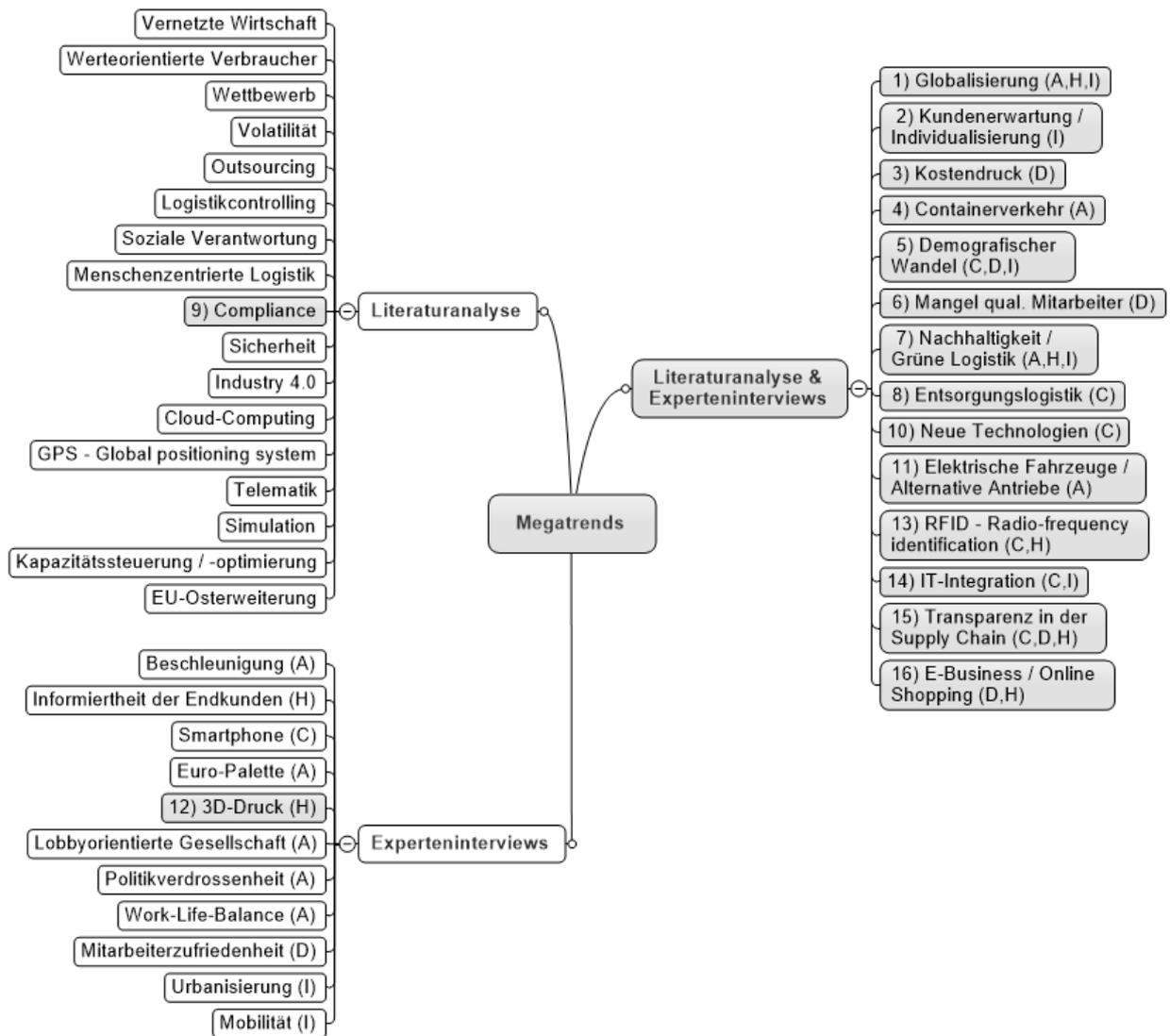
Die Megatrends *Nachhaltigkeit*, *Globalisierung* und *Demografischer Wandel* wurden am häufigsten als relevant für die Logistik genannt. Dabei wird der *Demografische Wandel* von den Experten als „die große Herausforderung der nächsten 20 Jahre“ gesehen. So hat dieser Megatrend einen essentiellen Einfluss sowohl auf die Personalstruktur als auch auf Kundenanforderungen. Das Verständnis einer nachhaltigen Logistik wird in der Praxis jedoch oftmals mit einer „grünen Logistik“ gleichgesetzt, die unter ökologischen Gesichtspunkten nachhaltig ist. Aspekte der sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeit werden unter der Überschrift der Nachhaltigkeit häufig nicht ausreichend berücksichtigt. Zudem werden IT-relevante Themen, wie die *Transparenz in Supply Chains*, zunehmende *Integration von IT*, *E-Business* oder auch die *RFID-Technologie* als relevante Megatrends in der Logistik gesehen.

**Tabelle 7: Ergebnis der Expertengespräche zu Megatrends in Logistiksystemen**

Megatrend	Experten					Summe
	A	C	D	H	I	
Nachhaltigkeit / Grüne Logistik	●			●	●	3
Globalisierung	●			●	●	3
Demografischer Wandel		●	●		●	3
Transparenz in der SC		●	●	●		3
IT-Integration		●			●	2
E-Business			●	●		2
RFID		●		●		2
Neue Technologien		●				1

Megatrend	Experten					Summe
	A	C	D	H	I	
Kundenerwartung / Individualisierung					●	1
Kostendruck			●			1
Mangel qual. Mitarbeiter / Fortbildung			●			1
Containerverkehr	●					1
Elektrofahrzeuge und alt. Antriebe	●					1
Entsorgungslogistik		●				1
Smartphone		●				1
Euro-Palette	●					1
Beschleunigung	●					1
Lobbyorientierte Gesellschaft	●					1
Politikverdrossenheit	●					1
Work-Life-Balance	●					1
Mitarbeiterzufriedenheit			●			1
Urbanisierung					●	1
Mobilität					●	1
Informiertheit Endkunden				●		1
3D-Druck				●		1

In Abbildung 14 sind die beiden vorangegangenen Teilergebnisse der Literaturanalyse sowie der praxisseitigen Expertengespräche zusammenfassend dargestellt. Diese Gegenüberstellung diente als Grundlage für die Auswahl projektrelevanter Megatrends. 14 der in der Literatur identifizierten Megatrends wurden ebenfalls von den Experten als relevant angesehen und im Rahmen der Gespräche diskutiert. Die Megatrends *Demografischer Wandel* und *Transparenz in der Supply Chain*, welche vielfach von den Experten genannt wurden, erfahren erstaunlicherweise untergeordnete Relevanz in der Literatur. Zudem wurden einige Megatrends, die einen hohen Wert in der Häufigkeitsanalyse der Literatur aufweisen, von den Experten als weniger relevant angesehen – sowohl in den Expertengesprächen als auch bei der anschließenden PA-Sitzung. Dies gilt beispielweise für die Megatrends *Vernetzte Wirtschaft*, *Sicherheit* oder *Outsourcing*. Im Besonderen sei an dieser Stelle der Megatrend *Outsourcing* erwähnt, welcher von einem Experten ausdrücklich als kein Megatrend bewertet wurde. Vielmehr sei eine Umkehr in eine zunehmende vertikale Integration der Logistik zu verzeichnen.



**Abbildung 14: Konsolidierte Ergebnisse der Literaturanalyse und Experteninterviews zu Megatrends in der Logistik**

Der Vergleich zeigte zudem, dass zehn Megatrends von den Experten genannt wurden, die keinerlei Nennung in der Literatur zu Megatrends in der Logistik aufweisen. Im Rahmen der Expertengespräche hat sich jedoch gezeigt, dass „Megatrends“ unternehmensindividuell unterschiedlich definiert werden. Diese Inkonsistenz lässt darauf schließen, dass von den Unternehmen Themen als Megatrends gesehen werden, die definitionsgemäß kein Megatrend sind und daher keine Beachtung in der Literatur finden.

In der PA-Sitzung konnte der Megatrend *Globalisierung* als übergeordneter Megatrend identifiziert werden. Dieser hat mannigfaltige Einflüsse auf andere Megatrends wie beispielsweise eine zunehmende *Individualisierung* oder den zunehmenden *Kostendruck*.

Erstrebenswert wäre es demnach, die Megatrends in eine hierarchische Ursachen-Wirkungs-Struktur zu überführen. Die Diskussion hat jedoch gezeigt, dass ein Megatrend nur selten von seinen Effekten trennscharf abgegrenzt werden kann.

Die Vorauswahl von 14 Megatrends (Identifizierung sowohl in Literatur als auch durch die Expertengespräche) wurde in der PA-Sitzung validiert. Zusätzlich wurde die Auswahl um die beiden Megatrends *3D-Druck* und *Compliance* erweitert. Nach Auffassung der Experten ist *3D-Druck* als aktueller Trend zu sehen. Bei einer zunehmenden Weiterentwicklung dieser Technologie, könne sich dieser zu einem Megatrend entwickeln, der signifikante Einflüsse auf Logistiksysteme und logistische Geschäftsmodelle haben wird. Beispielsweise können dadurch neue Geschäftsmodelle im Bereich der Ersatzteillogistik erforderlich werden. Das Thema *Compliance* wurde von den Experten als relevanter Komplexitätstreiber gesehen. Somit lässt sich die Auffassung vertreten, dass Megatrends als Komplexitätstreiber fungieren können.

Im Folgenden erfolgt eine kurze Beschreibung der in Summe 16 identifizierten und für das Projekt weiter berücksichtigten Megatrends (vgl. Tabelle 8).

**Tabelle 8: Beschreibung der im Projekt identifizierten Megatrends in der Logistik**

Megatrend	Beschreibung
Globalisierung	Der Megatrend Globalisierung steht im engen Zusammenhang zu der vernetzten Wirtschaft. Auf Grund der steigenden Globalisierung sind Unternehmen gefordert eine schnelle und zuverlässige Supply Chain aufzubauen (vgl. Baumgarten 1996, S. 53). Internationale Komplexität wächst häufig aus dem Grund, dass die Unternehmen versuchen Komplexität durch Vernetzung und Kooperationen zu reduzieren (vgl. Straube / Cetinkaya 2009, S. 138). Die Globalisierung ist dabei der Komplexitätstreiber, da sie die Verlagerung der Produktion und die Erschließung neuer Absatzmärkte erst ermöglicht und somit die Komplexität der Logistiksysteme wesentlich beeinflusst hat (vgl. Straube 2007, S. 1005). Die Globalisierung kann als externer Treiber klassifiziert werden (vgl. Handfield et al. 2013, S. 14 f.).
Individualisierung	Die steigende Kundenerwartung bzw. Individualisierung ist eine Folge der Globalisierung und dem damit verbundenen Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt. Gründe hierfür sind steigende Zahlen von Produktvariationen und die zunehmende Differenzierung von Logistikleistungen (vgl. Handfield et al. 2013, S. 15 f.). Für die frühzeitige Erkennung von sich ändernden Kundenerwartungen und die Sicherheit, diese auch erfüllen zu können, ist eine Integration des Kunden mittels geeigneter Managementsysteme in die prozessorientierte Logistik-Strategie erforderlich (vgl. Baumgarten / Walter 2000, S. 8).

Megatrend	Beschreibung
Containerverkehr	Containerverkehr kann in zweierlei Hinsicht als Megatrend verstanden werden. Einerseits kann der Container (vergleichbar mit Europaletten) als eine Standardisierung in der Logistik gesehen werden. Diese Standardisierung kann wiederum als eine Antwort auf die steigende Vielfalt und Komplexität von Produkten und Prozessen gesehen werden. Andererseits symbolisiert der Megatrend Containerverkehr die steigenden Containerverkehrsvolumina (vgl. Münchow-Küster / Zelewski 2012, S. 6), welche durch Megatrends wie Globalisierung und Individualisierung geprägt sind.
Kostendruck	Auf Grund des steigenden globalen Wettbewerbs sind Unternehmen gefordert kosteneffizient zu arbeiten. Der Kostendruck ist als Megatrend zu verstehen (vgl. Handfield et al. 2013, S. 19 f.). Für das Logistiksystem wird dieser Druck zusätzlich durch steigende Logistikkosten verstärkt; diese sind z.B. steigende Energie- und Benzinkosten (vgl. Straube / Pfohl 2008, S. 6) sowie zunehmende Gebühren für Zoll oder Maut (vgl. Münchow-Küster / Zelewski 2012, S. 7).
Nachhaltigkeit	Unter dem Begriff der Nachhaltigkeit werden sowohl ökologische, wirtschaftliche als auch soziale Gesichtspunkte zusammengefasst (vgl. Elkington 1998). In der Logistik wird der Fokus oft auf „Grüne Logistik“ gelegt und damit nur die ökologischen Aspekte der Nachhaltigkeit berücksichtigt (vgl. Kersten et al. 2010, S. 371; vgl. Handfield et al 2013, S. 16). Auf Grund von steigenden Kundenanforderungen und verschärften gesetzlichen Regelungen, gewinnt die Nachhaltigkeit immer mehr an Bedeutung. Dennoch sind nach wie vor Defizite im Umgang mit Nachhaltigkeit auf Managerebene zu erkennen, so dass eine frühzeitige Intensivierung der Bemühungen um die sog. „Grüne Logistik“ Wettbewerbsvorteile bringen kann (vgl. Lubin / Esty 2010, S. 76; vgl. Wittenbrink 2010, S. 19).
Entsorgungslogistik	Die Bedeutung von Recycling und damit die der Entsorgungslogistik steigt in zunehmendem Maße (vgl. Münchow-Küster / Zelewski 2012, S. 6). Eine direkte Beeinflussung erfolgt durch den Megatrend Nachhaltigkeit.
Compliance	Besonders Transportunternehmen sind zunehmend beeinflusst und eingeschränkt durch Vorschriften. Zusätzlich ändern sich diese Regelungen stetig. Die damit verbundene Unsicherheit und die Notwendigkeit für die Unternehmen sich diesen anzupassen, bedeutet für Logistikunternehmen flexibel zu sein und ihre Ressourcen zu binden (vgl. Straube / Pfohl 2008, S. 14). Der Megatrend Compliance wird stark durch die Politik geprägt. Compliance kann zudem zur Änderung der Produktpalette einzelner Unternehmen führen, woraus wiederum alternative Transportansprüche resultieren.
Demografischer Wandel	Der demografische Wandel reflektiert die zunehmende Alterung der Gesellschaft. Dieser Megatrend hat eine wachsende Bedeutung für die Logistik. Die Beeinflussung kann in zwei Größen unterteilt werden: Angestellte und Kunden. Der Anteil an gut qualifizierten Mitarbeitern im demografischen Wandel ist begrenzt. Die Fachkräftedefizite zwingen Unternehmen in Ausbildung und Entwicklung zu investieren. Der Demografische Wandel aus Sicht der Kunden wiederum führt zu wachsenden und wechselnden Anforderungen in den Rubriken Produktauswahl und Service (vgl. Straube / Pfohl 2008, S. 14).

Megatrend	Beschreibung
Fachkräftemangel	Dieser Megatrend zeigt sich gegenwärtig als Resultat des Demografischen Wandels (vgl. Handfield et al. 2013, S. 8). Vor allem für junge Leute scheint die Logistik eine unattraktive Branche zu sein. Der Mangel an Fachkräften liegt sowohl auf Ebenen des Managements (vg. Handfield et al. 2013, S. 25f.), als auch auf operativer Ebene vor. Vor allem ein Mangel an qualifizierten LKW-Fahrern und Lagermitarbeitern ist deutlich. Dieser Megatrend führt nicht zu einem bloßen Mangel an Arbeitskräften, sondern ebenfalls zu Problemen im Bereich des Wissensmanagements (vgl. Handfield et al. 2013, S. 24 f.). Fachkräftemangel ist der Megatrend, welcher in den kommenden Jahren als größte Herausforderung gesehen wird.
Neue Technologien	Die Bedeutung dieses Megatrends zeigt sich in der separaten Betrachtung einzelner neuer Technologien als Megatrend. Diese sind z.B. GPS (vgl. Münchow-Küster/ Zelewski 2012, S. 20ff.) und RFID (vgl. Klumpp 2010, S. 10). Des Weiteren bilden neue IT-Systeme die Grundlage für den Megatrend IT-Integration und beeinflussen diesen somit maßgeblich. Vor allem RFID wird in der Logistik eine große Bedeutung beigemessen, da sie an der Schnittstelle zu den IT-Systemen eine umfassende Informationsverfügbarkeit in Supply Chains ermöglicht (vgl. Baumgarten 2007, S. 991).
RFID	RFID ist eine Technologie zur ferngesteuerten Identifikation von Produkten oder Sendungen in logistischen Systemen. Bei der Benutzung von RFID wird die Transparenz der Dateninformationen erhöht. Dies kann genutzt werden, um Prozesse und Informationsflüsse zu optimieren (vgl. Baumgarten 2007, S. 991). Die RFID-Technologie gewährleistet Transparenz und Sicherheit in der Supply Chain (vgl. Klumpp 2010, S. 10). Dieser Megatrend birgt das Potenzial, steigende Komplexität im logistischen System besser handhaben zu können.
Alternative Antriebe	Alternative Antriebe sowie elektrische Fahrzeuge bilden diesen Megatrend (vgl. Klumpp 2010, S. 10), der als direkte Antwort auf die Verknappung von Ressourcen zu verstehen ist. Er ist zudem als eine Folge der Fokussierung auf "Grüne Logistik" sowie Compliance zu sehen (vgl. Esch / Dahlhaus 2013, S. 501). Aktuell ist die Infrastruktur für die „Betankung“ solcher Fahrzeuge noch nicht ausreichend vorhanden (vor allem in ländlichen Regionen). Hybrid-Fahrzeuge sind beispielsweise effizienter im Stadtverkehr und demnach im Umkehrschluss weniger für weite Strecken über Land geeignet (vgl. Zieringer 2010, S. 122).
3D-Druck	3D-Druck umfasst eine Technologie, die es ermöglicht, Teile in einem Schritt in dreidimensionaler Form zu drucken. Die Nutzung von 3D-Druckern führt zu einer Reduzierung des Transportguts bzw. -volumens. Demnach wird die 3D-Druck Technologie die Charakteristika des globalen Handels verändern (vgl. Lehmacher 2013, S. 84). Logistikdienstleister sind gezwungen neue Geschäftsmodelle zu entwickeln (bspw. 3D-Copy Shops anbieten) (vgl. Lehmacher 2013, S. 84ff.). Zum jetzigen Zeitpunkt scheinen die an den 3D-Druck gestellten Erwartungen sehr groß zu sein (vgl. Gartner zitiert in Strauss 2013, S. 252f.). Dennoch bleibt aktuell unklar, ob diese revolutionäre Technologie (vgl. Rayna / Striukova 2014, S. 119) sich durchsetzen wird (vgl. Lehmacher 2013, S. 85).

Megatrend	Beschreibung
IT-Integration	Auf Grund der Entwicklung moderner Informations- und Kommunikationstechnik (IuK)-Systemen können sowohl Kunden- als auch Lieferbeziehungen vereinfacht werden. Zur gleichen Zeit können auch viele Prozesse wie z.B. die globale Beschaffung, Produktion und Distribution beschleunigt werden (vgl. Baumgarten 1996, S. 54). Die Entwicklung des Internets ist dabei ein Meilenstein der IT-Integration (vgl. Straube 2007, S. 1005).
Transparenz	Dieser Megatrend spiegelt den Gebrauch von Daten und IT wieder. Dieser Gebrauch erlaubt zum einen die Rückverfolgung via GPS oder RFID, des Weiteren ermöglichen die zeitnahen Informationen dem Anbieter eine Vorhersage von eventuellen Problemen. Außerdem kann das Sammeln von Daten genutzt werden, um die Arbeitsleistungen auszuwerten (vgl. Notteboom 2013, S. 89). Steigende Transparenz und Komplexität stehen demnach im direkten Zusammenhang (vgl. Meier / Golembieski / Quade 2008, S. 311ff.)
E-Business	E-Business ist eine Folge neuer IuK-Technologien. Durch das Internet verändern sich grundlegend Kundenbeziehungen sowie der Ablauf von Geschäftsprozessen (vgl. Baumgarten / Walter 2000, S. 6f.). Es werden innovative Geschäftsideen sowie eine interaktive Kommunikation mit dem Kunden ermöglicht (vgl. Jünemann 2000, S. 9).

### 3.3.2 Definition von Logistikprozessbausteinen als Gestaltungsoptionen

Als Grundlage für die Ermittlung der Wirkungen von Megatrends auf die Teilbereiche des Logistiksystems wurden, im Rahmen der zuvor vorgestellten Expertengespräche, in der Praxis operationale Logistikprozesse und damit verbundene Komplexitätsaspekte erhoben. Auf Basis dessen sowie angelehnt an die Literatur wurden Logistikprozessbausteine abgeleitet und gemeinsam mit den Experten validiert.

Nach Auswertung der Gespräche bestätigte sich, dass eine Anlehnung der Logistikprozessbausteine an die Grundfunktionen der Logistik sinnvoll ist. Zusätzlich ist eine Unterscheidung zwischen administrativer und operativer Ebene zu treffen. Die Entwicklung der Prozessbausteine erfolgte in Anlehnung an GUDEHUS (2012b), der verschiedene Logistikleistungen voneinander separiert (vgl. Gudehus 2012b, S. 1037ff.). Das Grundprinzip liegt dabei darin, dass einzelne Bausteine einzelne Leistungsspektren abbilden. Entsprechend des Projektfokus erwies sich eine Untergliederung in generalisierbare Bausteine als sinnvoll. Auf diese Weise ist es möglich, die unterschiedlichen Perspektiven auf das Logistiksystem abzubilden. Die Bausteine können dabei fallspezifisch, also je nach Sichtweise des betrachtenden Akteurs innerhalb des Logistiksystems (Spediteure und Verlager, produzierende Unternehmen oder Netzwerkdienstleister) sowie je nach be-

trachteter Prozesskette, kombiniert werden. Dies ermöglicht eine fallspezifische Kombination sogenannter „verketteter Leistungsumfänge“ (Gudehus 2012b, S. 1038). Zusätzlich zu den klassischen TUL-Bausteinen bietet sich eine Integration von Value Added Services / Sonderleistungen an.

In der folgenden Tabelle 9 sind die entwickelten und validierten Bausteine aufgelistet.

**Tabelle 9: Logistikprozessbausteine  
(in Anlehnung an GUDEHUS (2012b, S. 1037ff.))**

Logistikaufgaben	Ebene	Baustein	Beschreibung
Transport	operativ	Sammeltransport	Waren werden von mehreren Lieferstellen abgeholt in einer Sammelfahrt zu einer Empfangsstelle/ Umschlagspunkt gebracht
		Verteiltransport	Waren werden von einem Verteilumschlagspunkt/ Lieferstelle abgeholt und in Verteilfahrt zu mehreren Empfangsstellen befördert
		Abholen und Zustellen	Waren werden von einer Lieferstelle zu einem Empfangsort gebracht
		Verteil- und Sammelfahrt	Kombination aus Sammel- und Verteilfahrt
	administrativ	Einsatzdisposition von Fahrern und Transportmitteln	Planung des Einsatzes von Fahrern und Transportmitteln
		Tourenplanung/ Fahrwegeoptimierung	Zuordnung von Liefer- und Empfangsstellen zu Umschlagspunkten, Wegoptimierung nach Entfernung, Zeit, Kosten
		Transportverfolgung und Sendungsinformation	Bereitstellung einer Verfolgbarkeit des Transportes und Informationen zur Sendung
Umschlag	operativ	Aus- und Entladen	Aus-/Entladen der Ware von einem Transportträger
		Umladen	Umladen der Waren von einem auf einen anderen Transportträger
		Auflösen und Bilden von Ladeeinheiten	Zusammenfassen und Auflösen von Sendungen zu Ladeeinheiten (Behälter, Paletten, Container)
		Sortieren	Sortieren von umgeschlagenen Waren/Sendungen
		Neutralisieren	Entfernen von Markierungen, die Rückschlüsse auf Absender zu lassen
		Be- und Verladen	Be-/Verladen von Ware auf einen Transportträger
	administrativ	Pack- und Stauraumoptimierung	Schaffung einer möglichst dichten Packung für den Transport (meist über Optimierungsprogramme)
		Rampenmanagement	Koordination der Ent- und Verladeprozesse an der Laderampe und Planung des Einsatzes von Ladungsträgern und Transporthilfsmitteln

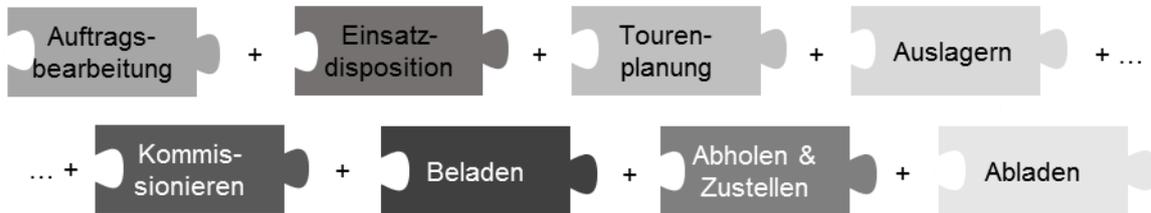
Logistikaufgaben	Ebene	Baustein	Beschreibung
Lagerung	operativ	Einlagern	Verbringung der Ware in das Lager (inkl. Wareneingangskontrolle)
		Puffern und Lagern	Bereithalten und Bevorraten von Waren
		Qualitätsprüfung	Überprüfung der Qualitätsmerkmale
		Auslagern	Entnahme der Ware vom Lagerplatz und Verbringung zum nächsten Prozessschritt
		Kommissionieren	Zusammenstellen von Waren unter Verwendung von Träger- und Packmaterial zu Displays, Trays oder kundenspezifischen Verkaufseinheiten
		Auftragszusammenführung	Zusammenführung mehrerer Kommissionieraufträge zu einer Sendung
		Verpacken und Etikettieren	Verpackung und Etikettierung der Waren zur Bereitstellung für den Versand
		Verdichten von Ladungen	Aufstapeln, Ablegen von Ladungsträgern mit dem Ziel einer raumsparenden Packung
		Ent- und Beladen	Be- und Entladen der An-/Auslieferfahrzeuge
	administrativ	Auftragsbearbeitung	administrative Auftragsprozesse
		Bestandführung und Nachschubdisposition	Lagerbuchhaltung zur Ermittlung von Änderungen und notwendigen Bestellvorgängen
		Lagerplatzverwaltung	Steuerung von Ein- und Auslagerungsvorgängen
	Sonderleistungen	Verzollung	Abwicklung von Zollformalitäten
Etikettieren		Auszeichnung der Waren	
Abfüllen		Lose Ware wird in Fässer, Säcke, Tüten oder andere Gebinde abgefüllt und abgepackt	
Zuschneiden und Ablängen		Flächige Ware, wie Bleche, Platten oder Stoffbahnen, wird auf gewünschte Maße zugeschnitten; Langgut, wie Stangenmaterial, Kabel oder Bandmaterial, wird auf Länge abgeschnitten	
Montagearbeiten		Angelieferte Teile oder Baugruppen werden zu einbaubaren Modulen, fertigen Produkten oder ganzen Anlagen zusammengesetzt, montiert und aufgebaut	
Reparaturdienste		Reparatur von beschädigten oder defekten Waren	
Displayherstellung		Herstellung von Einheiten zur Zusammenfassung von Verkaufseinheiten	
Leergutdienste		Sammlung, Bündelung und Transport von leeren Ladungsträgern zu einem Leergutpool	

Wie bereits zuvor erwähnt, können diese Logistik-Bausteine fallspezifisch von den Unternehmen kombiniert werden und auf diese Weise verkettete Leistungsumfänge abgebildet und analysiert werden. Ein solcher Leistungsumfang kann beispielsweise das Erzeugen auftragsspezifischer Sendungen oder das Bereitstellen von Teilen am Verbauort bzw. Waren am Verkaufsort sein (vgl. Abbildung 15).

### Erzeugen auftragsspezifischer Sendungen



### Bereitstellen von Teilen am Verbauort bzw. Waren am Verkaufsort



**Abbildung 15: Beispielhafte Verknüpfung von Logistikprozessbausteinen zu „verketteten Leistungsumfängen“  
(in Anlehnung an GUDEHUS (2012b, S. 1040))**

Eine detaillierte Analyse der Soll- und Ist-Kosten der Komplexität von Logistiksystemen erfolgte in AP 4 (vgl. Kapitel 3.4.1).

### **3.3.3 Bewertung der Megatrends – Abbildung von Wirkzusammenhängen**

Die zuvor identifizierten Megatrends (vgl. Kapitel 3.3.1) wurden anhand mehrerer Kriterien bewertet. Zum einen erfolgte eine Bewertung, auf welche Teilbereiche des Logistiksystems ein Metatrend wirkt. Abweichend von der im Antrag formulierten Bewertung der Auswirkungen auf Logistikprozessbausteine wurden zum anderen ihre Auswirkungen auf die zuvor identifizierten Komplexitätskostentreiber analysiert. Dies erschien sinnvoller, da im Forschungsprojekt die Komplexitätskosten bewertet werden sollten und auf diese Weise ein direkter Bezug zu den Komplexitätskostentreibern hergestellt werden konnte. Andernfalls hätte ein unnötig kompliziertes Hilfskonstrukt von den Megatrends über die Logistikprozessbausteine zu den Komplexitätskostentreibern gewählt werden müssen. Die Bewertung erfolgte durch die Experten der Unternehmen C, D, F und H. Vorbereitet wurde diese durch eine Vorstellung des Bewertungsschemas sowie exemplarische Durchführung im Rahmen eines Workshops. Bei der Bewertung stand folgende Fragestellung im Vordergrund:

## Wie beeinflusst der Megatrend die Kostenauswirkung des Komplexitätskostentreibers?

Bei der Antwort konnten die Experten differenzieren zwischen:

<i>Der Kosteneffekt wird</i>	<i>...verstärkt</i>	<i>1</i>
	<i>...abgeschwächt</i>	<i>-1</i>
	<i>...nicht beeinflusst</i>	<i>0</i>

Auf dieser Basis wurden alle Beziehungen zwischen den Megatrends und den Komplexitätskostentreibern jeweils auf ihren Einfluss in dem, in Tabelle 10 genannten, Schema durch die Experten bewertet.

**Tabelle 10: Schema zur Bewertung des Einflusses von Megatrends auf Kosteneffekte der Komplexitätskostentreiber**

		Komplexitätskostentreiber				
		A	B	C	...	K
Megatrends	1.	1	-1	0	...	0
	2.	0	-1	-1	...	0
	3.	0	1	-1	...	1
	...	...	...	...	...	...
	16.	-1	0	1	...	-1

Dabei wurde die Anzahl der Expertenmeinungen in jeder Kategorie erfasst. Es erfolgte eine Subsummierung über die einzelnen Kategorien und eine Klassifizierung nach dem „Waage-Prinzip“, welches wie folgt beschrieben werden kann:

Sei  $i$  der  $i$ -te Megatrend und  $j$  der  $j$ -te Komplexitätskostentreiber, wobei

$$i = 1, 2, \dots, N,$$

$$j = 1, 2, \dots, M,$$

und sei  $B_{i,j}^V$  die Anzahl der Expertenmeinungen  $B$  in der Kategorie „verstärkt“ und  $B_{i,j}^A$  die Anzahl der Expertenmeinungen in der Kategorie „abgeschwächt“, dann ergibt sich die Klassifikation des  $j$ -ten Komplexitätskostentreibers bei der Auswahl  $N$  Megatrends wie folgt:

$$\text{verstärkt, wenn } \sum_{k=1}^N B_{k,j}^V > \sum_{k=1}^N B_{k,j}^A,$$

$$\text{abgeschwächt, wenn } \sum_{k=1}^N B_{k,j}^V < \sum_{k=1}^N B_{k,j}^A,$$

$$\text{indifferent, wenn } \sum_{k=1}^N B_{k,j}^V = \sum_{k=1}^N B_{k,j}^A$$

In der nachfolgenden Matrix (vgl. Tabelle 11) sind die Ergebnisse der Bewertung zusammenfassend dargestellt. Es ist eine Unterscheidung in drei unterschiedlichen Kategorien möglich: Megatrends, die eine Tendenz zu einem **verstärkenden** (rot), **abschwächenden** (grün) oder **indifferenten** (grau) Komplexitätskosteneffekt haben.

Zu berücksichtigen ist, dass die Effekte im Einzelfall in Logistiksystemen abweichen können. Eine unternehmensspezifische Anpassung dieser Bewertung ist damit erstrebenswert.

**Tabelle 11: Bewertung der Megatrends hinsichtlich ihrer Beeinflussung der Kostenauswirkung der Komplexitätskostentreiber**

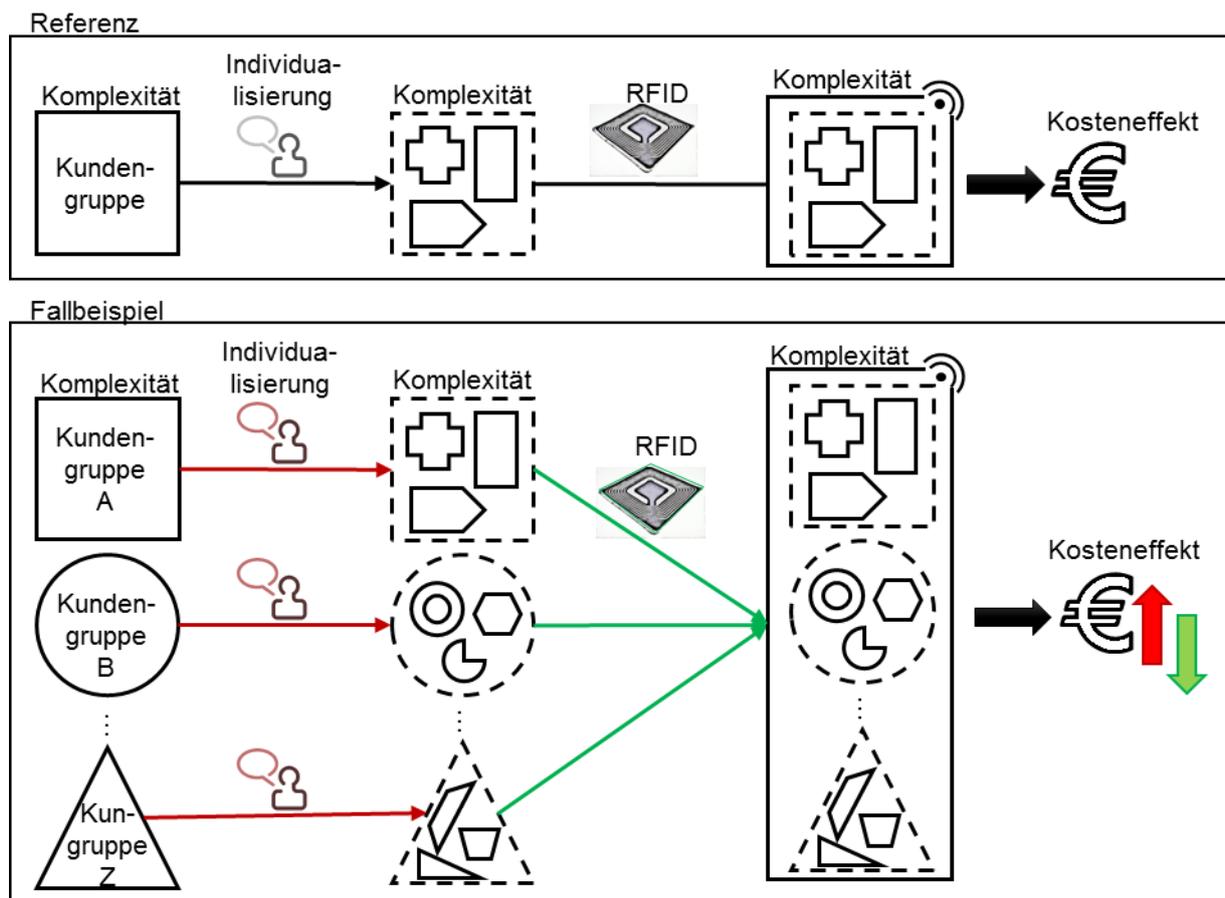
		Komplexitätskostentreiber													
		Kunden / Märkte	Services / Dienstl.	Produktpro-grammtiefe	Produktpro-grammbreite	Senken / Ab-nehmer	Transportanfor-derungen	Prozessvielfalt	Gesetze / Do-kumentationen	Transportbe-hälter	Quellen / Liefe-ranten	IT-Lösungen			
Megatrends	Globalisierung	rot	rot	grau	grau	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot
	Individualisierung	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot
	Containerverkehr	grün	grau	grau	grau	grau	grün	grau	grau	grün	grau	grau	grau	grau	grau
	Kostendruck	grau	grau	grau	grau	grün	grau	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün
	Nachhaltigkeit	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot
	Entsorgungslogistik	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot
	Compliance	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot
	Demografischer Wandel	grau	grau	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot
	Fachkräftemangel	grau	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot
	Neue Technologien	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün
	RFID	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün
	Alternative Antriebe	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün
	3D-Druck	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün
	IT-Integration	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün
	Transparenz	rot	rot	grau	grau	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot
	E-Business	rot	grün	grün	grau	rot	grün	rot	grau	rot	grau	rot	grau	rot	rot

Legende: rot: Kosteneffekt wird verstärkt  
 grau: Kosteneffekt wird nicht beeinflusst  
 grün: Kosteneffekt wird abgeschwächt

Auffällig ist, dass Megatrends – bezogen auf die Komplexitätskostentreiber – in den meisten Fällen eine Tendenz entweder zu einem neutralen bis negativen (bspw. *Globalisierung*, *Individualisierung*, *Nachhaltigkeit*, *Entsorgungslogistik*, *Compliance*, *Demografischer Wandel*, *Fachkräftemangel* und *Transparenz in Supply Chains*) bzw. neutralen bis

positiven (*Containerverkehr, Kostendruck, Neue Technologien, RFID, Alternative Antriebe, 3D-Druck* und *IT-Integration*) Komplexitätskosteneffekt haben.

Anhand des Beispiels der Anzahl an Kundengruppen (als Komplexitätskostentreiber), die von einem Unternehmen bedient werden, sollen die Ergebnisse erläutert werden. Zur Veranschaulichung soll hierbei das Beispiel eines Unternehmens herangezogen werden, das eine Vielzahl an Kundengruppen bedient: Der Megatrend *Individualisierung* hat in diesem Fall zur Folge, dass die Komplexität hinsichtlich der Bedienung der unterschiedlichen Kundengruppen steigt und damit auch der Kosteneffekt proportional zunimmt. Hingegen hat der Megatrend *RFID* zur Folge, dass die Komplexität, die durch die unterschiedlichen Kundengruppen entsteht, durch Einsatz dieser Technologie besser beherrscht werden kann. Damit werden auch die Kosteneffekte verringert, die durch diesen komplexitätstreibenden Faktor, also der Anzahl an Kundengruppen, verursacht werden (vgl. Abbildung 16).



**Abbildung 16: Fallbeispiel zur Veranschaulichung der Megatrend-Komplexitätskostentreiber-Bewertung**

### **3.4 Arbeitspaket 4: Entwicklung eines Bewertungsschemas zur Definition einer Toolbox standardisierter Logistikprozessmodule zur Fallspezifischen Kombination**

In diesem Arbeitspaket wurde eine Skala zur Vergleichbarkeit von verschiedenen Komplexitätskostentreibern entwickelt. Hierbei wurden zunächst die Wirkzusammenhänge der Basisfunktionen der Logistik, verschiedener Komplexitätskostentreibern sowie einer monetären Bewertung erarbeitet.

Ziel war dabei die Entwicklung einer Toolbox mit standardisierten Prozessmodulen und die Abbildung des Komplexitätskostenpotenzials für das analysierte Logistiksystem. Dies soll in Form eines Netzdiagramms abgebildet werden.

#### **3.4.1 Toolbox mit vorkalkulierten Logistikprozessbausteinen**

Die in Arbeitspaket 3 entwickelten Logistikprozessbausteine wurden hinsichtlich der Wirkzusammenhänge in Bezug auf die Komplexitätsdimensionen analysiert und anschließend einer monetären Bewertung unterzogen.

Die Schwierigkeit der Bewertung lag in dem tatsächlichen Verständnis für Komplexitätskosten und der damit verbundenen Problematik der Identifikation ebendieser. Komplexitätskosten sind „... in Bezug auf eine bereits bestehende Komplexität [...] die zusätzlichen Kosten, die aufgrund der Bewältigung einer erhöhten Komplexität entstehen“ (Olbrich / Battenfeld, 2000, S. 5).

Wie bereits in Kapitel 3.1.1 erläutert, existieren Ansätze zum Komplexitätskostenmanagement. Komplexitätskosten können dabei als nur sehr schwer quantifizierbar charakterisiert werden. Eine Operationalisierung hat bisher in der Literatur kaum bzw. nur auf strukturierender Ebene stattgefunden.

BLOCKUS (2010) definiert dienstleistungsspezifische Komplexitätskostenarten (Blockus 2010, S. 130). Diese Strukturierung wurde projektspezifisch angepasst und beschrieben. Sie diente als Grundlage für die weitere Betrachtung (vgl. Tabelle 12).

**Tabelle 12: Übersicht der Komplexitätskostenarten**  
**(eigene Darstellung in Anlehnung an BLOCKUS (2010, S. 130f.))**

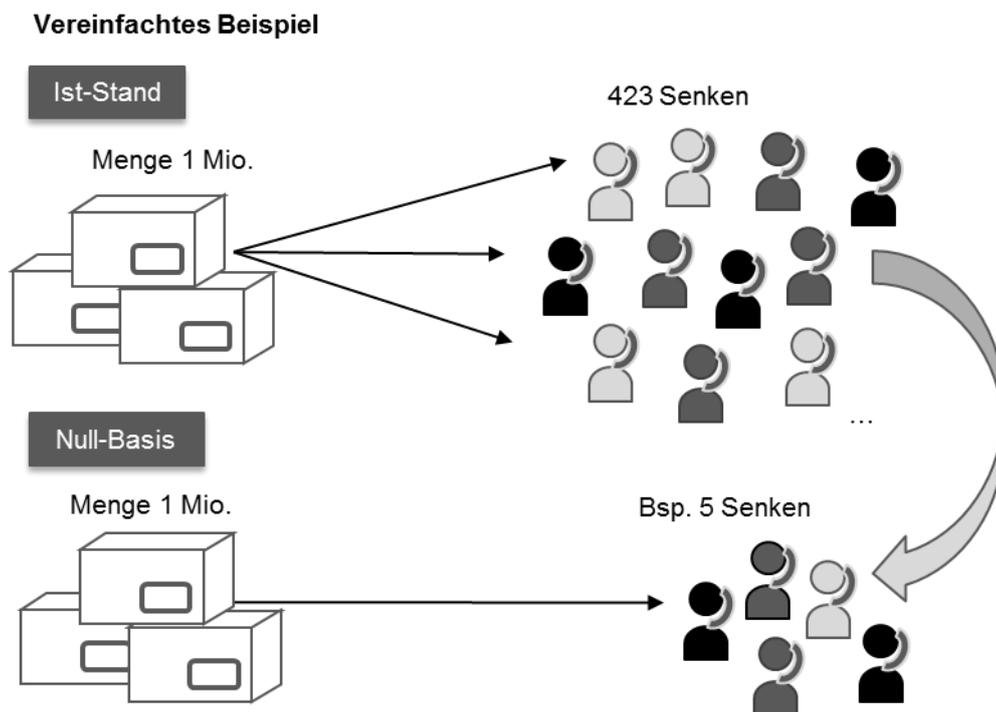
Komplexitätskostenart	Beschreibung
Komplexitätskosten der Planung	Durch Komplexität bedingte unternehmensinterne planerische Kosten, die zeitlich im Vorwege der Leistungserstellung entstehen (dies können beispielsweise Entscheidungs-, Beschluss-, Planungs- oder Umplanungskosten sein).
Komplexitätskosten der Koordination	Durch Komplexität bedingte Kosten, die mit der Koordination von dem Auftragseingang bis zur abgeschlossenen Leistungserstellung verbunden sind (dies können beispielsweise externe sowie interne Kommunikations- und Informationsaustauschkosten durch Weitergabe von Informationen zwischen Personen und technischen Systemen, Suchkosten für fehlende Materialien, Daten, Informationen, Equipment usw., Kundenpflegekosten sowie Steuerungskosten im Betrieb sein).
Komplexitätskosten der Dokumentation	Durch Komplexität bedingte Dokumentationskosten, die von dem Auftragseingang bis zur abgeschlossenen Leistungserstellung auftreten (dies können beispielsweise Doppelerfassungs-, Datenpflege- und Systemkosten bei Datenverarbeitung, -bearbeitung, -aufbereitung und -dokumentation (Excel, Adressdatenbank usw.) sein).
Komplexitätskosten durch Abweichungen	Kosten, die notwendig sind, um durch Komplexität bedingte Abweichungen handhaben zu können (dies können beispielsweise Anpassungskosten, Kosten der Verwechslung, qualitätsbezogene Abweichungskosten durch Qualitätsprüfung, Fehlerbehebung oder -verhütung sein).
Komplexitätskosten der Leistungsbereitschaft	Durch Komplexität bedingte Kosten, die das Potenzial zur Leistungsbereitschaft abbilden (dies können beispielsweise zusätzliche Kapitalbindungskosten durch technische Adaptierungen oder Schulungskosten sein).
Opportunitätskosten der Komplexität	"Kosten die dadurch entstehen, dass Ressourcen zur Bewältigung der Komplexität benötigt werden, die an anderer Stelle sinnvoller eingesetzt werden könnten" (vgl. Schuh 2005, S. 46).
Sonstige Komplexitätskosten	Weitere Kosten, die durch Komplexität bedingt sind, sich jedoch den anderen Komplexitätskostenarten nicht eindeutig zuordnen lassen.

In Kapitel 3.1.4 wurde gezeigt, dass der Ansatz der ‚Null-Basis‘ einen vielversprechenden Ansatz für das Management von Komplexitätskosten darstellt. Auf dieser Basis wurde ein Gedankenkonstrukt entwickelt, welches die Identifikation tatsächlicher Komplexitätskosten innerhalb der entwickelten Logistikprozessbausteine in Logistiksystemen strukturiert und vereinfacht.

Nach CHILD et al. (1991) kann eine Kalkulation von Komplexitätskosten über den Vergleich von Systemkosten eines derzeitigen Produktportfolios mit den Kosten der einfachsten Kombination von Gegenständen, Aufgaben, Flüssen und Inventar, die für die Abwicklung des Kerngeschäfts notwendig sind, erfolgen. Auf diesem Prinzip setzt das entwickelte Gedankenkonstrukt auf. Hierbei wird von einer bestehenden Systemkonfiguration ausgegangen und es erfolgt jeweils eine Fokussierung auf einen Komplexitätskostentreiber. Dies entspricht der Vorstellung von ADAM / JOHANNWILLE (1998), dass bei der

Beurteilung der Auswirkungen einzelner Treiber die anderen unverändert bleiben müssten (vgl. Adam / Johannwille 1998, S. 11). Mit dieser Annahme geht die Kritik einher, dass Komplexitätskostentreiber in Wechselwirkung zueinander stehen. Auf diese Weise bleiben eben diese Wechselwirkungen unberücksichtigt und die Realität wird demnach nicht hinreichend abgebildet. Diese Problematik wird dadurch berücksichtigt, dass die Wechselwirkungen visuell abgebildet werden (vgl. Kapitel 3.2.1) und das Vorgehen für alle als projektrelevant identifizierten Komplexitätskostentreiber durchgeführt werden. So können Dopplungen und Wechselwirkungen leichter ausgemacht werden.

Das Gedankenkonstrukt selbst sieht vor, dass der betrachtete Komplexitätskostentreiber gedanklich auf einen Basis-Komplexitätsgrad (eine sogenannte Zero-Base, oder auch ‚Null-Basis‘) zurückgeführt, wobei das bestehende System als konstant betrachtet wird (vgl. Abbildung 17).



**Abbildung 17: Schematische Vorstellung des Gedankenkonstrukts zur Identifizierung von Komplexitätskosten über eine ‚Null-Basis‘**

Durch dieses Vorgehen können Komplexitätskosten für die einzelnen Logistikprozessbausteine prozessorientiert identifiziert und verkalkuliert werden. Die zuvor vorgestellte Klassifizierung der Komplexitätskosten in unterschiedliche Arten von Komplexitätskosten dient dabei einer einheitlichen Strukturierung.

Die Identifikation der Komplexitätskosten wurde im Projekt beispielhaft für alle 35 Prozessbausteine und elf Komplexitätskostentreiber vorgenommen. Tabelle 13 zeigt exemplarisch einen Auszug dieser Toolbox mit identifizierten Komplexitätskosten. Diese Komplexitätskosten sind unternehmensspezifisch monetär zu bewerten und ggf. zu ergänzen. Um den Aufwand zu reduzieren sind hierfür zunächst die Logistikprozessbausteine fallspezifisch zu kombinieren und im Anschluss die relevanten Komplexitätskosten zu bewerten. Zu diesem Vorgehen wurden Workshops mit den Unternehmensvertretern A, B und D abgehalten. Diese unterstützten eine praxisrelevante Ableitung der Vorkalkulation und sicherten damit die spätere Implementierbarkeit.

**Tabelle 13: Auszug der Toolbox mit den identifizierten Komplexitätskosten**

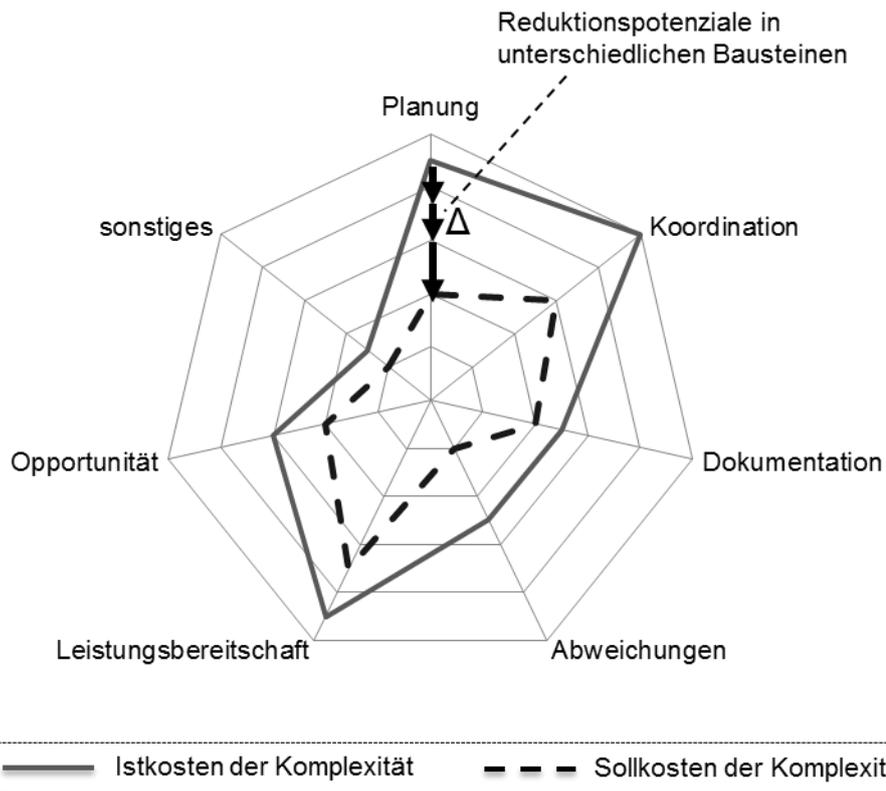
Baustein	Komplexitätskostenarten	Komplexitätskostentreiber		
		Senken / Abnehmer	...	...
Auftragsbearbeitung	i) Planung	Erhöhter Planungsaufwand durch Vielzahl an Einzelaufträgen		
	ii) Koordination	Erhöhter Abstimmungsaufwand durch steigende Anzahl Kontaktpersonen, interne Koordination der Kommunikation mit einzelnen Kunden		
	iii) Dokumentation	Mehraufwand durch Vielzahl an Einzelaufträge, steigenden Pflegeaufwand der Stammdaten		
	iv) Abweichung	Erhöhtes Fehlerpotenzial (Verwechslungen Stammdatensätze)		
	v) Leistungsbereitschaft	Vorhalten entsprechenden Fachpersonals für Kommunikation bei starker geografischer Ausdehnung		
	vi) Opportunität			
	vii) Sonstiges			
Einlagern	i) Planung	Erhöhter Planungsaufwand für Auftragsreihenfolge, Personal und Maschineneinsatz		
	ii) Koordination	Erhöhter interner (zeitlicher) Steuerungsaufwand der Mitarbeiter		
	iii) Dokumentation	Erhöhte Anzahl Quittivorgänge		
	iv) Abweichung	Erhöhtes Fehlerpotenzial (Verwechslung Abnehmerdaten)		
	v) Leistungsbereitschaft			
	vi) Opportunität			
	vii) Sonstiges			
...	...	...	...	...

### 3.4.2 Abbildung des Komplexitätskostenpotenzials

Die ermittelten und im vorherigen Kapitel 3.4.1 dargestellten Komplexitätskosten bildeten die Grundlage für die anschließende Potenzialanalyse. Hierbei wurden Ist- und Sollkosten der vorliegenden Systemkonfiguration gegenübergestellt und auf diese Weise Komplexitätskostenpotenziale abgeleitet.

Zu den jeweiligen identifizierten Komplexitätskosten wurde eine Bewertung der Wirkung bei Reduzierung auf den Komplexitäts-Basisgrad („Null-Basis“) vorgenommen. Es wurde dabei betrachtet, inwiefern durch eine Komplexitätsreduktion die Komplexitätskosten sinken. Im ersten Schritt wurde dabei eine Unterscheidung getroffen, ob die Komplexitätskosten sinken (Bewertung mit dem Faktor 1) oder stark sinken (Bewertung mit dem Faktor 2). Bewusst wurde eine grobe Unterscheidung gewählt, da die Logistikprozessbausteine bzw. -module und die damit verbundenen Komplexitätskosten durch die Standardisierung generalisiert wurden. Dies hat zur Folge, dass bei einer unternehmensindividuellen Betrachtung der einzelnen Bausteine die Bewertung ggf. angepasst bzw. spezifiziert werden muss. Durch diese kennzahlengestützte Bewertung können neben den aktuellen Ist-Kosten, die Soll-Kosten der Systemkonfiguration abgeleitet werden.

Zur Visualisierung wurde ein Netzdiagramm gewählt. Die Kanten des Netzdiagramms stellen die Komplexitätskostenarten dar. Auf diese Weise können Komplexitätskosten in Logistiksystemen identifiziert, bewertet und visualisiert werden. Das Netzdiagramm hilft bei der Identifikation derjenigen Bereiche, die das größte Komplexitätskostenreduktionspotenzial aufweisen (vgl. Abbildung 18).



**Abbildung 18: Beispielhaftes Netzdiagramm zur Abbildung des Komplexitätskostenpotenzials**

### 3.5 Arbeitspaket 5: Ableitung eines Verfahrens zum logistikspezifischen Komplexitätskostenmanagement

In diesem Arbeitspaket wurden die Ergebnisse aus dem vorhergehenden Arbeitspaket 4 dahingehend mit Methoden verknüpft, sodass die identifizierten Kostenpotenziale ausgeschöpft werden können. Ein kybernetischer Regelkreis dient der Einführung des entwickelten Konzepts in die Unternehmenspraxis.

#### 3.5.1 Handlungsempfehlungen zur Komplexitätskostenoptimierung

Zur Hebung der identifizierten Kostensenkungspotenziale ist die Anwendung geeigneter Managementmethoden erforderlich. Besonders für KMU ist aufgrund der begrenzten Ressourcen eine Aufbereitung notwendig. Hierfür wurden Handlungsempfehlungen zur

Komplexitätsreduktion aus der Literatur abgeleitet. Es erfolgte hierzu eine Analyse existierender Methoden zum Komplexitätskostenmanagement. Tabelle 14 zeigt eine Liste der identifizierten 45 Methoden.

**Tabelle 14: Identifizierte Komplexitätskostenmanagementmethoden aus der Literatur**

#	Methode
1	5S Audit
2	5-Whys
3	ABC-LMN-XYZ-Analyse
4	Abweichungsanalyse
5	Activity Based Costing / Prozesskostenrechnung (PKR)
6	Advanced-Planning-Systeme (APS)
7	Algorithmus zur Lösung erfinderischer Aufgaben (ARIZ)
8	Audit
9	Auftragsabwicklungszentrum
10	Benchmarking / Best Practice (Fokus Kosten)
11	Bestandsmanagement
12	Business Process Reengineering (BPR)
13	Crossdocking
14	Deduktiver Logikbaum
15	Efficient Unit Load (EUL)
16	Einführung selbststeuernder Technologiebestandteile (RFID)
17	Elektronischer Datenaustausch (EDI)
18	Fehlersammellisten
19	Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)
20	Joint Forecasting
21	Key-Account-Management (KAM)
22	Komplexitäts-Balanced Scorecard
23	Konsignationslager
24	Lead Logistics Provider (LLP) / Fourth Party Logistics Service Provider (4LSP)
25	Logistik-Postponement
26	Organisationsanalyse
27	Poka Yoke
28	Portfolioanalyse
29	Prognoseverfahren
30	Prozesskettenanalyse / Prozessaufnahme
31	Prozessvariantenanalyse
32	Qualitätszirkel
33	Schnittstellenmanagement
34	Segmentierung indirekter Bereiche
35	Simulation
36	Stammdatenmanagement
37	Standardisierung und Modularisierung von Prozessen
38	Supply Chain Engineering bzw. Supply Chain Monitoring

#	Methode
39	Supply Chain Event Management (SCEM)
40	Total Quality Management (TQM)
41	Tourenplanung
42	Tracking & Tracing
43	Ursache-Wirkungsdiagramm
44	Vendor Managed Inventory (VMI)
45	Virtuelle Kommandozentrale

Diese Methoden wurden anschließend entsprechend ihrer Eignung zur Komplexitätskostenreduktion kategorisiert. Auf diese Weise erfolgte die Verknüpfung des Komplexitätspotenzials mit spezifischen Handlungsempfehlungen. Für die Kategorisierung dienten dabei die Faktoren Komplexitätskostenarten sowie Logistikprozessbausteine. Demnach wurden die Methoden nach ihrer Fähigkeit, eine bestimmte Art von Komplexitätskosten innerhalb eines geeigneten Logistikprozessbausteins zu reduzieren, bewertet. Die Methoden wurden in Form von Methodenkarten für die Anwendung in der Praxis aufbereitet. Hierfür wurden folgende Kern-Kriterien verwendet:

- Name der Methode
  - Zielsetzung
  - Ablauf / Vorgehensweise
  - Wirkungsbereich
    - Logistikprozessbausteine (vgl. Kapitel 3.3.2)
    - Komplexitätskostenarten (vgl. Kapitel 3.4.1)
  - Aufwand zur Anwendung der Methodik
  - Chancen und Risiken
  - Weiterführende Infos / Literatur
- (vgl. Abbildung 19)

<b>Name der Methode</b>	Logistik-Postponement bzw. Aufschubstrategie						
<b>Ziel</b>	Reduzierung des Lagerbestands bei gleichzeitiger Sicherung der Verfügbarkeit.						
<b>Ablauf / Vorgehen</b>	Während bei Produkt-Postponement eine Aufteilung in auftragsspezifische und –neutrale Komponenten erfolgt, liegt der Grundgedanke des Logistik-Postponement in der Hinauszögerung der Lieferung von Gütern. Transport und Lagerbestände werden demnach an Kundennachfragen gekoppelt und es erfolgt eine konsequente Pull-Orientierung im Logistiksystem.						
<b>Kriterien zur Anwendung, Voraussetzungen / Hilfsmittel</b>							
<b>Einordnung in das Referenzmodell</b>							
<b>Strategie</b>	(Beherrschen <input checked="" type="checkbox"/> , vermeiden <input type="checkbox"/> , reduzieren <input type="checkbox"/> )						
<b>Wirkbereich</b>	Komplexitätskostenarten						
	Planung	Koordination	Dokumentation	Abweichungen	Leistungsbereitschaft	Opportunität	Sonstiges
		x			x		
	Bausteine						
	Bestandführung und Nachschubdisposition; Lagerplatzverwaltung						
<b>Darstellung weiterer Informationen zur Anwendung</b>							
<b>Unternehmensebene</b>	Strategisch <input type="checkbox"/> Mittlere Ebene <input checked="" type="checkbox"/> Operativ <input type="checkbox"/>						
<b>Aufwand (Zeitrahen, Kosten zur Umsetzung)</b>							
<b>Chancen und Risiken</b>	<b>Chancen / Vorteile</b>				<b>Risiken / Nachteile</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung der Variantenzahl und Bestände</li> <li>• Flexibilität bezogen auf die Produkte</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmensübergreifender Einsatz von IuK-Technologien als notwendige Voraussetzung</li> </ul>		
<b>Weitere wichtige Aspekte?</b>	Stellt eine wichtige Komponente der Mass Customization dar						
<b>Weiterführende Literaturquellen</b>	(Wecker 2006, S. 184; Konrad, G. 2005, S. 156)						

**Abbildung 19: Methodenkarte am Beispiel Logistik-Postponement**

Entsprechend der Fokussierung auf unterschiedliche Logistikprozessbausteine und der Identifikation des Komplexitätskostenpotenzials erfolgt innerhalb der Anwendung des entwickelten Konzepts eine Auswahl der anzuwendenden Komplexitätsmanagementmethoden.

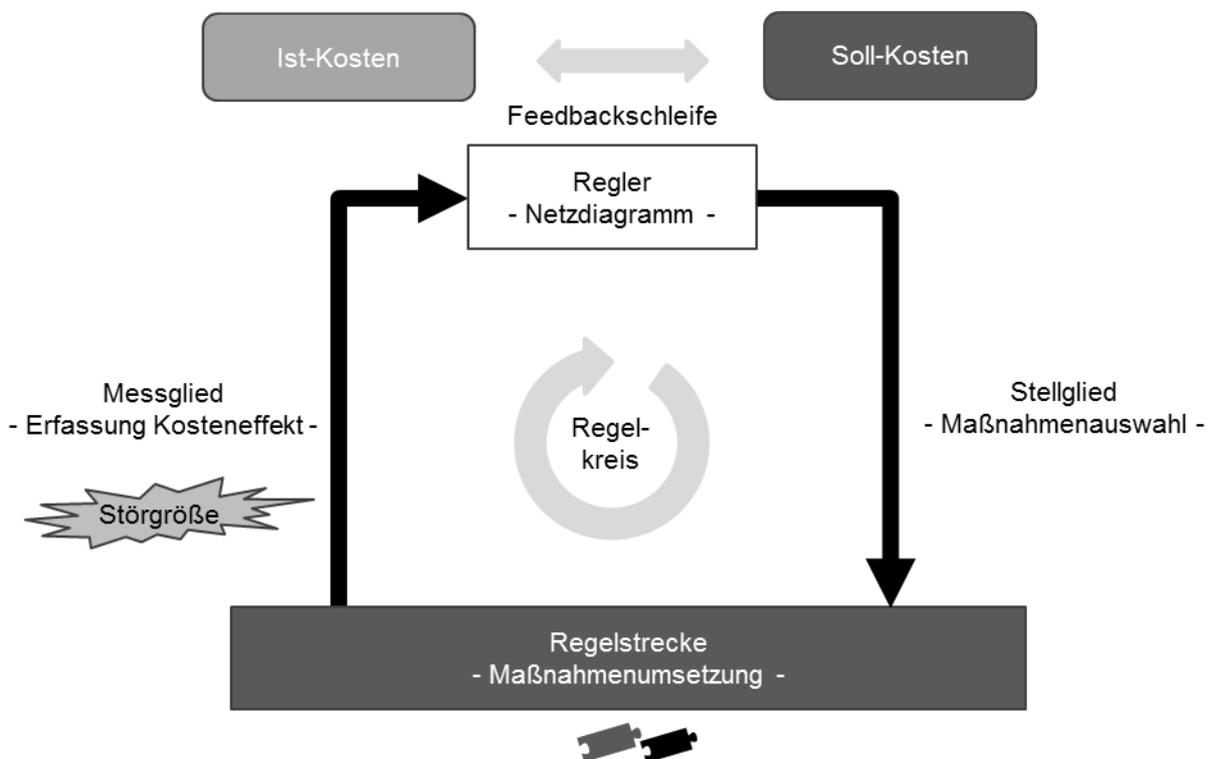
### 3.5.2 Kybernetischer Regelkreis zur Implementierung des Konzepts

In diesem Forschungsprojekt erfolgte die Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen mit dem übergeordneten Ziel, Komplexitätskosten zu optimieren. Einer ersten Bewertung von Soll- und Ist-Kosten sind die in Kapitel 3.5.2 dargestellten Maßnahmen anzuschließen. Komplexitätsmanagement ist jedoch nicht als einmalige Angelegenheit zu verstehen, sondern vielmehr eine langfristige Strategie. So sind die Auswirkungen

über die Dauer der Zeit zu überwachen und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen abzuleiten.

Die Kybernetik beschäftigt sich mit der Steuerung von Mensch, Maschine und Organisation. Besonders wichtig ist sie zur Steuerung komplexer Systeme. Dies kann über einen Regelkreis abgebildet werden, der sich über Feedback-Schleifen selbststeuert. Bestandteil des Regelkreises sind dabei Regler, Stellglied, Regelstrecke und Messglied. Vereinfacht kann das Prinzip eines kybernetischen Regelkreises am Beispiel einer Heizung mit Thermostat erklärt werden. Hierbei stellt das Thermostat den Regler dar, welcher über die Einstellungen Zielvorgaben vorgibt und auf Basis der Messung des Messglieds Regelvorgänge vornimmt. Diese Vorgänge werden über das Stellglied - die Schalter an der Heizung - weitergeleitet. Diese Information wird über die Regelstrecke - in diesem Fall die Heizung - verarbeitet und es erfolgt wiederum durch das Messglied eine Messung der Erfolgswirkung und Weitergabe an den Regler - das Thermostat (Bundschuh 2003, S. 31ff.).

Kybernetische Regelkreise finden ebenfalls im Projektmanagement Anwendung. Für die Implementierung des entwickelten Konzepts wurde ein kybernetischer Komplexitätsmanagement-Regelkreis entwickelt (vgl. Abbildung 20).



**Abbildung 20: Kybernetischer Regelkreis**  
(in Anlehnung an STEIN (2009, S. 212))

Um eine Praxisrelevanz und Einsatzmöglichkeit in KMU sicherzustellen, fand ein Austausch im Rahmen von Workshops mit Vertretern der Unternehmen A, B und D statt. Der Regelkreis baut auf den zuvor beschriebenen Arbeitspaketen auf. So werden auf der Grundlage unternehmensspezifisch identifizierter Ist- und Soll-Komplexitätskosten systematisch Maßnahmen abgeleitet bzw. festgelegt. Im Netzdiagramm sind dabei über die Soll-Komplexitätskosten die Zielvorgaben abgebildet. Über die zugeordneten Logistikprozessbausteine und Komplexitätskostenarten ist eine Auswahl an Maßnahmen zur Komplexitätskostenoptimierung vorzunehmen. Diese werden in der Regelstrecke in den einzelnen Logistikprozessbausteinen bzw. in übergeordneter Anwendung umgesetzt. Die Leistungsmessung und das Monitoring erfolgt im Anschluss über die Erfassung der Kosteneffekte, die die jeweilige Maßnahme nach sich zieht. Auf diese Weise kann ein erneuter Abgleich von Ist- und Soll-Kosten als Feedbackschleife erfolgen und ggf. neue Maßnahmen abgeleitet werden.

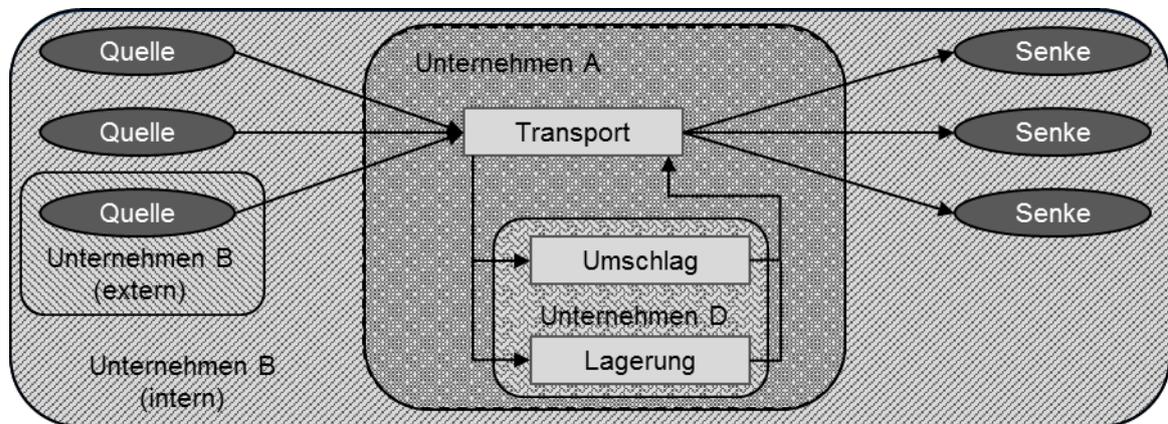
### **3.6 Arbeitspaket 6: Umsetzung der Methodik in einen browserbasierten Software-Demonstrator**

Zur Unterstützung der Anwendung zielte dieses AP darauf ab, die entwickelte Methodik zum logistikspezifischen Komplexitätskostenmanagement in einen Software-Demonstrator zu überführen. Dieser sollte mit Unternehmen getestet und in der Anwendung durch einen Leitfaden gestützt werden.

#### **3.6.1 Entwicklung eines Demonstrators**

Die Entwicklung des Software-Demonstrators erfolgte auf Basis der zuvor entwickelten Methodenbausteine. Diese Bausteine wurden in einen flussorientierten Ablauf mit Datenübergabepunkten verknüpft. Dieses bildete die Grundlage für das Konzept des Demonstrators, welches anschließend mit VBA in MS Excel umgesetzt wurde. Der Demonstrator wurde mit drei Unternehmen des PA (A, B und D) im fortgeschrittenen Stadium der Entwicklung getestet und weiterentwickelt. Die ausgewählten Unternehmen bilden dabei unterschiedliche Perspektiven auf ein Logistiksystem ab (vgl. Abbildung 21). Eine weitere

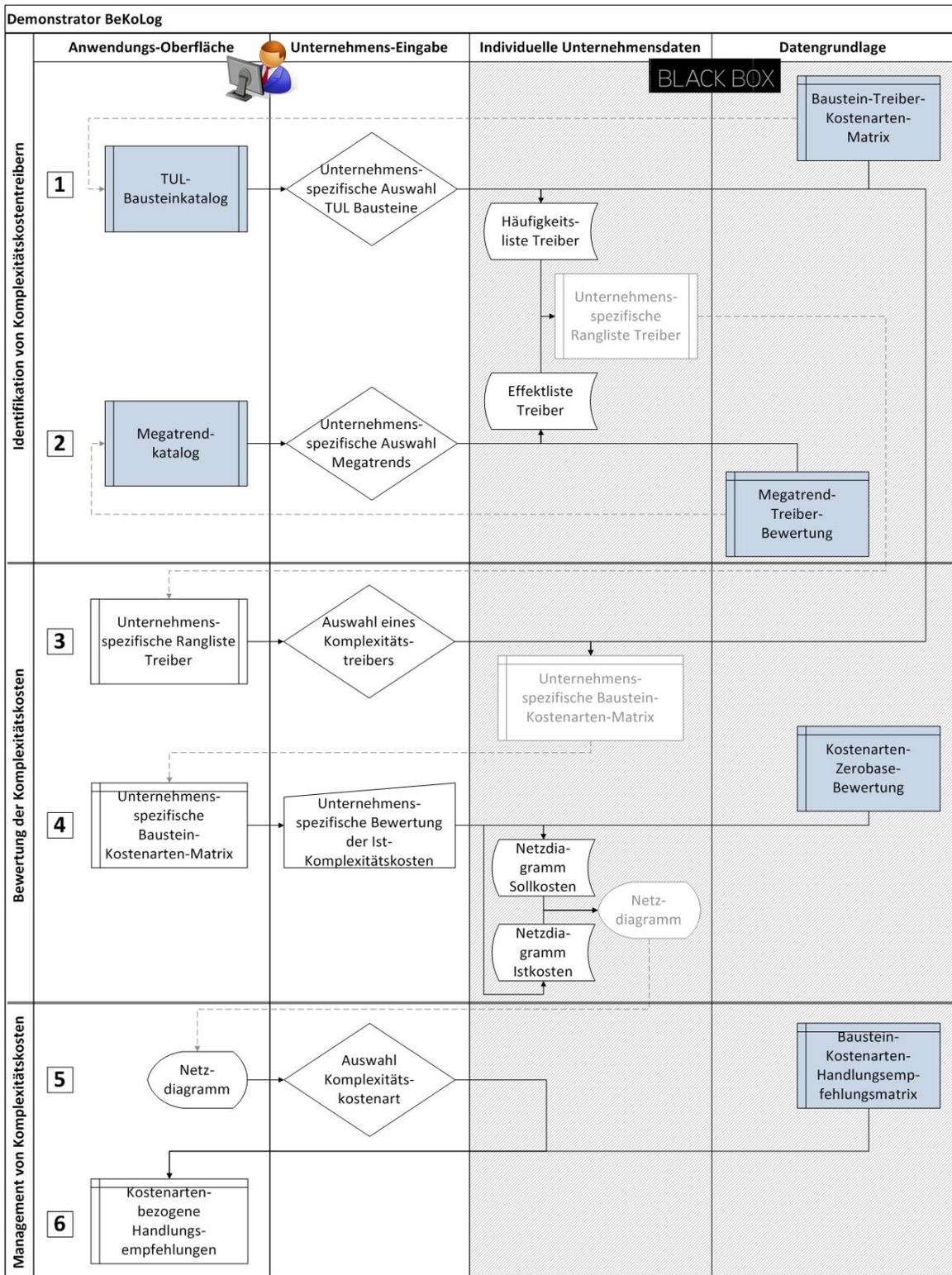
Validierung erfolgte im Rahmen der Abschlussitzung des PA mit den Unternehmensvertretern der Unternehmen A, F, G, H und I. In diesem Rahmen wurden für spezifische Beispiele Lösungen generiert und diskutiert.



**Abbildung 21: Einordnung der Perspektiven der Unternehmen mit denen der Demonstrator getestet und weiterentwickelt wurde**

Abbildung 22 zeigt das auf Basis der Methodenbausteine entwickelte Konzept für den Demonstrator. Dieses wurde unterteilt in Benutzeroberfläche (Anwendungsoberfläche und Unternehmens-Eingabe) und Programm (Individuelle Unternehmensdaten und Datengrundlage).

Das Programm ist unterteilt in drei Phasen, die jeweils zwei Prozessschritte umfassen. Die erste Phase dient der Identifikation von Komplexitätskostentreibern. Zunächst erfolgt eine unternehmensspezifische Auswahl an Logistikprozessbausteinen (TUL-Bausteinen) aus dem TUL-Bausteinkatalog (vgl. AP 3). Im zweiten Schritt werden zu berücksichtigende Megatrends unternehmensspezifisch ausgewählt. Dies erfolgt auf Basis des Megatrendkatalogs aus AP 3. Aus diesen beiden Auswahlresultaten wird dem Benutzer eine auswahlspezifische Rangliste an Komplexitätskostentreibern vorgeschlagen. Grundlage für diese Rangliste bilden neben der unternehmensindividuellen Auswahl durch den Benutzer die Baustein-Treiber-Kostenarten-Zuordnung aus AP 4 sowie die Megatrend-Treiber-Bewertung aus AP 3.



**Abbildung 22: Konzept des Demonstrators**

In der zweiten Phase steht die Bewertung der Komplexitätskosten im Vordergrund. Hierbei ist zunächst eine Fokussierung auf einen Komplexitätskostentreiber sinnvoll. Diese Einschränkung erfolgt zugunsten der Handhabbarkeit und des Aufwands. Der Benutzer wählt im dritten Schritt einen zu betrachtenden Komplexitätskostentreiber aus. Die Rangliste liefert ihm eine Sortierung nach der Relevanz. Dem Anwender wird empfohlen, denjenigen Komplexitätskostentreiber auszuwählen, der auf Grundlage der im Programm hinterlegten Daten den größten Einfluss auf die Komplexitätskosten hat.

Nach der Auswahl liefert das Programm dem Benutzer eine Matrix, die auf Basis der Baustein- und Komplexitätskostentreiberauswahl Komplexitätskosten beinhaltet. Diese sind durch den Benutzer monetär zu bewerten. In Bezug auf die Soll-Kosten der Komplexität ist im Programm eine Vorkalkulation (Kostenarten-Zero Base-Bewertung, vgl. auch Kapitel 4) hinterlegt. Diese kann bei Bedarf durch den Benutzer angepasst werden.

Das Management der ermittelten Komplexitätskosten erfolgt in der abschließenden dritten Phase. Zunächst bekommt der Benutzer ein Netzdiagramm angezeigt, welches die Komplexitätskosten strukturiert und subsummiert. Diese Darstellung ermöglicht eine visuell unterstützte Identifikation der Komplexitätskostenarten mit dem größten Reduktionspotenzial. Entsprechend der ausgewählten Komplexitätskostenarten werden im letzten Schritt über eine Auswahl an Methodenkarten Handlungsempfehlungen zur Komplexitätskostenreduktion gegeben.

### **3.6.2 Erstellung eines Leitfadens für die fallspezifische Anwendung**

Zu dem entwickelten Demonstrator wurde ein Leitfaden in Form eines Handbuchs erstellt. Dieses umfasst eine Anleitung für die Anwendung des Demonstrators im Unternehmen. Hierzu wird zunächst eingeführt, welche Funktionen der Demonstrator erfüllt. An einem Beispiel sind die einzelnen Schritte, die im Demonstrator durch den Anwender zu durchlaufen sind, erläutert. Grafiken bilden hierbei eine visuelle Orientierung. Über das Handbuch hinausgehende Hilfestellungen sind direkt im Programm hinterlegt. So gelangt der Benutzer auf jeder Seite des Programms über einen Hilfebutton zu einer Seite mit weiterführenden Infos und Hilfestellungen zu der aktuellen Eingabemaske. Der Leitfaden ist in Anhang F zu finden.

### 3.7 Validierung der Methodik

Angelehnt an die in Kapitel 3.1.3 erhobenen Anforderungen an die Methodik wurde ein Validierungs-Fragebogen entwickelt, welcher in Anhang G zu finden ist. Dieser wurde in der Abschluss-Sitzung des PA genutzt, um den Zielerreichungsgrad über eine fünfstufige Likert-Skala zu bestimmen.

Zu Beginn des Projekts wurde eine Vielzahl von Anforderungen an die zu entwickelnde Methodik gestellt. Abbildung 23 zeigt das Ergebnis der Validierung der Anforderungserfüllung durch das entwickelte Konzept. Im Durchschnitt wurde die Zielerreichung der einzelnen Anforderungen mit „Stimme voll und ganz zu“ (++) bis „Stimme zu“ (+) beantwortet. Bei den Aspekten *Robustheit gegenüber Änderungen äußerer Rahmenbedingungen* und *Ganzheitlichkeit der Methodik* ist eine Tendenz zur Bewertung mit „Neutral“ (o) zu erkennen.

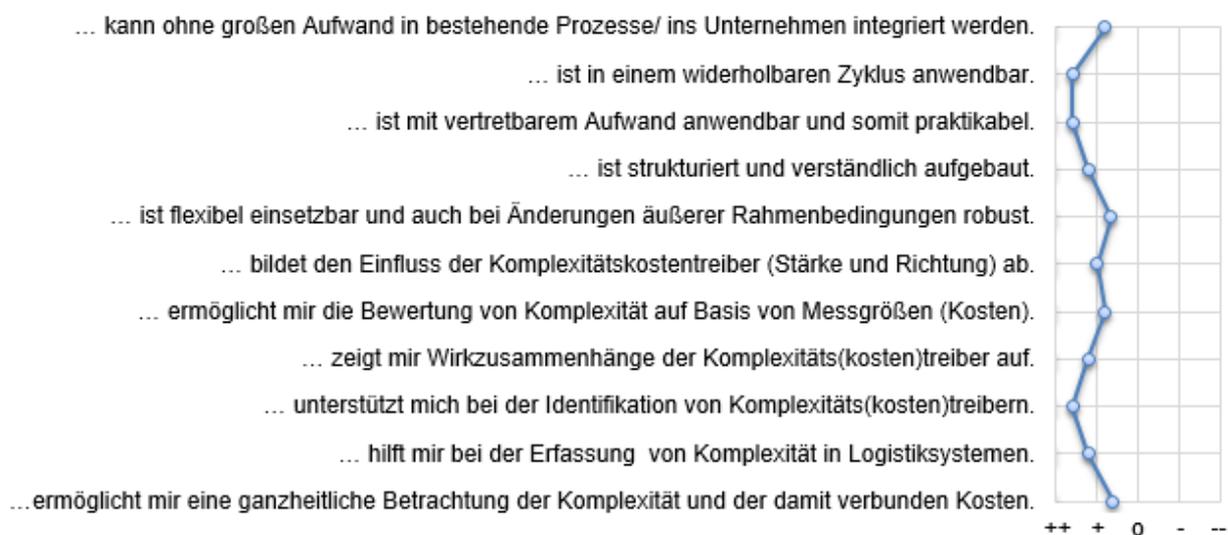


Abbildung 23: Ergebnis der Projektvalidierung (n=5)

Definitionsgemäß ist keine Beschreibung von Komplexität durch einfache, quantitative Modelle möglich. Komplexität kann demnach kaum durch ein einfaches System beherrscht werden. Dies hat zwingend zur Folge, dass nicht alle Anforderungen vollständig durch ein entwickeltes Konzept erfüllt werden können.

Zusammenfassen lässt sich, dass die Mitglieder des PA die Projektergebnisse durchweg positiv beurteilten und auch die gestellten Anforderungen aus ihrer Sicht ausreichend berücksichtigt wurden.

### 3.8 Gegenüberstellung der Ziele mit den erreichten Ergebnissen

In diesem Abschnitt erfolgt eine abschließende Gegenüberstellung der geplanten mit den tatsächlich erreichten Ergebnissen.

Übergeordnete Ziele waren dabei die Folgenden:

- Identifikation eines Kostenpotenzials durch den Vergleich von unternehmerisch vorgegebenen Leistungszielen mit den identifizierten Ist-Kosten aus der Analyse des Logistiksystems
- Grafische Aufbereitung in Form eines Netzdiagramms
- Anleitung von methodischen Handlungsempfehlungen zur Optimierung der Komplexitätskosten
- Anwendungsgerechte Abbildung der Methodenschritte über einen Demonstrator

Diese Ziele können als erfüllt angesehen werden. Wie bereits in Kapitel 3.4.2 beschrieben, ermöglicht das entwickelte Konzept eine Identifikation der Ist- und Sollkosten der Komplexität. Im Projekt wurden 35 Logistikprozessbausteine entwickelt und elf Komplexitätskostentreiber identifiziert, auf Basis derer eine Analyse der Komplexitätskosten im Logistiksystem vorgenommen wurde. Nach der unternehmensindividuellen Auswahl von Bausteinen und Bewertung der Komplexitätskosten werden die Ist- und Sollkosten der Komplexität auf dieser Basis in Form eines Netzdiagramms abgebildet. Die Kanten dieses Netzdiagramms bilden unterschiedliche Komplexitätskostenarten ab. Die grafische Visualisierung ermöglicht eine Identifikation der größten Potenziale. Handlungsempfehlungen sind zu den einzelnen Logistikprozessbausteinen und Kostenarten hinterlegt, sodass diese dem Benutzer zielgerichtet empfohlen werden. Die einzelnen Teilergebnisse des Forschungsprojekts wurden in Methodenschritten verknüpft, die anwendungsgerecht in einen Software-Demonstrator überführt wurden.

Die nachfolgende Tabelle 15 liefert eine detaillierte Gegenüberstellung von geplanten und erzielten Ergebnissen für die einzelnen AP.

**Tabelle 15: Gegenüberstellung von geplanten und erzielten Ergebnissen**

<b>AP</b>	<b>Geplante Ergebnisse</b>	<b>Erzielte Ergebnisse</b>	<b>Zielerreichung?</b>
1	Dokumentierte Anforderungen an das Konzept aus theoretischer Sicht	Auswertung wissenschaftlicher Literatur zur Definition von elf Anforderungen und Validierung durch den PA	✓
	Auswahl von im Rahmen der Komplexitätskostenbetrachtung zu berücksichtigenden Komplexitätstreibern sowie Logistikdimensionen	Identifikation von 80 Komplexitätstreibern durch eine detaillierte Literaturanalyse, Auswahl der Basisfunktionen TUL der Logistik als Betrachtungsfokus für das Projekt	✓
2	Katalog mit ausgewählten und gruppierten Komplexitätskostentreibern	Clustering der Komplexitätskostentreiber zur Abbildung von Ursache-Wirkungsbeziehungen und Filterung bzw. Reduzierung auf handhabbare Größe relevanter Komplexitätskostentreiber	✓
3	Katalog mit bewerteten Megatrends hinsichtlich deren Komplexitätswirkungen	Gegenüberstellung von Literatur- und Expertenanalyse zu Megatrends, Bewertung der Megatrends hinsichtlich ihrer Kostenwirkungen in Bezug auf Komplexitätskostentreiber durch Experten	✓
	Logistische Gestaltungsoptionen sowohl unternehmensintern als auch unternehmensübergreifend	Definition von 35 Logistikprozessbausteinen als Gestaltungsoptionen für eine unternehmensinternen und -externe fallspezifische Kombination	✓
	Wirkzusammenhänge der logistischen Gestaltungsoptionen mit unternehmerischen Erfolgskenngrößen	Abbildung der Auswirkungen von Megatrends auf die Erfolgskenngröße Kosten, verursacht durch Komplexitätskostentreiber	✓
4	Komplexitätskostenpotenzial für das analysierte Logistiksystem, dargestellt in einem Netzdiagramm	Ermittlung von Ist- und Sollkosten der Komplexität und Abbildung in einem Netzdiagramm aus Basis unterschiedlicher Komplexitätskostenarten	✓
	Toolbox mit standardisierten Prozessmodulen	Entwicklung einer Toolbox mit vorkalkulierten Logistikprozessbausteinen	✓
5	Handlungsempfehlungen zur Komplexitätskostenoptimierung eines betrachteten Logistiksystems	Identifikation von 45 Methoden zur Komplexitätskostenoptimierung und Zuordnung zu Logistikprozessbausteinen und Komplexitätskostenarten	✓
6	Entwickelter Demonstrator	Umsetzung des entwickelten Konzepts in einen VBA-basierten Excel-Demonstrator, inkl. Validierung	✓
	Leitfaden für die unternehmensspezifische Anpassung und den Einsatz des Demonstrator	Erstellung eines Handbuchs, welches einen Leitfaden für die Anwendung des Demonstrators zum Einsatz in der Praxis darstellt	✓

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sowohl die übergeordneten, als auch die Teilziele der AP vollständig erreicht wurden.

## 4 Verwendung der Zuwendung

Die Bearbeitung des Projekts hat 22-Personen-Monate in Anspruch genommen. Für die einzelnen APs wurden die in Tabelle 16 dargestellten Aufwendungen in Form von wissenschaftlich-technischem Personal beansprucht.

**Tabelle 16: Übersicht über geplante und tatsächliche Tätigkeiten innerhalb des Forschungsprojekts**

Arbeitspaket		Monat																						
		2013												2014			15							
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	
1.	Grundlagenaufbereitung: Literaturrecherche zu den Themen Komplexitätskosten und Logistiksysteme	Plan	2																					
	Ist				2																			
2.	Auswahl von Komplexitätskostentreibern	Plan			3																			
	Ist						3																	
3.	Analyse der Komplexitätskostenwirkungen von Megatrends aus Praxissicht	Plan						3																
	Ist								3															
4.	Entwicklung eines Bewertungsschemas	Plan											6											
	Ist												6											
4.a)	Entwicklung logistikgerechter Prozessbausteine, Verknüpfung mit Komplexitätskostentreibern	Plan											3											
	Ist												3											
4.b)	Definition einer Toolbox standardisierter Prozessmodule zur fallspezifischen Kombination	Plan													3									
	Ist													3										
5.	Ableitung eines Verfahrens zum logistikspezifischen Komplexitätskostenmanagement	Plan																4						
	Ist																	4						
6.	Umsetzung der Methodik in einem Browserbasierten Softwaredemonstrator	Plan																					3	
	Ist																						3	
	Projektmanagement, Dokumentation und Verbreitung	Plan																						1
	Ist																							1

Legende:  Plan-Arbeitsaufwand in Personen-Monate  
 Ist-Arbeitsaufwand LogU in Personen-Monate

Da das Projekt rückwirkend bewilligt wurde, konnte eine Einstellung von wissenschaftlichem Personal erst im Juli 2013 erfolgen. Daraus entstandene Verzögerungen im Projekt konnten durch eine Unterstützung von einer weiteren wissenschaftlichen Kraft im Frühjahr (Januar bis März) 2014 aufgeholt werden. Eine weitere Unterstützung erfolgte durch studentische Hilfskräfte.

## **5 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit**

Für eine praxisnahe Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Komplexitätskosten für Logistiksysteme und die strukturierte Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Kostenoptimierung ist eine ausführliche Betrachtung der theoretischen Grundlagen erforderlich. Da bei dem vorliegenden Projekt der technisch-wirtschaftliche Schnittstellenbereich eines soziotechnischen Systems untersucht wurde, erfolgten Literaturrecherchen zu den Themenschwerpunkten Komplexitätskosten einerseits und Logistiksystemen andererseits. Anschließend wurden die Ergebnisse beider Rechercheergebnisse zueinander in Beziehung gesetzt. Dabei wurde mittels der Betrachtung von Komplexitätskosten, unter anderem bezogen auf die Komplexitätsoptimierung von Produktsystemen, die Übertragbarkeit auf dynamische Logistiksysteme untersucht. Eine Vielzahl an Komplexitätskostentreibern konnte durch die Literaturrecherche identifiziert und durch die Experten bestätigt werden. Zur Nutzbarkeit dieser Erkenntnisse in der Praxis erfolgte eine Clusterung sowie Auswahl der Komplexitätskostentreiber auf eine handhabbare Menge.

Im Projekt wurden im Rahmen einer Literaturrecherche sowie mehrerer Expertengespräche Megatrends erhoben. Eine Bewertung dieser Megatrends hinsichtlich ihrer Effekte auf die Komplexitätskosten in der Logistik war für eine langfristige Gewährung der Einsatzbarkeit der Methodik unabdingbar. Diese Datenbasis stellt eine wichtige Grundlage dar, damit die anwendenden KMU die richtigen Stellhebel identifizieren können, um langfristig Komplexitätskosten optimieren zu können.

Um eine möglichst breite Anwendbarkeit gewährleisten zu können, wurden Logistikprozessbausteine entwickelt, die fallspezifisch je nach Art der Leistungserbringung des anwendenden Unternehmens kombiniert werden können. Eine Vorkalkulation dieser Bausteine in Bezug auf Komplexitätskosten liefert den notwendigen Praxisbezug. Sie definiert Komplexitätskosten der Unternehmen und unterstützt bei der weiteren Identifikation von unternehmensspezifischen Komplexitätskosten. Auf diese Weise können KMU Komplexitätskostenpotenziale durch den Vergleich von Soll- und Ist-Kosten identifizieren. Aufbauend auf den Projekterkenntnissen erfolgte eine Verknüpfung von Komplexitätskosten und Logistikprozessbausteinen mit Handlungsempfehlungen in Form von Komplexitätsmanagementmethoden zur Hebung der ermittelten Potenziale.

Zur Sicherung einer erfolgreichen langfristigen Implementierung des Konzepts in die Unternehmenspraxis diente die Entwicklung eines kybernetischen Regelkreises. Die Methodik wurde zum Abschluss in einem Demonstrator umgesetzt, wodurch eine ressourcenschonende Anwendung durch KMU gewährleistet wird. Eine Validierung wurde erfolgreich in drei Unternehmen durchgeführt. Diese bilden unterschiedliche Perspektiven auf ein Logistiksystem ab und es konnte somit eine generische Anwendbarkeit gewährleistet werden.

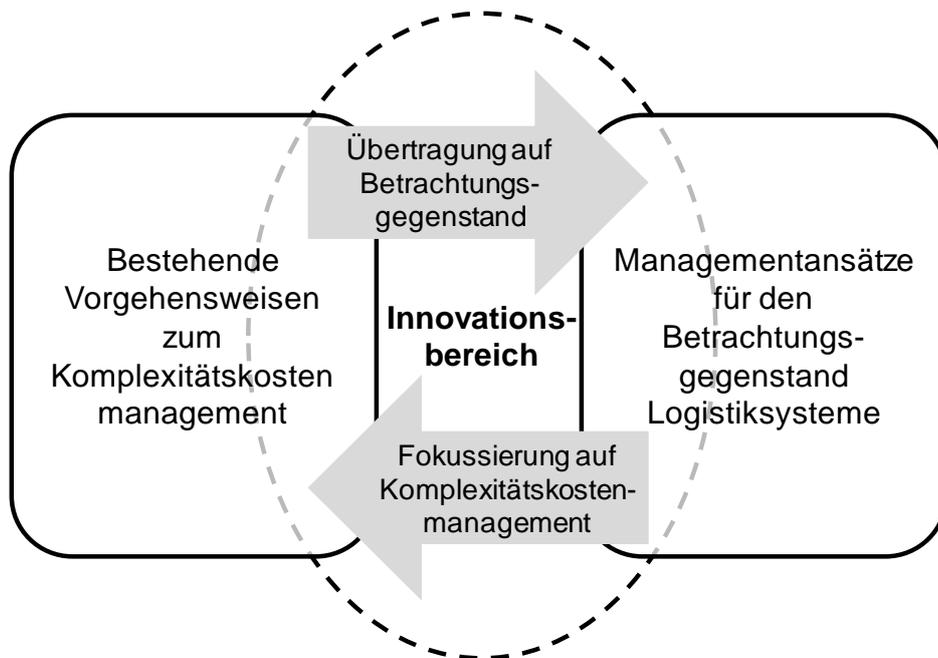
Das Forschungsziel der Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Komplexitätskosten für Logistiksysteme sowie die Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Kostenoptimierung stellten ein überaus aufwendiges Unterfangen dar. Die erfolgreiche Umsetzung hat gezeigt, dass die einzelnen analysierten Aspekte wichtigen Input für die Untersuchung geliefert haben und dementsprechend alle Forschungsaktivitäten notwendig und ihrem Umfang entsprechend angemessen waren.

## 6 Innovativer Beitrag der Forschungsergebnisse

Aspekte der Komplexität gewinnen im kostenorientierten Management von Logistiksystemen zunehmend an Bedeutung (vgl. Kapitel 2.1).

Der Schwerpunkt des Forschungsprojekts liegt im Schnittstellenbereich der Themen Logistiksysteme, Komplexitätsmanagement und Kostenanalyse, welcher bisher nicht ausreichend erforscht wurde. In den jeweiligen Teilschnittmengen (Kostenanalyse von Logistiksystemen, Management von Komplexitätskosten, Komplexitätsmanagement von Logistiksystemen) existieren bereits Ansätze, die bezogen auf die beschriebene Problemstellung im Schnittstellenbereich jedoch die in Kapitel 2.1.2.5 aufgelisteten Defizite aufweisen. Es fehlte demnach an einem aufwandsarmen und praktikablen Ansatz für KMU, der unter Berücksichtigung einer gesamtsystemischen Perspektive sowie den spezifischen Anforderungen von Logistik, die quantitative Analyse von Komplexitätskosten unterstützt. Dieser wurde im Rahmen des vorgestellten Forschungsprojekts entwickelt und erfolgreich validiert (vgl. Kapitel 3.7).

Ansätze der Prozesskostenrechnung befähigen theoretisch zu einer ausführlichen Bewertung von komplexitätsinduzierten Kosten in Logistiksystemen, scheinen in der unternehmerischen Praxis aufgrund des damit verbundenen hohen Aufwands, insbesondere für KMU, wenig praktikabel. Genau an dieser Stelle griff das Forschungsprojekt an. Dessen Innovationsgehalt liegt an der Schnittstelle zwischen komplexitätsinduzierten Kosten und Logistiksystemen (vgl. Abbildung 24). Um die Forschungslücke zu schließen, wurde ein hybrides Vorgehen gewählt. Auf der einen Seite wurde eine Eingrenzung der Thematik dadurch vorgenommen, dass bereits bestehende Ansätze zum Komplexitätskostenmanagement auf Ihre Anwendbarkeit in Logistiksystemen überprüft und im Hinblick auf dadurch entstehende fallspezifische Anforderungen angepasst wurden. Hierfür eignete sich aufgrund des bereits fortgeschrittenen Forschungsstandes das Komplexitätskostenmanagement im Fachbereich Produktion. Auf der anderen Seite wurde analysiert, inwieweit Ansätze zum Management von Logistiksystemen eine Erweiterung zur Abbildung komplexitätsinduzierter Kosten zulassen.



**Abbildung 24: Innovationsbereiche des Forschungsprojekts**

Dieses Vorgehen ermöglichte die Ableitung einer Methodik, mit dessen Hilfe Komplexitätskosten in Logistiksystemen auf strukturierte Weise umfassend identifiziert und durch den Vergleich von Soll- und Istkosten der Komplexität sowie damit verbundenen Managementhandlungsempfehlungen optimiert werden können.

Eine besondere wissenschaftliche Herausforderung stellte die Operationalisierung und Quantifizierung der Ergebnisse dar. Per Definition lässt sich Komplexität nicht mit einfachen, quantitativen Modellen beschreiben. Die Innovation in dem Forschungsprojekt lag daher auch in dem Finden einer Lösung, die eine monetäre Abbildung von Kosten vor dem Hintergrund allgemeiner Komplexitätstheoretischer Überlegungen ermöglicht. Dieses wurde über das in Kapitel 3.4.1 vorgestellte Gedankenkonstrukt zur Identifikation und Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen gelöst. Der methodische Rahmen wurde dabei auf die Bedürfnisse der Umsetzung in KMU durch vorherige Identifikation von Anforderungen zugeschnitten. Das Konzept bietet den KMU eine umfassende Optimierung der Komplexitätskosten in Logistiksystemen, bei gleichzeitiger Ressourcenschonung durch eine praktikable Umsetzung.

## **7 Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsvorhabens für kleine und mittlere Unternehmen**

Supply Chains und Logistiknetzwerke werden immer globaler und komplexer. Zudem steigt am Standort Deutschland zunehmend der Wettbewerbs- und Kostendruck. Eine zentrale Herausforderung zur Kostenoptimierung und somit verbundenen Verbesserung der Wettbewerbsposition eines Unternehmens stellt die Suche nach dem kosteneffizientesten Komplexitätsgrad dar (vgl. Kirchhof 2003; Malik 2008).

Methoden der Komplexitäts- und Kostenbewertung stellen insbesondere für KMU aufgrund der begrenzten Ressourcen keinen Primärfokus des strategischen Managements dar. Auf diese Umstände nehmen jedoch große und international agierende Wettbewerber keinerlei Rücksicht (vgl. Eurobarometer 2007) und die fehlende Optimierung von Komplexitätskosten ist daher als Nachteil für die KMU zu werten.

Die entwickelte Methodik bietet den Unternehmen eine Möglichkeit, Kostensenkungspotenziale in Logistiksystemen zu realisieren. Das entwickelte Verfahren stellt einen ressourcenschonenden Ansatz dar, mit welchem KMU in der Lage sind, sich auf schnelle Art und Weise über das Ausmaß und den Ursprung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen einen Überblick zu verschaffen und Potenziale sowie mögliche Maßnahmen zur Komplexitätskostenoptimierung zu identifizieren. Die Anwendung kann daher unmittelbar zu einer Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und Ausbildung dauerhafter Wettbewerbsvorteile der Unternehmen beitragen.

Durch den modularen Aufbau in Logistikprozessbausteine können vorhandene Managementressourcen auf besonders wichtige Bereiche konzentriert werden und damit effizienter eingesetzt werden. Die Konzentration erfolgt dabei auf Grundlage eines strukturierter Entscheidungsunterstützungsprozesses und nicht – wie bisher in KMU aufgrund mangelnder Methodenkenntnis weit verbreitet – auf Basis subjektiver Einschätzungen. Ein Imagevorsprung bei den Stakeholdern ist durch die damit verbundene gestiegene Glaubwürdigkeit zu erwarten.

Über die Anwendung der Methodik und der damit verbundenen detaillierten Analyse der Logistikprozessbausteine schaffen Unternehmen eine gesteigerte Prozess- sowie Kostentransparenz im Logistiksystem. Dieses kann nicht nur als Ansatzpunkt für Optimierungen, sondern ebenfalls als wichtige Ausgangslage für Preisverhandlungen mit dem Kunden dienen.

Durch die Fokussierung wird zudem die Möglichkeit eröffnet, die Methode in mehreren Iterationsschleifen anzuwenden, in denen dann die jeweils kostenintensivsten Bereiche optimiert werden. Dies kann die langfristig strategische Ausrichtung hin zu komplexitäts-optimalen Logistiknetzwerken unterstützen. Auf diese Weise können nachhaltig Einsparpotenziale realisiert werden. Diese sind aufgrund der Anforderungen sowie den damit verbundenen ehrgeizigen Kostenzielen der Kunden von Logistikdienstleistungen und damit der Nutznießer von Logistiksystemen essentiell.

KMU können sich daher durch die Anwendung der Methodik und der damit verbundenen Komplexitätskostenoptimierung bereits jetzt auf eine zukünftige Verschärfung des Wettbewerbs vorbereiten. Durch die Möglichkeit, ein komplexitätsoptimales Logistiksystem anbieten zu können, wird die Attraktivität gegenüber den Stakeholdern erhöht. Diese Attraktivitätssteigerung spiegelt sich so nicht nur bei den Kunden, sondern beispielsweise bei der verbesserten Personalgewinnung wider.

Die entwickelte Methodik kann nicht nur zu einer Komplexitätskostenoptimierung bestehender Systeme genutzt werden, sondern sensibilisiert KMU ebenfalls langfristig darin zukünftige potenzielle Kosten durch Komplexität zu vermeiden.

Aus den aufgeführten Gründen ist der wirtschaftliche Nutzen der erzielten Ergebnisse, insbesondere für KMU, als sehr hoch einzuschätzen.

Der modulare Aufbau in Logistikprozessbausteine, die in dem Software-Demonstrator hinterlegt sind, ermöglicht eine Anwendung des Konzepts durch alle Akteure eines Logistiksystems und lässt sich daher von einer Vielzahl an Industrie- und Dienstleistungsunternehmen verschiedener Fachgebiete nutzen:

- Logistikdienstleister und Speditionen
- Produzierende Unternehmen unterschiedlicher Branchen
- Netzwerkkoordinatoren

## 8 Transfermaßnahmen und Veröffentlichungen

Die folgende Tabelle 17 gibt den im Antrag spezifizierten Plan zum Ergebnistransfer wieder und listet die ergriffenen Maßnahmen zur Erreichung der Ziele auf.

**Tabelle 17: Maßnahmen zum Ergebnistransfer**

Maßnahme	Ziel	Zeitraum	Ergriffene Maßnahmen
<i>Transfer während der Projektlaufzeit</i>			
Einrichten einer Projekt-homepage	Bekanntgaben, Erregen von Aufmerksamkeit für das Projekt, Gewinnen zusätzlicher Unternehmenskontakte	Bis 3. Monat der Projektlaufzeit (bis Herbst 2013)	Die Einrichtung erfolgte zu Projektbeginn unter: <a href="http://www.logu.tuhh.de/bekolog">www.logu.tuhh.de/bekolog</a> . Die Seite ist sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache verfügbar.
Einstellung von Forschungsberichten auf der Projekthomepage sowie auf <a href="http://logistics.de">logistics.de</a> , Unterstützung der Verbreitung durch Pressemeldungen	Transfer der Projektergebnisse in die Wirtschaft, Verbreitung der Ergebnisse in allen Interessensgruppen	Während der Projektlaufzeit (Monat 1-22, ab April 2013)	Ankündigungen erfolgten auf <a href="http://www.logu.tuhh.de/">http://www.logu.tuhh.de/</a> ; der Forschungsbericht wird auf der Homepage verlinkt.
Erstellung eines Demonstrators und eines Handlungsleitfadens	Ermöglichen eines aufwandsarmen Einsatzes der entwickelten Methode, Sicherstellung der Verbreitung der Projektergebnisse	Bis Ende 2014 (im Rahmen von AP 6)	Entwicklung eines Excel-basierten Software-Demonstrators inkl. eines Handlungsleitfadens.
Erprobung des Demonstrators in zwei Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses	Sicherstellung der Praxistauglichkeit, Transfer zunächst in die Erprobungs-Unternehmen, Erstellung von Best-Practice-Beispielen zur Verbreitung und zur Überzeugung weiterer Unternehmen	Bis 31.01.2015 (im Rahmen von AP 6)	Entwicklung des Demonstrators in enger Zusammenarbeit mit dem PA, Validierung in drei Unternehmen des PA sowie im Rahmen der Abschluss-Sitzung des PA.
Systematische Ansprache potenziell interessierter Unternehmen außerhalb des PA auf Veranstaltungen / Messen durch Werbematerialien	Aufzeigen der Möglichkeit zur Beteiligung am Forschungsprojekt bzw. Hinweis auf die Forschungsergebnisse.	z.B. Veranstaltung „Logistik trifft Wissenschaft“ in Hamburg, Mai 2013	Es wurde ein Flyer für das Projekt erstellt und beim Deutschen Logistik Kongress (22.–25.10.'13), auf der HICL (05.–06.09.'13), dem 5. Seevetaler Neujahrsempfang (13.01.'14) sowie der Nortec (23.01.'14) Interessenten angesprochen.

Maßnahme	Ziel	Zeitraum	Ergriffene Maßnahmen
Einbeziehung von Multiplikatoren (Forschungsvereinigung BVL, Logistik-Initiative Hamburg)	Zusätzliche Verbreitung der Forschungsergebnisse durch Multiplikatoren, Ansprache von Unternehmen.	Ansprache der Multiplikatoren bis Herbst 2013 und Nutzung der Multiplikatoren im Jahr 2014	Im Herbst 2013 erfolgte ein Austausch mit der Innovationskontaktstelle Hamburg (IKS) zur Ansprache von Unternehmen für den weiteren Projektverlauf; ab Frühjahr 2014 konnten neu akquirierte Teilnehmer in den PA integriert werden.
Vorstellung des Projekts und der Projektergebnisse im Rahmen der jährlich von der Forschungsstelle ausgerichteten „Hamburg International Conference of Logistics“ (HICL)	Aufzeigen der Möglichkeit zur Beteiligung am Forschungsprojekt bzw. Hinweis auf die Forschungsergebnisse.	Jeweils ein Artikel im Konferenzband und ein Fachvortrag auf den Konferenzen HICL 2013 und HICL 2014 (jeweils September)	Artikel im Konferenzband sowie Fachvortrag auf der HICL am 18.09.'14, Fortführung in 2015 vorgesehen.
Pressemeldungen	Erreichen einer breiten Öffentlichkeit in Forschung und Praxis, um auf das Projekt aufmerksam zu machen	Eine Pressemeldung zu Beginn (April 2012), eine zu den Zwischenergebnissen (Oktober 2013), eine zum Abschluss (April 2014)	Durch den LogU-Newsletter, versendet am 19.06.'13, 17.12.'13, 12.12.'14, wurde der aktuelle Forschungsstand jeweils mehr als 1600 Vertretern aus Industrie und Forschung präsentiert.
Integration der Erkenntnisse in berufsbegleitende Studiengänge (MBA Programme des Northern Institute of Technology (NIT) an der TUHH)	Verbreitung der Forschungserkenntnisse in der praxisnahen Lehre, Schulung von Managern für die im Projekt entstehenden Methoden	Während der Projektlaufzeit ab Sommersemester 2013 und Weiterführung nach Projektende	Das Institut betreut derzeit keine Veranstaltungen am NIT. Daher werden die Erkenntnisse primär in den eigenen Vorlesungen integriert.
Verwendung der Projekthalte und (Teil-)Ergebnisse im Vorlesungsangebot der Forschungsstelle (z.B. „Organisation- und Prozessmanagement“, „Logistikwirtschaft“, „Unternehmenslogistik und Supply Chain Management“)	Verbreitung der Ergebnisse und Etablierung eines wissenschaftlichen Diskurses im Rahmen von Master- und Bachelor-Programmen der Technischen Universität Hamburg	Während der Projektlaufzeit ab Sommersemester 2013 und Weiterführung nach Projektende	Vorstellung von Projektergebnissen in der Vorlesung Logistikwirtschaft ab Sommersemester 2014.
Verfassen von Zeitschriftenbeiträgen (wiss. Zeitschriften „Controlling“, „Logistics Research“, praxisorientierte Zeitschriften „Logistik heute“, „ZWF“)	Jeweils eine Veröffentlichung in einer wissenschaftlichen und zwei praxisorientierten Zeitschriften	Erster praxisorientierter Beitrag in der ersten Projekthälfte (bis April 2014), zweiter praxisorientierter Beitrag sowie wissenschaftlicher Beitrag in der zweiten Projekthälfte (bis Ende 2014)	Zwei praxisnahe Beiträge in Logistik heute: Ausgabe 12/2014 zum Thema „Megatrends treiben Komplexität, Komplexität treibt Kosten“, Ausgabe 7/2015 geplant und mit Redaktion bereits abgestimmt; ein wiss. Beitrag im log.Kompass, Ausgabe 11/12 2013 zum Thema „Agenten der Komplexität“.

Maßnahme	Ziel	Zeitraum	Ergriffene Maßnahmen
Vorstellung der Projektergebnisse auf Veranstaltungen der BVL (jährl. Logistikkongress, Doktorandenworkshop, „Tag der Logistik“) und des Verbands Deutscher Hochschullehrer	Direkte und persönliche Ansprache von Personen interessierter Unternehmen, Diskussion der Ergebnisse mit Wissenschaftlern und Praktikern.	BVL-Kongress Oktober 2013 VHB-Kongress Frühjahr 2014	Im Rahmen des BVL-Kongresses und des damit verbundeneren Doktorandenworkshops (22.-25.10.'13) sowie des HAB-Forschungsseminars (12.-13.09.'14) wurden Projektergebnisse mit den Teilnehmern diskutiert.
Erarbeitung eines Seminar-Konzepts	Wissenstransfer an Unternehmen im Rahmen von Schulungen	Bis Ende 2014	Projektbegleitende Erarbeitung von Folien und Integration des Software-Demonstrators.
<i>Transfer nach Projektende</i>			
Umsetzung des Demonstrators in ein allgemein einsetzbares Tool	Vermarktungsfähiges Tool	Bis 31.05.2015	Umsetzung andauernd.
Einbeziehung von Multiplikatoren (Forschungsvereinigung BVL, Logistik-Initiative Hamburg, Log-Ini Hamburg) zur Akquise von Projekten und Seminarteilnehmern	Kontakte zu potenziellen Auftraggebern und Seminarteilnehmern herstellen	Verbreitung ab 01.01.'15, Nachhaken bei Interessenten ab 01.03.'15	Akquise andauernd.
Beratungsangebote der Forschungsstelle	Transfer des Projektwissens und der Methode durch Weiterentwicklung zu Beratungsangeboten	Akquise ab 01.01.'15, Durchführung von Projekten nach Projektende (vorauss. erstes Projekt im Juni 2015)	Akquise andauernd.
Durchführung von Seminaren	Vermittlung des Wissens an Fachpersonal in Unternehmen	Akquise 01.01.'15, Durchführung von Projekten nach Projektende (vorauss. erstes Seminar im Mai 2015)	Akquise andauernd.
Festigung der Forschungsschwerpunkte „Komplexität“ und „Supply Chain Management“ an der Forschungsstelle	Anknüpfung an die Ergebnisse mit neuen Forschungsprojekten auf den Gebieten Komplexitätskosten und Logistiksysteme. Zusammenführung der Ergebnisse mit anderen internationalen Forschungsprojekten zu beiden Themenbereichen.	Erstellung einer Kurzskeizze im Frühjahr 2014 (bspw. Frühjahrs-Antragsrunde der Forschungsvereinigung BVL), Vorlage eines AiF-Langantrags zur GAG3-Sitzung im Dezember 2014, möglicher Projektstart Sommer 2015	Planung im Zuge der Ausrichtung der Forschungsschwerpunkte andauernd, Erweiterung der Thematik auf den Aspekt des Komplexitätsnutzens angestrebt.

Zur Ansprache von Unternehmen zu Beteiligungsmöglichkeiten am Forschungsprojekt wurden folgende **werbewirksamen Maßnahmen** ergriffen:

- Verteilen von Projektflyern auf dem Deutschen Logistik Kongress (22.- 25.10.2013); HICL (05.-06.09.2013); 5. Seevetaler Neujahrsempfang der Seevetaler Gewerbevereine (13.01.2014)
- Projektpräsentation auf dem Symposium Einkauf & Logistik auf der NORTEC (23.01.2014)
- Projektinfoseite auf der Homepage der Handelskammer Hamburg unter der Rubrik: Wissenschaft sucht Projektpartner - Aktuelle Projektanfragen ([http://www.hk24.de/innovation/Innovations\\_Kontakt\\_Stelle\\_Hamburg/Aktuelle\\_Projektanfragen/](http://www.hk24.de/innovation/Innovations_Kontakt_Stelle_Hamburg/Aktuelle_Projektanfragen/))
- Ankündigungen zum Projekt und Sitzungen des PA im Newsletter der Handelskammer Hamburg am 15.05.2014 sowie 23.01.2015
- Projektinformation über LogU-Newsletter, versendet am 19.06.2013, 17.12.2013, 12.12.2014

Durch **Vorträge** auf Konferenzen und Veranstaltungen wurde ein Transfer der Ergebnisse in die Wissenschaft und Praxis sichergestellt:

- Kersten, W. (2014): Komplexität – Definition, Messung und Management, Arbeitskreis IT mit Zukunft, Hamburg. (21.01.2014)
- Kersten, W. (2014): Panel Diskussion – Logistics in the Networked Industry, 7th International Symposium on Logistics, Köln. (04.06.2014)

Die Einreichung von Artikeln und die Vorstellung der Forschungsergebnisse auf folgender **Konferenz** haben zum Transfer der Ergebnisse in die Wissenschaft beigetragen

- Kersten, W.; von See, B.; Skirde, H. (2014): Identification of Megatrends Affecting Complexity in Logistics Systems. In: Kersten, W.; Blecker, T.; Ringle, C.M. [Hrsg.]: Next Generation Supply Chains – Trends and Opportunities. Epubli, Berlin, S. 3-27.

Für eine öffentlichkeitswirksame Verbreitung des Projekts und der erarbeiteten Ergebnisse wurden folgende **Veröffentlichungen** platziert:

- Lopez, M. (2013): Agenten der Komplexität. Log.Kompass. 11/12: 28-29.
- Kersten, W.; von See, B.; Skirde, H. (2014): Megatrends treiben Komplexität, Komplexität treibt Kosten. Logistik heute: das deutsche Logistikmagazin. 36(12):64-65.
- In Planung: Beitrag in Logistik heute Ausgabe 7/2015

## 9 Fazit

Initiiert durch die Erkenntnis, dass steigende Komplexität den Logistikerfolg im Allgemeinen negativ beeinflusst (vgl. Gießmann 2010, S. 285) sowie durch die bestehenden Defizite im Umgang mit Komplexität hinsichtlich Transparenz, Bewertung, Zielsetzung und Steuerung (vgl. Bohne 1998, S. 11), war es das Ziel dieses Forschungsprojekts einen ganzheitlichen Ansatz zur Bewertung und Optimierung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen zu entwickeln. Dabei ist die Komplexität nicht pauschal zu minimieren, sondern unternehmensspezifisch zu gestalten (vgl. Schuh 2005, S. 43).

Im Wesentlichen konnten bei diesem Vorhaben zwei Teilziele unterschieden werden: Zum einen muss Transparenz bezüglich der Komplexitätswirkungen sowie -kosten und deren Ursachen geschaffen werden. Darauf aufbauend können Potenziale erkannt und Managementhandlungsempfehlungen abgeleitet werden (vgl. Gießmann 2010, S. 291). Zum anderen ist auf Basis der analysierten Abläufe und Zusammenhänge der richtige Umgang mit bestehenden und zukünftigen Komplexitätssituationen zu wählen.

Um die Identifikation von Komplexitätskosten zu ermöglichen, wurde das Logistiksystem in Subsysteme, sogenannte Logistikprozessbausteine unterteilt. Diese Zergliederung ermöglicht neben der generischen Anwendbarkeit für unterschiedlichste Unternehmen, die Fokussierung einzelner Problembereiche. Die Systemkomplexität als Ganzes wird dadurch reduziert, ohne dabei die Beziehungen der Systemelemente zu vernachlässigen. Dies ermöglicht eine robustere und effizientere Systembeschreibung (vgl. Scherf 2003, S. 7).

Mithilfe der ermittelten Komplexitätstreibersammlung und deren Logistik- sowie Kostenbezüge können Konzeptanwender die spezifischen Ursachen der Komplexität lokalisieren und quantifizieren. Wichtig ist hierbei die Berücksichtigung der Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den einzelnen Treibern, um lokale Einzeloptimierungsmaßnahmen zu vermeiden. Die entwickelte Ursache-Wirkungs-Matrix bietet dazu Hilfestellung. Zudem erfolgte eine Berücksichtigung von aktuellen Megatrends in der Logistik. Auf diese Weise können die zukünftigen Kosteneffekte der Komplexität abgebildet werden.

Die Quantifizierung von Komplexitätskosten erweist sich in der Praxis als äußerst schwierig. Komplexitätskosten sind, ähnlich wie die Transaktionskosten, als gedankliche Gebilde zu sehen, die für die Analyse betriebswirtschaftlicher Phänomene geeignet sind, nicht jedoch für eine klare Operationalisierung (vgl. Olbrich / Battenfeld 2000, S. 5). Das

hier entwickelte Konzept schafft trotz alledem einen Ansatz, um ein grundlegendes Verständnis für Komplexitäten und deren Auswirkungen auf die Kostensituation des Unternehmens zu entwickeln.

Die tatsächliche Quantifizierung von Komplexitätskosten erfolgte über ein Gedankenkonstrukt, welches angelehnt an die Grundidee des Zero-Base-Budgeting entwickelt wurde. An dieser Stelle wurden die Komplexitätskostentreiber mit den Logistikprozessbausteinen verbunden und anhand einer Null-Basis, dem Ausgangskomplexitätsgrad, vorliegende Komplexitätskosten in Logistiksystemen bestimmt. Über den Vergleich von Ist- und Sollkosten kann ein Potenzial abgeleitet werden. Den einzelnen Komplexitätskostenarten und Logistikprozessbausteinen wurden im Rahmen des Projekts Managementhandlungsempfehlung zugeordnet, so dass Unternehmen bei der Anwendung des entwickelten Software-Demonstrators konkrete Maßnahmen zur Hebung des ermittelten Potenzials vorgeschlagen werden. Dies unterstützt bei der Etablierung eines passenden Komplexitätsmanagements im Unternehmen. Zum gezielten Monitoring ebendieses dient ein kybernetischer Regelkreis.

Ein adäquates Komplexitätsmanagement ist vor allem aufgrund steigender Komplexität im wirtschaftlichen Umfeld von Bedeutung. Komplexitätssteigerungen entstehen häufig, weil deren Auswirkungen innerhalb des Unternehmens nicht bekannt sind bzw. nicht ausreichend kommuniziert werden. Eine Komplexitätsanalyse anhand der Ursachen-Wirkungs-Beziehungen von Komplexitätstreibern bietet die Möglichkeit dieses Informationsdefizit abzubauen und die Thematik in strategischen Unternehmensentscheidungen zu berücksichtigen (vgl. Schulz 1994, S. 131).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die entwickelte Methodik zur Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen besonders für kleine und mittelständische Unternehmen eine große Hilfe bei der Identifikation, Bewertung und dem Management von Komplexitätskosten und deren Ursachen dient. Das Forschungsprojekt lieferte damit sowohl aus Wissenschafts- als auch Praxissicht einen wichtigen Ansatzpunkt in der Komplexitätsforschung. Es liefert zusätzlich wichtige Erkenntnisse für weitere Anknüpfungspunkte. So konzentrierte sich das Forschungsprojekt auf die negativen ökonomischen Effekte der Komplexität – die Kosten. Es ist jedoch nicht zu vernachlässigen, dass Komplexität auch positive Auswirkungen hat. In Zukunft ist daher der Betrachtungsfokus über die Kostenperspektive auf den Aspekt des Komplexitätsnutzens auszudeh-

nen. Bisher fand keine ausreichende Auseinandersetzung mit dem Terminus Komplexitätsnutzen statt (vgl. Blockus 2010, S. 141 f.). Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Komplexitätsnutzen im Gegensatz zu den Komplexitätskosten noch schwerer analysier- und steuerbar ist (vgl. Rathnow 1993, S. 61). Fest steht, dass einige Komplexitätsphänomene durchaus positive Auswirkungen für das Unternehmen bereithalten. Bestes Beispiel ist die Variantenkomplexität, mithilfe derer durch die Befriedigung individueller Kundenwünsche gesteigerte Erlöswirkungen hervorgerufen werden können (vgl. Rathnow 1993, S. 13).

## Literaturverzeichnis

- Adam, D. (1998):** *Produktions-Management*, 9. Aufl., Wiesbaden: Gabler.
- Adam, D., Johannwille, U. (1998):** Die Komplexitätsfalle, in: Adam, D. (Hrsg.), *Komplexitätsmanagement*, Schriften zur Unternehmensführung, Wiesbaden: Gabler, S. 5-28.
- Adam, D., Rollberg, R. (1995):** Komplexitätskosten, in: *Die Betriebswirtschaft*, Jg. 55, Nr. 5, S. 667-670.
- Aelker, J., Bauernhansl, T., Ehm, H. (2013):** *Managing Complexity in Supply Chains: A Discussion of Current Approaches on the Example of the Semiconductor Industry*, in: *Procedia CIRP*, Jg. 7, S. 79-84.
- Alders, K. (2006):** Komplexitäts- und Variantenmanagement der AUDI AG, in: Lindemann, U., Reichwald, R., Zäh, M.F. (Hrsg.), *Individualisierte Produkte — Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 221-237.
- Alicke, K. (2005):** *Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken*, Berlin: Springer.
- Ashby, W. R. (1985):** *Einführung in die Kybernetik*, Frankfurt: Suhrkamp Taschenbuch Verlag.
- Baumgarten, H. (1996):** Trend zur Globalisierung der Logistik deutlich verstärkt. in: *Logistik für Unternehmen*, 10(10), S. 52-59.
- Baumgarten, H. (2004):** Trends in der Logistik, in: Baumgarten, H., Darkow, I.-L., Zadek, H. (Hrsg.), *Supply Chain Steuerung und Services*, Berlin: Springer, S. 1-11.
- Baumgarten, H. (2007):** Entwicklungstrends der Logistik und strategische Ableitungen, in: Hausladen, I. (Hrsg.), *Management am Puls der Zeit: Strategien, Konzepte und Methoden*. 2. Ausg., München: TCW, S. 983-996.
- Baumgarten, H., Ziebell, R. M. (1988):** *Trends in der Logistik*. Schriftenreihe der Bundesvereinigung Logistik e.V., Band 18, München: Huss-Verlag.
- Baumgarten, H., Walter, S. (2000):** *Trends und Strategien in der Logistik 2000+ - Eine Untersuchung der Logistik in Industrie, Handel, Logistikdienstleistung und anderen Dienstleistungsunternehmen*. Berlin.
- Belz, C. (2005):** Komplexitätsmanagement durch professionelle Markenführung, in: *Thexis*, Jg. 22, Nr. 1, S. 2-8.

- Blecker, T., Kersten, W., Meyer, C. M. (2005):** Development of an Approach for Analyzing Supply Chain Complexity, in: Blecker, T., Friedrich, G. (Hrsg.), *Mass customization: concepts - tools - realization*: [proceedings of the International Mass Customization Meeting 2005; June 2 - 3, 2005, Klagenfurt/Austria], Berlin: GITO, S. 47-59.
- Blecker, T., Kersten, W. (Hrsg.) (2006):** *Complexity management in supply chains: concepts, tools and methods, Operations and technology management*, Band 2, Berlin: E. Schmidt.
- Bliss, C. (2000):** *Management von Komplexität: Ein integrierter, systemtheoretischer Ansatz zur Komplexitätsreduktion*, Wiesbaden: Gabler.
- Blockus, M.-O. (2010):** *Komplexität in Dienstleistungsunternehmen. Komplexitätsformen, Kosten- und Nutzenwirkungen, empirische Befunde und Managementimplikationen*. Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden.
- Blum, H.S. (2006):** *Logistik-Controlling: Kontext, Ausgestaltung und Erfolgswirkungen*, 1. Aufl., Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.
- Bohne, F. (1998):** *Komplexitätskostenmanagement in der Automobilindustrie: Identifizierung und Gestaltung vielfaltsinduzierter Kosten*, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.
- Bornhäuser, M. (2009):** *Reifegradbasierte Werkstattsteuerung*, Stuttgart, [http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2009/4181/pdf/Diss\\_Bornhaeuser\\_hs.pdf](http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2009/4181/pdf/Diss_Bornhaeuser_hs.pdf), abgerufen am 29.07.2013.
- Bundschuh, M. (2003):** Komplexitätsbewältigung. in: Bernecker, M. und Eckrich, K. (Hrsg.): *Handbuch Projektmanagement*. München: Oldenbourg, S. 13–34.
- BVL (2014):** *Mitgliederbefragung „Komplexität in der Logistik“*. *Der Wirtschaftsbereich Logistik wird zum Impulsgeber für den Wandel hin zu Industrie 4.0*, Bundesvereinigung Logistik, <http://www.bvl.de/thema/komplexitaet>, abgerufen am 05.02.2015.
- Carsten, S. (2005):** *Zukunftsfähiges Handeln in Stadtregionen: Ein handlungsorientierter systemischer Ansatz*, Norderstedt: Books on Demand.
- Child, P., Diederich, R., Sanders, F.-H., Wisniowski, S. (1991):** The management of complexity, in: *McKinsey Quarterly*, Jg. 27, Nr. 4, S. 52-68.
- Childerhouse, P., Towill, D. R. (2004):** Reducing uncertainty in European supply chains, in: *Journal of Manufacturing Technology Management*, Jg. 15, Nr. 7, S. 585-598.
- Choi, T. Y., Krause, D. R. (2006):** The supply base and its complexity: Implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation, in: *Journal of Operations Management*, Jg. 24, Nr. 5, S. 637-652.

- Christopher, M. (2010):** Enhancing Supply Chain Agility through Complexity Reduction, in: Schönberger, R. (Hrsg.), *Dimensionen der Logistik: Funktionen, Institutionen und Handlungsebenen, Research*, 1. Aufl., Wiesbaden: Gabler, S. 571-583.
- Christopher, M. (2011):** *Logistics and supply chain management*, 4. Aufl., Harlow: Pearson Education.
- Coenenberg, A.G., Fischer, T. M., Günther, T. (2009):** *Kostenrechnung und Kostenanalyse*. 7. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Cooper, R., Kaplan, R. S. (1988):** Measure Costs Right: Make the Right Decisions, in: *Harvard Business Review*, 66 (1988), S. 96-103.
- Cummings, P. (1991):** Symptoms of Complexity, in: *McKinsey Quarterly*, Jg. 27, Nr. 4, S. 60-61.
- Däneke, E. (2013):** Industrie 4.0: Neue Geschäfte für Logistiker!, *Logistik heute*, 35(10), S. 7.
- Dalhöfer, J. (2009):** *Komplexitätsbewertung indirekter Geschäftsprozesse*. Aachen: Shaker.
- Dawes, J. (2008):** Do data characteristics change according to the number of scale points used? An experiment using 5-point, 7-point and 10-point scales, in: *International Journal of Market Research*, Jg. 50, Nr. 1, S. 61-77.
- Dürschmidt, S. (2001):** *Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion*, München: Herbert Utz Verlag.
- Ehrlenspiel, K., Kiewert, A., Lindemann, U. (2005):** *Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren*, Berlin: Springer.
- Eichen v.d., S., Stahl, H. K., Odenthal, S., Vollrath, C. (2005):** Steuern - statt reduzieren, in: *Harvard Business Manager*, Jg. 27, Nr. 12, S. 114-123.
- Elkington, J. (1998):** Partnerships from Cannibals with Forks: The Tripple Bottom Line of 21st Century Business, in: *Environmental Quality Management*, 8(1), S. 37-51.
- Esch, T., Dahlhaus, U. (2013):** Motor, in: Hoepke, E., Breuer, S. (Hrsg.), *Nutzfahrzeugtechnik. Grundlagen, Systeme, Komponenten*. 7. Aufl., Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, S. 375-513.
- Eurobarometer (2007):** *Observatory of European SMEs*. Analytical report. Flash Eurobarometer 196 – The Gallup Organization.
- Flick, U. (2006):** *An Introduction to qualitative research*. 3. Aufl., London: Sage.
- Geimer, H. (2005):** Komplexitätsmanagement globaler Supply Chains, in: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Jg. 6, Nr. 243, S. 38-46.

- Gießmann, M. (2010):** *Komplexitätsmanagement in der Logistik: Kausalanalytische Untersuchung zum Einfluss der Beschaffungskomplexität auf den Logistikerfolg*, 1. Aufl., Lohmar, Köln: Eul.
- Gießmann, M., Lasch, R. (2011):** *Komplexitätsmanagement in der Logistik: Empfehlungen für die praktische Durchführung und Umsetzung*, Dresden: Techn. Univ. Fakultät Wirtschaftswissenschaften.
- Größler, A., Grübner, A., Milling, P. M. (2006):** Organisational adaptation processes to external complexity, in: *International Journal of Operations & Production Management*, Jg. 26, Nr. 3, S. 254-281.
- Grossmann, C. (1992):** *Komplexitätsbewältigung im Management – Anleitung, integrierte Methodik und Anwendungsbeispiele*, St. Gallen: Verlag GCN.
- Grussenmeyer, R. (2011):** *Komplexität in Distributionsnetzwerken: Praxisgestützte Erstellung eines Anforderungsprofils zur Entwicklung von Komplexitätsmanagementmethoden*. VDM Publishing.
- Gudehus, T. (2012a):** *Logistik: Grundlagen - Strategien – Anwendungen*, Berlin: Springer-Verlag.
- Gudehus, T. (2012b):** *Logistik 2: Netzwerke, Systeme und Lieferketten*. Berlin: Springer-Verlag.
- Handfield, R., Straube, F., Pfohl, H.-C., Wieland, A. (2013):** *Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management*. Bremen: DVV.
- Hartmann, T. (1997):** *Beitrag zur Senkung der Komplexität in der Materialflussteuerung*. Hochschulschrift. Hamburg.
- Hauptmann, S. (2007):** *Gestaltung des Outsourcings von Logistikleistungen*, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.
- Heuermann, C. (2002):** *Internationalisierung und Logistikstrategie: Wettbewerbsstrategische Implikationen für die Gestaltung internationaler Logistiksysteme*, Köln, <http://www.econstor.eu/handle/10419/59778>, abgerufen am 25.06.2013.
- Hofer, A. R., Knemeyer, A. M. (2009):** Controlling for logistics complexity: scale development and validation, in: *The International Journal of Logistics Management*, Jg. 20, Nr. 2, S. 187-200.
- Horváth, P., Mayer, R. (1989):** Prozesskostenrechnung – Der neue Weg zu mehr Kostentransparenz und wirkungsvolleren Unternehmensstrategien, in: *Controlling*, 1 (1989) 4, S. 214-219.

- Ivanov, D. (2006):** *DIMA - Decentralized Integrated Modelling Approach: Ein interdisziplinärer Ansatz zur Modellierung von Produktions- und Logistiknetzwerken*, Chemnitz: Verlag der GUC - Gesellschaft für Unternehmensrechnung und Controlling m.b.H.
- Jünemann, R. (1989):** *Materialfluß und Logistik: systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Jünemann, R. (2000):** Dynamische Netzwerke formen die Logistik der Zukunft, in: *Logistik für Unternehmen*, 14(1-2), S. 6-9.
- Kappelhoff, P. (2001):** Komplexitätstheorie: Neues Paradigma für die Managementforschung, in: Schreyögg, P. / Conrad, P. (Hrsg.), *Managementforschung*, Wiesbaden: Gabler, S. 49-101.
- Kersten, W., Koppenhagen, F., Meyer, C. M. (2004):** Strategisches Komplexitätsmanagement durch Modularisierung in der Produktentwicklung, in: Spath, D. (Hrsg.): *Forschungs- und Technologiemanagement*, München: Hanser.
- Kersten, W., Meyer, C. M. (2005):** *Improving the Implementation and Application of Complexity Management in Logistics – Development of a Framework*, in: Proceedings of the International Conference on Operations and Supply Chain Management, Bali-Indonesia.
- Kersten, W., Allonas, C., Brockhaus, S., Wagenstetter, N. (2010):** Green logistics: an innovation for logistics products?, in: Blecker, T., Abdelmalek, N. (Hrsg.), *Innovative process optimization methods in logistics: emerging trends, concepts and technologies*. Berlin: Schmidt, S. 369-386.
- Kersten, W., Schröder, M., Singer, S., Feser, F. (2011):** *Risk Management in the Transnational Road Freight Transport in the Baltic Sea Region: Dynamics and Sustainability in International Logistics and Supply Chain Management*, in: Proceedings of the 6th German-Russian Logistics and SCM Workshop DR-LOG 2011, Bremen, S. 353-366.
- Kersten, W., von See, B., Skirde, H. (2014):** Identification of Megatrends Affecting Complexity in Logistics Systems, in: Kersten, W., Blecker, T., Ringle, C.M. (Hrsg.): *Next Generation Supply Chains – Trends and Opportunities*. Epubli, Berlin, S. 3-27.
- Kestel, R. (1995):** *Variantenvielfalt und Logistiksysteme: Ursachen, Auswirkungen, Lösungen*, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.

- Kilger, W. (1986):** Die Kostenträgerrechnung als leistungs- und kostenwirtschaftliches Spiegelbild des Produktions- und Absatzprogramms, in: Kilger, W., Scheer, A.-W. (Hrsg.): *Rechnungswesen und EDV. 7. Saarbrücker Arbeitstagung*. Heidelberg: Physica-Verlag, S. 3–53.
- Kille, C. (2008):** Logistik-Outsourcing bleibt im Trend, in: *Logistik für Unternehmen*, 22(7/8), S. 53-55.
- Kirchhof, R. (2003):** *Ganzheitliches Komplexitätsmanagement: Grundlagen und Methodik des Umgangs mit Komplexität im Unternehmen*, 1. Aufl., Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.
- Klages, A. R. (2012):** *Clusteranalyse für Netzwerke*, Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Wien [u.a.]: Lang.
- Klaus, P. (2005):** Die Frage der optimalen Komplexität in Supply-Chains und Supply-Netzwerken, in: Eßig, M. (Hrsg.), *Perspektiven des Supply Management*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 361-376.
- Klumpp, M. (2010):** *Logistiktrends 2010*. ild Schriftenreihe Logistikforschung, Vol. 11, Essen.
- Klumpp, M., Kersten, W., Brockhaus, S. (2011):** *Sustainable Supply Chains in a Globalised World*, in: International Symposium on Logistics. Berlin.
- Koether, R. (2011a):** Logistik als Managementaufgabe, in: Koether, R. (Hrsg.), *Taschenbuch der Logistik*, 4., akt. und erw. Aufl., München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl-Hanser-Verlag, S. 21-36.
- Koether, R. (2011b):** Logistikaufgaben, in: Koether, R. (Hrsg.), *Taschenbuch der Logistik*, 4., aktualisierte und erw. Aufl., München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl-Hanser-Verlag, S. 37-54.
- Krallmann, H., Frank, H., Gronau, N. (1999):** *Systemanalyse im Unternehmen: Partizipative Vorgehensmodelle, objekt- und prozessorientierte Analysen, flexible Organisationsarchitekturen*, 3. Aufl., München, Wien: Oldenbourg.
- Kuhn, A., Hellingrath, H. (2002):** *Supply Chain Management – Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette*, Berlin u.a.: Springer-Verlag.
- Lackes, R. (1991):** Die Kostenträgerrechnung unter Berücksichtigung der Variantenvielfalt und der Forderung nach konstruktionsbegleitender Kalkulation, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 61 (1.), S. 87–108.
- Laffert, J. (2000):** *Informations- und Materialflüsse in internationalen Logistiksystemen der Volkswagen AG*, Kassel: Kassel Univ. Press.

- Lammers, T. (2012):** *Komplexitätsmanagement für Distributionssysteme: Konzeption eines strategischen Ansatzes zur Komplexitätsbewertung und Ableitung von Gestaltungsempfehlungen*, 1. Aufl., Lohmar, Köln: Eul.
- Lasch, R., Gießmann, M. (2009):** Ganzheitliche Ansätze zum Komplexitätsmanagement – eine kritische Würdigung aus Sicht der Beschaffungslogistik, in: Bogaschewsky, R., Eßig, M., Lasch, R., Stölzle, W. (Hrsg.): *Supply Management Research*. Wiesbaden: Gabler, S. 195–231.
- Lasch, R., Gießmann, M. (2010):** Die Logistik unter dem Einfluss der zunehmenden Komplexität. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung zum Komplexitätsmanagement in der Praxis, in: Schönberger, R. (Hrsg.), *Dimensionen der Logistik: Funktionen, Institutionen und Handlungsebenen*, Research, 1. Aufl., Wiesbaden: Gabler, S. 845-868.
- Lehmacher, W. (2013):** *Wie Logistik unser Leben prägt*. Der Wertbeitrag logistischer Lösungen für Wirtschaft und Gesellschaft von Wolfgang Lehmacher. Wiesbaden: Springer.
- Lingnau, V. (1994):** Kostenwirkungen der Variantenvielfalt, in: *krp Kostenrechnungspraxis Zeitschrift für Controlling, Accounting & Systemanwendungen*, Jg. 38, Nr. 5, S. 307-315.
- Lubin, D. A., Esty, D. C. (2010):** Megatrend Nachhaltigkeit, in: *Harvard Business Manager*, 32(7), S. 74-85.
- Malik, F. (2008):** *Strategie des Managements komplexer Systeme: Ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme*, Haupt: Bern.
- Mariotti, J. L. (2007):** *The complexity crisis: Why too many products, markets, and customers are crippling your company - and what to do about it*, Avon, Mass: Platinum Press.
- Mathar, H.-J., Scheuring, J. (2009):** *Unternehmenslogistik: Grundlagen für die betriebliche Praxis mit zahlreichen Beispielen, Repetitionsfragen und Antworten*, Zürich: Compendio.
- Mayer, A. (2007):** *Modularisierung der Logistik: Ein Gestaltungsmodell zum Management von Komplexität in der industriellen Logistik*, 1. Aufl., Berlin: Universitäts-Verlag der Technischen Universität Berlin.
- Maxwell, J. A. (2013):** *Qualitative research design: an interactive approach*. 3. Aufl., Los Angeles: Sage.

- Meepetchdee, Y., Shah, N. (2007):** Logistical network design with robustness and complexity considerations, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Jg. 37, Nr. 3, S. 201-222.
- Meier, H., Golembieski, M., Quade, N. (2008):** Design concept for a transparent supply chain, in: *Production Engineering* 2(3), S. 311-315.
- Meyer, C. M. (2007):** *Integration des Komplexitätsmanagements in den strategischen Führungsprozess der Logistik*. Techn. Univ., Institut für Logistik und Unternehmensführung; Institut für Logistik und Unternehmensführung, Bern, Hamburg-Harburg.
- Meyer-Piening, A. (1990):** *Zero base planning. Zukunftssicherndes Instrument der Gemeinkostenplanung*. Köln: Verl. TÜV Rheinland (Leitfaden für Unternehmer und Führungskräfte).
- Mikosch, F. (2008):** Zukunftsthemen der Logistik, in: *Industrie Management*, 24(2), S. 9-10.
- Münchow-Küster, A., Zelewski, S. (2012):** *Überblick über die Ergebnisse der Delphi-Studie „Trends in der Logistik in der Dekade 2010-2020“*, Projektberichte des Verbundprojekts LOGFOR Nr. 5, Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement, Universität Duisburg-Essen, Campus Essen.
- Network Graphs: The Social Media Research Foundation (2006-2013):** *NodeXL: Network Overview, Discovery and Exploration for Excel*, <http://nodexl.codeplex.com/>, abgerufen am 03.10.2013.
- Neubauer, R. M. (2011):** *Business models in the area of logistics. In search of hidden champions, their business principles and common industry misperceptions*. Wiesbaden: Gabler.
- Nilsson, F., Waidringer, J. (2004):** Logistics management from a complexity perspective, in: *The ICFAI Journal of Operations Management*, Jg. 3, Nr. 2, S. 59-73.
- Nilsson, F. (2005):** *Adaptive logistics: Using complexity theory to facilitate increased effectiveness in logistics*, Lund: Dep. of Design Sciences, Division of Packaging Logistics, Univ.
- Notteboom, T. (2013):** Maritime Transportation and Seaports, in: Rodrigue, J.-P., Notteboom, T., Shaw, J. (Hrsg.), *The Sage Handbook of Transport Studies*. London: Sage Publication, S. 83-102.
- Novak, S., Eppinger, S. (2001):** Sourcing By Design: Product Complexity and the Supply Chain, in: *Management Science*, Jg. 47, Nr. 1, S. 189-204.
- Olbrich, R., Battenfeld, D. (2005):** Variantenvielfalt und Komplexität — kostenorientierte vs. marktorientierte Sicht, in: *der markt*, Jg. 44, 3-4, S. 161-173.

- Pasche, M. (2007):** *Product complexity reduction – not only a strategy issue*, Göteborg: LiU Electronic Press.
- Perona, M., Miragliotta, G. (2004):** Complexity management and supply chain performance assessment. A field study and a conceptual framework, in: *International Journal of Production Economics*, Jg. 90, Nr. 1, S. 103-115.
- Pfohl, H.-C. (2010):** *Logistiksysteme*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Pfohl, H.-C., Flickinger, B. H. (1998):** *Kundennahe Logistik*, Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Piller, F. T., Waringer, D. (1999):** *Modularisierung in der Automobilindustrie: Neue Formen und Prinzipien; modular sourcing, Plattformkonzept und Fertigungssegmentierung als Mittel des Komplexitätsmanagements*, Aachen: Shaker.
- Pishvae, S., Basiri, H., Sajadieh, M. S. (2009):** National Logistics Costs, in: Farahani, R. Z., Asgari, N., Davarzani, H. (Hrsg.): *Supply Chain and Logistics in National, International and Governmental Environment: Concepts and Models*, Berlin: Springer, S. 57 – 83.
- Puhl, H. (1999):** *Komplexitätsmanagement*. Univ, Kaiserslautern, Kaiserslautern.
- Randall, H. L. (1994):** Contract Logistics: Is Outsourcing Right for You? in: Robeson, J. F., Copacino, W. C. (Hrsg.): *The Logistics Handbook*, New York: Free Press.
- Rao, K., Young, R. R. (1994):** Global Supply Chains: Factors Influencing Outsourcing of Logistics Functions, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Jg. 24, Nr. 6, S. 11-19.
- Rathnow, P. J. (1993):** *Integriertes Variantenmanagement: Bestimmung, Realisierung und Sicherung der optimalen Produktvielfalt*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Raulfs, A. (2012):** *Entwicklung von Fragebögen für Umfragen*. Skalenstruktur, <http://www.online-research.de/texte/skalenstruktur.html>, abgerufen am 15.10.2013.
- Rayna, T., Striukova, L. (2014):** The Impact of 3D Printing Technologies on Business Model Innovation, in: Benghozi, P.-J., Krob, D., Lonjon, A., Panetto, H. (Hrsg.), *Digital Enterprise Design & Management. Proceedings of the Second International Conference on Digital Enterprise Design and Management DED&M 2014*. Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 261. S. 119-132.
- Reiß, M. (o.J.):** *Beide Seiten müssen darin glücklich werden. Win-Win-Partnerschaften in der Beschaffung*, [http://www.beschaffung-aktuell.de/home/-/article/16537505/26997727/Beide-Seiten-m%C3%BCssen-darin-gl%C3%BCcklich-werden!/art\\_co\\_INSTANCE\\_0000/maximized/](http://www.beschaffung-aktuell.de/home/-/article/16537505/26997727/Beide-Seiten-m%C3%BCssen-darin-gl%C3%BCcklich-werden!/art_co_INSTANCE_0000/maximized/), abgerufen am 19.08.2013.

- Reiß, M. (1993):** Komplexitätsmanagement, in: *wisu Das Wirtschaftsstudium*, Jg. 22, Nr. 1, S. 54-60.
- Roell, J. S. (1985):** *Das Informations- und Entscheidungssystem der Logistik. Eine empirische Untersuchung in der Investitionsgüterindustrie*. Frankfurt am Main, New York: P. Lang (Europäische Hochschulschriften. Reihe V, Volks- und Betriebswirtschaft Publications universitaires européennes, Série V, Sciences économiques, gestion d'entreprise European university studies. Series V, Economics and management, 623).
- Rosemann, M. (1998):** Die Komplexitätsfalle. Logistikgerechte Konstruktion, in: *Logistik Heute*, Jg. 20, Nr. 9, S. 60-62.
- Scherf, O. (2003):** *Komplexität aus systemischer Sicht*, Bamberg: Difo-Druck GmbH.
- Schuh, G. (2005):** *Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools*, 2., überarb. und erw. Auflage, München u.a.: Hanser.
- Schuh, L. (2012):** Logistik-Trend Cloud-Computing, in: *Logistik für Unternehmen*, 26(10), S. 48-49.
- Schuh, G., Kampker, A., Ziskoven, H. (2011):** Rechtsformen, Rechnungswesen und Controlling, in: Kampker, A., Schuh, G. (Hrsg.): *Strategie und Management produzierender Unternehmen*. 2. Aufl., Berlin [u.a.]: Springer (VDI-Buch, 1), S. 383–462.
- Schulte, C. (2005):** *Logistik. Wege zur Optimierung der Supply Chain*. 4. Aufl. München: Vahlen.
- Schulz, S. (1994):** Komplexität in Unternehmen. Eine Herausforderung an das Controlling, in: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung*, Jg. 6, Nr. 3, S. 130-139.
- Schweiger, S. (2005):** Potenziale heben, in: *Logistik Heute*, Jg. 27, Nr. 11, S. 40-42.
- Schweiger, S., Brunner, V. (2006):** *Schach der Vielfalt. Wie Beschaffung und Logistik Komplexität in den Griff kriegen*, <http://www.beschaffung-aktuell.de/home/-/article/33568332/34491904?returnToFullPageURL=back>, abgerufen am 15.07.2013.
- Schwenk-Willi, U. (2001):** *Integriertes Komplexitätsmanagement: Anleitungen und Methodiken für die produzierende Industrie auf Basis einer typologischen Untersuchung*, Bamberg: Difo-Druck GmbH.
- Sharp, J.F. (1979):** The Who, What and Why of Zero-Base Budgeting, in: *Strategy & Leadership* 7 (5), S. 9–12.
- Stachowiak, H. (1970):** Grundriß einer Planungstheorie - the basic outline of planning theory, in: *Kommunikation. Zeitschr. für Planungs- u. Organisationskybernetik*, Jg. 6, Nr. 1, S. 1-18.

- Stein, F. (2009):** *Projektmanagement für die Produktentwicklung. Strategien - Erfolgsfaktoren - Organisation.* 3., neu bearb. und erw. Aufl. Renningen: Expert-Verl (Kontakt & Studium, 662).
- Steinhilper, R., Westermann, H.-H., Butzer, S., Haumann, M., Seifert, S. (2012):** Komplexität messbar machen. Eine Methodik zur Quantifizierung von Komplexitätstreibern und –wirkungen am Beispiel Refabrikation, in: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Jg. 107, Nr. 5, S. 360-365.
- Straube, F. (2005):** *Trends und Strategien in der Logistik: ein Blick auf die Agenda des Logistik-Managements 2010*, Bremen: DVV.
- Straube, F. (2007):** Die Bedeutung der Logistik in Wissenschaft und Wirtschaft, in: Hausladen, I. (Hrsg.), *Management am Puls der Zeit: Strategien, Konzepte und Methoden.* 2. Auflage, München: TCW, pp. 997-1014.
- Straube, F., Pfohl, H.-C. (2008):** *Trends und Strategien in der Logistik: globale Netzwerke im Wandel.* Bremen: DVV
- Straube, F., Cetinkaya, B. T. (2009):** Logistische Netzwerkreife im Kontext von Megatrends. in: Wolf-Kluthausen, H. (Hrsg.). *Jahrbuch der Logistik 2009.* Korschbroich: free beratung Gesellschaft für Kommunikation im Marketing mbH, S. 135-140.
- Straube, F., Wutke, S., Doch, S. (2013):** Nachhaltigkeit in der Logistik: Messbarkeit ökologischer und sozialer Faktoren und die Einbindung von Supply Chain Partnern, in: *Industrie Management*, 29(5), S. 7-10.
- Strauss, H. (2013):** *AM Envelope: The Potential of Additive Manufacturing for façade constructions.* TU Delft.
- Sydow, J. (2010):** Über Netzwerke, Allianzsysteme, Verbünde, Kooperationen und Konstellationen, in: J. Sydow (Hrsg.), *Management von Netzwerkorganisationen: Beiträge aus der "Managementforschung"*, 5., aktual. Aufl., Wiesbaden: Gabler | GWV Fachverlage GmbH, S. 1-6.
- Tatikonda, M. V., Rosenthal, S. R. (2000):** Technology Novelty, Project Complexity, and Product Development Project Execution Success: A Deeper Look at Task Uncertainty in Product Innovation, in: *IEEE Transactions on Engineering Management*, Jg. 47, Nr. 1, S. 74-87.
- TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG (o.J.):** *Komplexitätskostenrechnung*, <http://www.tcw.de/management-consulting/produktion/komplexitaetskostenrechnung-206>, abgerufen am 01.11.2013.

- Vachon, S., Klassen, R. (2002):** An exploratory investigation of the effects of supply chain complexity on delivery performance, in: *IEEE Transactions on Engineering Management*, Jg. 49, Nr. 3, S. 218-230.
- Vahrenkamp, R. (2005):** *Logistik: Management und Strategien*, Oldenbourg.
- Vester, F. (2000):** *Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität*, 6. Aufl., Stuttgart: Dt. Verl.-Anst.
- Wagner, C., Wenger, W. (2009):** *Logistikkostenrechnung. Rahmenbedingungen und Gestaltungsmöglichkeiten*. Hg. v. W. Habenicht. Universität Hohenheim. Stuttgart (Arbeitspapier, 49.).
- Waidringer, J. (2001):** *Complexity in Transportation and Logistics Systems: An Integrated Approach to Modelling and Analysis*, Goteborg, Sweden: Dept. of Transportation and Logistics, Chalmers University of Technology.
- Waldraff, A. (2007):** Dynamische Aspekte komplexer Logistiksysteme, in: Garcia Sanz, F. J., Semmler, K., Walther, J. (Hrsg.), *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 161-180.
- Weber, J. (2005):** *Gestaltung der Kostenrechnung. Notwendigkeit, Optionen und Konsequenzen*. 1. Aufl. Wiesbaden: Dt. Univ. Verl. [u.a.] (Schriften des Center for Controlling & Management (CCM), 21).
- Weber, J., Wallenburg, C. M. (2010):** *Logistik- und Supply-Chain-Controlling*. 6. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Weber, J., Wallenburg, C. M., Bühler, A., Singh, M. (2012):** *Logistik-Controlling mit Kennzahlensystemen*. Koblenz: Görres-Druckerei u. Verl.
- Wegmann, M. (1982):** *Gemeinkosten-Management. Möglichkeiten und Grenzen der Steuerung industrieller Verwaltungsbereiche*. München: V. Florentz (Wirtschaftswissenschaftliche Forschung und Entwicklung, 80).
- Westphal, J. R. (2000):** *Komplexitätsmanagement in der Produktionslogistik*, Dresden: Technische Universität Dresden.
- Wildemann, H. (1998):** Komplexitätsmanagement durch Prozess- und Produktgestaltung, in: Adam, D. (Hrsg.), *Komplexitätsmanagement*, Schriften zur Unternehmensführung, Wiesbaden: Gabler, S. 47-68.
- Wildemann, H. (2012):** *Komplexitätsmanagement in Vertrieb, Beschaffung, Produkt, Entwicklung und Produktion*, TCW-Transfer-Centrum, München 2012.
- Wilding, R. (1998):** The supply chain complexity triangle: Uncertainty generation in the supply chain, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Jg. 28, Nr. 8, S. 599-616.

- Will, T. (2011):** *RFID in Maritime Container Logistics - Participant-Specific Benefits and Process Optimization*. Lohmar: Eul Verlag.
- Wilson, S. A., Perumal, A. (2010):** *Waging war on complexity costs: Reshape your cost structure, free up cash flows, and boost productivity by attacking process, product and organizational complexity*, New York: McGraw-Hill.
- Witt, F.-J. (1997):** *Lexikon des Controlling*. [von ABC-Analyse bis ZVEI-Kennzahlensystem]. Orig.-Ausg. [München]: Dt. Taschenbuch-Verl. (Dtv, 5830).
- Wittenbrink, P. (2010):** Green Logistics führt zu Kosten- und Wettbewerbsvorteilen, in: *Internationales Verkehrswesen*, 62(5), S. 16-20.
- Wördenweber, B., Eggert, M., Schmitt, M. (2012):** *Verhaltensorientiertes Innovationsmanagement: Unternehmerisches Potenzial aktivieren*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Zwahlen, S. A. (2010):** *Kosten-, Nutzenanalyse mit Regulatory Scorecards - am Beispiel der Finanzmarktregulation*, 1. Aufl., Bern [u.a.]: Haupt.
- Zieringer, P. (2010):** Innovative Problemlösungen für das Fuhrparkmanagement, in: Stenner, F. (Hrsg.), *Handbuch Automobilbanken. Finanzdienstleistungen für Mobilität*. Berlin: Springer, S. 113-126.

## Anhang

### A. Liste relevanter Komplexitätstreiber und zugehöriger Quellen

Nr.	Komplexitätstreiber	Literatur
1	Anzahl / geographische Verteilung der Abnehmer / Kunden / Senken (Absatzmarkt)	Heuermann 2002, S. 63 Kirchhof 2003, S. 39 Mayer 2007, S. 82 Piller / Waringer 1999, S. 7
2	Anzahl an Wettbewerbern im Markt	Blum 2006, S. 64 Reiß 1993, S. 54
3	Anzahl der (Teil-)Lieferungen, Transporte	Gießmann / Lasch 2011, S. 8 Kestel 1995, S. 92 f.
4	Anzahl eingesetzter Technologien	Choi / Krause 2006, S. 639
5	Anzahl Entscheidungsträger	Waidringer 2001, S. 2
6	Anzahl Hierarchieebenen	Christopher 2011, S. 164 Christopher 2010, S. 580 Cummings 1991, S. 61 Meyer 2007, S. 93 Piller / Waringer 1999, S. 7
7	Anzahl Kundengruppen / Marktsegmente (Nischenmärkte)	Adam 1998, S. 35 Klaus 2005, S. 365 Schweiger 2005, S. 40
8	Anzahl Lager(-stufen), Distributionszentren	Laffert 2000, S. 6
9	Anzahl planungsrelevanter Kapazitätseinheiten	Bornhäuser 2009, S. 30
10	Anzahl und geographische Verteilung sonstiger Supply Chain Akteure (z.B. Dienstleister)	Heuermann 2002, S. 63 Klaus 2005, S. 365 Perona / Miragliotta 2004, S. 103 Rao / Young 1994, S. 17 Sydow 2010, S. 3
11	Anzahl und Heterogenität der Lagerentnahmen	Kestel 1995, S. 67
12	Anzahl und Heterogenität der Produkte (Produktprogrammbreite)	Adam 1998, S. 30 Cummings 1991, S. 61 Geimer 2005, S. 42 Lammers 2012, S. 3 Piller / Waringer 1999, S. 7 Schulz 1994, S. 131 Vachon / Klassen 2002, S. 221
13	Anzahl von Produktvarianten im Logistiksystem	Christopher 2011, S. 162 Meyer 2007, S. 30 f. Piller / Waringer 1999, S. 7
14	Anzahl zusätzlicher Services und Dienstleistungen	Belz 2005, S. 2 Klaus 2005, S. 365
15	Anzahl, Heterogenität der Teile / Materialien im logistischen System	Adam 1998, S. 36 Bohne 1998, S. 27 f. Gießmann 2010, S. 213 Kestel 1995, S. 67,75 ff. Novak / Eppinger 2001, S. 189 Schulz 1994, S. 131
16	Anzahl / geographische Verteilung der Lieferanten / Quellen	Christopher 2011, S. 161,164 ff. Choi / Krause 2006, S. 639 Cummings 1991, S. 61 Geimer 2005, S. 42 Meyer 2007, S. 99 Piller / Waringer 1999, S. 7 Wildemann 1998, S. 56
17	Anzahl / Heterogenität der Transportbehälter	Gießmann 2010, S. 210
18	Bestandshöhe	Cummings 1991, S. 60 f. Kestel 1995, S. 67

Nr.	Komplexitätstreiber	Literatur
19	Differenzierung von Vertriebswegen und Distributionskanälen	Adam 1998, S. 35 Mayer 2007, S. 85 Schulz 1994, S. 130
20	Fertigungsorganisation	Schulz 1994, S. 133
21	Fertigungstiefe / Wertschöpfungstiefe	Meyer 2007, S. 30 Piller / Waringer 1999, S. 7 Schulz 1994, S. 133
22	Frequenz der Produktwechsel / Produktlebenszyklen	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49 Meyer 2007, S. 30 Reiß 1993, S. 54
23	Funktionsorientierung der Organisationsstruktur	Christopher 2010, S. 580 Piller / Waringer 1999, S. 7
24	Geographische Verteilung / Anzahl von (Produktions-) Standorten	Geimer 2005, S. 42 Heuermann 2002, S. 63 Meyer 2007, S. 29
25	Geschwindigkeit der Geschäftsprozesse (DLZ, Produktlebenszyklen)	Klaus 2005, S. 365
26	Globalisierung	Dürschmidt 2001, S. 27 Größler / Grübner / Milling 2006, S. 254 Klaus 2005, S. 366
27	Häufigkeit / Heterogenität / Größe von Bestellungen / Aufträgen (Bestellrhythmen)	Bornhäuser 2009, S. 30 Gießmann 2010, S. 211 Schulz 1994, S. 131 Schweiger 2005, S. 40
28	Häufigkeit von Prozessanpassungen	Gießmann 2010, S. 212
29	Heterogenität der gesetzlichen und Dokumentationsanforderungen	Meyer 2007, S. 183 Schweiger 2005, S. 40
30	Heterogenität der Transportanforderungen	Rosemann 1998, S. 60
31	Heterogenität des benötigten Personals	Rosemann 1998, S. 60
32	Heterogenität und Anzahl der Kundenbedarfe / -anforderungen bzgl. Zeit, Technologie, Geld usw.	Adam / Johannwille 1998, S. 8 Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49 Kirchhof 2003, S. 39 Piller / Waringer 1999, S. 7 Schweiger 2005, S. 40
33	Heterogenität und Varietät der Schnittstellen	Gießmann 2010, S. 212 Meyer 2007, S. 29 Piller / Waringer 1999, S. 7 Schweiger 2005, S. 40
34	Heterogenität von Strategien (z.B. von Beschaffungsstrategien)	Gießmann / Lasch 2011, S. 8 Meyer 2007, S. 93
35	Historisch gewachsene Sonderprozesse / Temporäre Prozessanpassungen	Meyer 2007, S. 101
36	Informationsasymmetrien und -lücken	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49 Piller / Waringer 1999, S. 7
37	Informationskomplexität / Informationsüberfluss	Christopher 2010, S. 581 Meyer 2007, S. 102
38	Instabilitäten in Gesetzgebung und Politik	Reiß 1993, S. 54
39	Konzentration auf Kernkompetenzen	Reiß o.J.
40	Kooperationstiefe, -breite und -umfang	Hauptmann 2007, S. 100
41	Kundenindividuelle Auftragsproduktion	Westphal 2000, S. 19
42	Kurzfristige Änderungsmöglichkeiten des Kunden	Gießmann 2010, S. 214
43	Länge der Entscheidungswege	Reiß 1993, S. 54
44	Losgrößen (Größe und Fluktuation)	Adam / Johannwille 1998, S. 8 Kestel 1995, S. 92 Lammers 2012, S. 3 Perona / Miragliotta 2004, S. 103 Schweiger / Brunner 2006
45	Mängel in der Definition, Kommunikation und Durchsetzung von Zielen	Meyer 2007, S. 101

Nr.	Komplexitätstreiber	Literatur
46	Mangelhafte Koordination / Ganzheitlichkeit, z.B. von Entscheidungen	Childerhouse / Towill 2004, S. 589 Meyer 2007, S. 101 Nilsson 2005, S. 35
47	Mangelnde Prozesssynchronisation (intern / extern)	Meyer 2007, S. 93
48	Marktdynamik (Kunden, Konkurrenz, Lieferanten)	Gießmann 2010, S. 209 Piller / Waringer 1999, S. 7 Reiß 1993, S. 54 Westphal 2000, S. 19
49	Organisationsgrad / Freiheitsgrade	Schweiger 2005, S. 40
50	Parallele Prozesse / Interaktionen	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49 Wilding 1998, S. 599
51	Produktarchitektur (Anzahl Bauteile, Beschaffenheit, Fertigungsschritte, Größe)	Christopher 2011, S. 162 Klaus 2005, S. 366 Mayer 2007, S. 83 Meyer 2007, S. 93 Piller / Waringer 1999, S. 7 Rao / Young 1994, S. 17
52	Produktinnovation	Meyer 2007, S. 30
53	Prozesslänge	Christopher 2011, S. 161 Piller / Waringer 1999, S. 7 Schweiger 2005, S. 40
54	Schwankende Bedarfs- und Nachfragevolumina	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49 Gießmann 2010, S. 212 Lammers 2012, S. 3 Schulz 1994, S. 133 Wilding 1998, S. 599
55	Schwankender Bedarf an logistischen Dienstleistungen	Waidringer 2001, S. 2
56	Sonderprodukte / Zusatzservices	Christopher 2010, S. 579 Mayer 2007, S. 80
57	Technologische Entwicklung	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49 Piller / Waringer 1999, S. 7
58	Unsicherheit zukünftiger Entwicklungen & Trends / Prognosegenauigkeit	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49 Klaus 2005, S. 365
59	Unsynchronisierte Planungs- und Steuerungssysteme	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49
60	Unternehmensgröße (Mergers and Acquisitions)	Reiß 1993, S. 54
61	Unterschiedlichkeit der Akteure	Choi / Krause 2006, S. 639
62	Unzureichende Kostenerfassung / Kostentransparenz	Cummings 1991, S. 61 Meyer 2007, S. 93
63	Varianz der Prozesse / Standardisierungsgrad	Meyer 2007, S. 99 Rao / Young 1994, S. 17 Schweiger 2005, S. 40
64	Veränderte Anforderungen an Mitarbeiterkompetenzen	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49
65	Veränderte Ressourcenanforderungen	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49
66	Verlässlichkeit von Kunden und Zulieferern	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49
67	Vernetzung der Prozesse / Interdependenzen	Meyer 2007, S. 99 Rao / Young 1994, S. 17
68	Vernetzungsgrad der einzelnen Supply Chain Akteure und Unsicherheit darüber	Christopher 2011, S. 161 Christopher 2010, S. 576 Hofer / Knemeyer 2009, S. 187 f. Ivanov 2006, S. 121 Klaus 2005, S. 365 Sydow 2010, S. 3
69	Vielfalt der Prozesse (z.B. Anzahl unterschiedlicher Bestellauslöseverfahren)	Christopher 2011, S. 161 Meyer 2007, S. 29 Tatikonda / Rosenthal 2000, S. 78

Nr.	Komplexitätstreiber	Literatur
70	Vielfalt / Inkompatibilität der IT-Lösungen	Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49 Cummings 1991, S. 60 Geimer 2005, S. 38 Gießmann / Lasch 2011, S. 8
71	Vielzahl Konditionensysteme (Mengenstaffeln, Boni / Preispolitik)	Olbrich / Battenfeld 2005, S. 162 Schweiger 2005, S. 40
72	Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt	Adam / Johannwille 1998, S. 5
73	Zahl involvierter Länder	Heuermann 2002, S. 63 Piller / Waringer 1999, S. 7 Rao / Young 1994, S. 17
74	Zentralisierung	Piller / Waringer 1999, S. 7 Schulz 1994, S. 133
75	Zielkomplexität (Heterogenität, Varietät, Unsicherheit)	Adam 1998, S. 33 Mayer 2007, S. 100 Olbrich / Battenfeld 2005, S. 163
76	Zunahme Produktneueinführungen / Änderungshäufigkeit	Geimer 2005, S. 42



## C. Clustering der identifizierten Komplexitätstreiber

Cluster	Komplexitätstreiber
<b>A. Organisationsstruktur des Unternehmens</b>	Anzahl Entscheidungsträger
	Anzahl Hierarchieebenen
	Fertigungsorganisation
	Funktionsorientierung der Organisationsstruktur
	Heterogenität von Strategien (z.B. von Beschaffungsstrategien)
	Länge der Entscheidungswege
	Mängel in der Definition, Kommunikation und Durchsetzung von Zielen
	Mangelhafte Koordination/Ganzheitlichkeit z.B. von Entscheidungen
	Unsynchronisierte Planungs- und Steuerungssysteme
	Zentralisierung
	Zielkomplexität (Heterogenität, Varietät, Unsicherheit)
<b>B. Globalisierung</b>	Anzahl bzw. geographische Verteilung Abnehmer/Kunden/Senken (Absatzmarkt)
	Anzahl der (Teil-)Lieferungen, Anzahl der Transporte
	Anzahl Lager(-stufen); Distributionszentren
	Anzahl planungsrelevanter Kapazitätseinheiten
	Anzahl und geographische Verteilung sonstiger Supply Chain Akteure (Dienstleister z.B.)
	Anzahl und geographische Verteilung der Lieferanten/Quellen
	geographische Verteilung und Anzahl von (Produktions-) Standorten
	Globalisierung
<b>C. Prozesse und Schnittstellen</b>	Heterogenität der gesetzlichen und Dokumentations-Anforderungen
	Heterogenität des benötigten Personals
	Heterogenität und Varietät der Schnittstellen
	Mangelnde Prozesssynchronisation (intern/extern)
	Organisationsgrad/Freiheitsgrade
	Parallele Prozesse/Interaktionen
	Prozesslänge
	Unternehmensgröße (Mergers and Acquisitions)
	Varianz der Prozesse/Standardisierungsgrad
	Veränderte Anforderungen an Mitarbeiterkompetenzen
	Vernetzung der Prozesse/Interdependenzen
Vielfalt der Prozesse (z.B. Anzahl von Bestellauslöseverfahren)	
<b>D. Anpassungen der Produkte und Prozesse</b>	Anzahl eingesetzter Technologien
	Frequenz der Produktwechsel/Produktlebenszyklen
	Häufigkeit von Prozessanpassungen
	Produktinnovationen
	Zunahme Produktneueinführungen/ Änderungshäufigkeit

Cluster	Komplexitätstreiber
E. Marktdynamik	Anzahl an Wettbewerbern im Markt
	Instabilitäten in Gesetzgebung und Politik
	Marktdynamik (wechselnde Kunden, Konkurrenz, Lieferanten, Rohstoffverfügbarkeit, Preise)
	Technologische Entwicklung
	Veränderte Ressourcenanforderungen
	Zahl involvierter Länder
F. Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt	Anzahl Kundengruppen/Marktsegmente (Nischenmärkte)
	Anzahl und Heterogenität Produkte (Produktprogrammbreite)
	Anzahl von Produktvarianten im Logistiksystem
	Anzahl zusätzlicher Services und Dienstleistungen
	Heterogenität und Anzahl der Kundenbedarfe/-anforderungen bzgl. Technologie, Zeit, Geld usw.
	(Historisch gewachsene) Sonderprozesse/Temporäre Prozessanpassungen
	Kundenindividuelle Auftragsproduktion
	Kurzfristige Änderungsmöglichkeiten des Kunden
	Losgrößen (Größe und Fluktuation)
	Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt
	Sonderprodukte Zusatzservices
	Unzureichende Kostenerfassung/Mangelhafte Kostentransparenz
G. Produktgestaltung und logistische Anforderungen	Anzahl und Heterogenität der Lagerentnahmen
	Anzahl, Heterogenität Teile/Materialien im logistischen System
	Anzahl/Heterogenität der Transportbehälter
	Differenzierung von Vertriebswegen und Distributionskanälen
	Heterogenität der Transportanforderungen
	Produktarchitektur (Anzahl Bauteile, Fertigungsschritte, Größe, Beschaffenheit)
	Schwankender Bedarf an logistischen Dienstleistungen
H. Bestandshöhe	Bestandshöhe
	Häufigkeit/Heterogenität/Größe von Bestellungen/Aufträgen (Bestellrhythmen)
	Geschwindigkeit der Geschäftsprozesse (DLZ, Produktlebenszyklen)
	Schwankende Bedarfs- und Nachfragevolumina
	Unsicherheit zukünftiger Entwicklungen und Trends/Prognosegenauigkeit
	Verlässlichkeit von Kunden und Zulieferern
	Vielzahl Konditionensysteme (Mengenstaffeln, Boni)/Preispolitik
I. Kooperation	Fertigungstiefe/Wertschöpfungstiefe
	Konzentration auf Kernkompetenzen
	Kooperationstiefe, -breite und -umfang
	Unterschiedlichkeit der Akteure
	Vernetzungsgrad der einzelnen Supply Chain Akteure + Unsicherheit darüber
J. IT und Kommunikation	Informationsasymmetrien und -lücken
	Informationskomplexität/ Informationsüberfluss
	Vielfalt/Inkompatibilität der IT-Lösungen

## D. Logistikbezüge der Komplexitätstreiber

Komplexitätstreiber	Logistikbezug
1 Anzahl bzw. geographische Verteilung Abnehmer / Kunden / Senken (Absatzmarkt)	Bei der geographischen Verteilung von Kunden sind Transportwege, unterschiedliche Steuergesetzgebungen sowie Zoll- und Einfuhrbeschränkungen zu berücksichtigen (vgl. Mayer 2007, S. 82). Das Logistiksystem ist gegebenenfalls an nationale Gegebenheiten anzupassen (vgl. Heuermann 2002, S. 63).
2 Anzahl an Wettbewerbern im Markt	Ein starker Wettbewerbsdruck führt zur Verkürzung von Produktlebenszyklen und vermehrten Produktneueinführungen. Damit erhöht sich auch die Anzahl an Teilen und Materialien, die logistisch abgewickelt werden müssen. Zudem gewinnt die Logistikleistung für den Kunden an Bedeutung und ist Differenzierungsmerkmal im Wettbewerb (vgl. Mayer 2007, S. 109).
3 Anzahl der (Teil-)Lieferungen, Anzahl der Transporte	Die Anzahl der (Teil-)Lieferungen bestimmt die Menge weiterer, zugehöriger Prozesse, wie Wareneingangskontrollen. Zudem erhöht sich die Anzahl benötigter Transportfahrzeuge und -hilfsmittel. Der Planungsaufwand steigt, während Größenvorteile (Economies of Scale) nicht genutzt werden.
4 Anzahl eingesetzter Technologien	Je unterschiedlicher Fertigungs-, Lager- und Transporttechniken sowie Produkttechnologien sind, desto geringer ist die Standardisierung der Prozesse. Der Einfluss auf die Logistik wird allerdings als verhältnismäßig klein eingeschätzt (vgl. Mayer 2007, S. 109).
5 Anzahl Entscheidungsträger	Die Anzahl der Entscheidungsträger beeinflusst die Menge der Schnittstellen und Prozesse im logistischen System und somit die Durchlaufzeit der Produkte.
6 Anzahl Hierarchieebenen	Die Anzahl der Hierarchieebenen beeinflusst die "Planungs- und Steuerungskomplexität" (Bliss 2000, S. 7) und variiert häufig je nach Eingliederung der Logistik in das Unternehmen (Stabsfunktion; Querschnittsfunktion; ...).
7 Anzahl Kundengruppen / Marktsegmente (Nischenmärkte)	Die Komplexität des Managements von Systemen der Logistik und Supply Netzwerken steigt mit der Zahl der Kundengruppen und Geschäftsfelder (vgl. Klaus 2005, S. 365). Zudem beeinflusst die Anzahl der Kundengruppen die Angebotskomplexität, welche ihrerseits die Produktstrukturkomplexität beeinflusst. Diese wiederum hat Einfluss auf die Logistikprozesskomplexität (vgl. Schweiger 2005, S. 40). Aus der Bedienung fremder Märkte erwachsen Anforderungen, wie z.B. ein bestimmter Grad an Wertschöpfung im Marktland; dies fördert neue logistische Konzepte, beispielsweise im Transport. Hier werden CKD-Strategien genutzt, um Eintrittskriterien für den Markt zu erfüllen.
8 Anzahl Lager(-stufen); Distributionszentren	Die Anzahl der Lagerstufen und die Menge der Lager pro Stufe sind konstituierendes Merkmal der Transport- und Lagerstrategie.
9 Anzahl planungsrelevanter Kapazitätseinheiten	Unter planungsrelevanten Kapazitätseinheiten werden im Falle der Logistik Transportmittel, Ladehilfsmittel, Lagergeräte, usw. verstanden. Je größer deren Anzahl ist, desto aufwendiger ist die Einsatzplanung & Koordination.
10 Anzahl und geographische Verteilung sonstiger Supply Chain Akteure (Dienstleister)	Je mehr Akteure in der Supply Chain interagieren, desto größer sind die Heterogenität von Strategien, Ziele, Unternehmenskulturen und die Zahl der Schnittstellen. Bei unterschiedlichen Nationalitäten ist gegebenenfalls eine Anpassung des Logistiksystems an nationale Gegebenheiten erforderlich (vgl. Heuermann 2002, S. 63).
11 Anzahl und Heterogenität der Lagerentnahmen	Anhand der Anzahl und Heterogenität der Lagerentnahmen ist das Lagersystem zu dimensionieren, außerdem wird davon die Kommissionierung beeinflusst (vgl. Kestel 1995, S. 75).

Komplexitätstreiber	Logistikbezug
12 Anzahl und Heterogenität Produkte (Produktprogrammbreite)	Die Produktprogrammbreite gilt als direkter Komplexitätstreiber in den Distributionssystemen (vgl. Lammers 2012, S. 3), zudem wird dadurch die Teilevielfalt beeinflusst (vgl. Mayer 2007, S. 109). Je größer das Produktprogramm ist, desto mehr Lagerflächen und Lagersysteme müssen für die Endprodukte bereitgestellt werden (vgl. Vachon / Klassen 2002, S. 221).
13 Anzahl von Produktvarianten im Logistiksystem	Wie auch die Produktprogrammbreite, erhöht die Variantenzahl die Teilevielfalt und gegebenenfalls die Prozessvarianz (z.B. Veränderungen beim Packen und Kommissionieren durch unterschiedliche Größen oder Verpackungen). Die Anforderungen an das Bestandsmanagement steigen ebenso wie die Gefahr von Fehlmengen (vgl. Vachon / Klassen 2002, S. 221). Die Nachfrage pro Variante reduziert sich in der Regel, sodass die Prognoseungenauigkeit erhöht wird (vgl. Christopher 2011, S. 162). Erhöhte Lagerbestände sind die Folge. Durch niedrige Bestellvolumina pro Teil/Variante steigen die Einkaufspreise. Disposition, Materialbereitstellung und Kommissionierung werden aufwendiger (vgl. Schulz 1994, S. 132). "Zur Steuerung des Materialflusses ist ein umfangreiches Steuerungssystem vonnöten, das die individuelle Zuführung von Teilen sicherstellt" (Lingnau 1994, S. 310). Eventuell ist auch eine variantenspezifische Ausgestaltung der Absatzkanäle notwendig (vgl. Lingnau 1994, S. 312).
14 Anzahl zusätzlicher Services und Dienstleistungen	Die Komplexität in Logistiksystemen wächst mit der Anzahl zusätzlicher logistischer Dienstleistungen und Services, die erbracht werden müssen, wie das Aufbauen von Möbeln bei der Distribution oder die Informationsbereitstellung in Form von Sendungsverfolgung.
15 Anzahl, Heterogenität der Teile / Materialien im logistischen System	Für die Teilevielfalt ist eine erhöhte Koordination in Beschaffung, Lagerung, Bereitstellung und Logistik erforderlich (vgl. Adam 1998, S. 36; Mayer 2007, S. 109; Olbrich / Battenfeld 2005, S. 161). Die Teileanzahl beeinflusst u.a. die Lagertechnik und die Kommissionierung (vgl. Kestel 1995, S. 67, 75 ff.). Unterschiedliche Abmessungen und Gewichte führen zu verschiedenen Ladungsträgern sowie unterschiedlichen Prognoseverfahren bei variierenden Wertigkeiten der Artikel (vgl. Gießmann 2010, S. 213). Mit steigender Teilevielfalt sinkt die Transparenz in der Materialbeschaffung und -bereitstellung und es kommt somit häufiger zu Fehl- und Falschlieferungen (vgl. Dürrschmidt 2001, S. 27). In der Beschaffung steigt die Anzahl der TUL-Prozesse sowie der Aufwand für Planung, Wareneingangskontrollen und Bestandsmanagement (vgl. Gießmann 2010, S. 210).
16 Anzahl und geographische Verteilung der Lieferanten / Quellen	Reduktion der Lieferanten führt zu partnerschaftlicher Zusammenarbeit. Damit sinken die Aktivitäten der Lieferantenpflege und des -wechsels. Es kommt zudem zur Reduktion operativer Einkaufsaktivitäten (vgl. Wildemann 1998, S. 56). Bei geographischer Verteilung der Lieferanten über Ländergrenzen hinaus sind sprachliche Barrieren, kulturelle Unterschiede und Zeitzonen zu berücksichtigen (vgl. Meyer 2007, S. 99). Die Länge der Transportwege sowie die Höhe der Transaktionskosten wachsen (vgl. Christopher 2011, S. 164).
17 Anzahl/ Heterogenität der Transportbehälter	Die Transportmittel und Fördersysteme sind auf die Behälter anzupassen. Eine mangelnde Standardisierung verhindert Automatisierung.
18 Bestandshöhe	Kleinere Sicherheitsbestände und Puffer erhöhen die Anforderungen an den Transport (vgl. Waidringer 2001, S. 3). Bei größeren Beständen kommt es dagegen zu steigenden Qualitätsproblemen durch das Veralterungs- und Schrottrisiko der Teile (vgl. Schweiger / Brunner 2006). Die Bestandshöhe ist maßgeblicher Aspekt bei der Dimensionierung des Lagers und der Kommissionierung (vgl. Kestel 1995, S. 75).

Komplexitätstreiber	Logistikbezug
19 Differenzierung von Vertriebswegen und Distributionskanälen	Die Differenzierung von Vertriebswegen und Distributionskanälen erfordert zusätzliche (Koordinations-)Kapazitäten im Vertriebsbereich (vgl. Adam 1998, S. 35). Beispielsweise müssen Fahrzeuge des Herstellers MAN bei der Selbstabholung aufwendig repräsentiert werden (vgl. Mayer 2007, S. 85). Wenn z.B. unterschiedlicher Arten der Verpackung für unterschiedliche Vertriebswege benötigt werden, steigt die Anzahl Produktvarianten im Distributionssystem.
20 Fertigungsorganisation	Je nach Fertigungsorganisation variieren die innerbetrieblichen Transportwege sowie die Höhe der Puffer und Bestände im System. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Fertigungs- und der Logistikkomplexität (vgl. Mayer 2007, S. 106).
21 Fertigungstiefe/ Wertschöpfungstiefe	Mit steigender Kooperation und Anzahl Fremdfertigteilen erhöht sich die Anzahl TUL-Prozesse außerhalb des Unternehmens. Die Komplexität der einzelnen Bereiche sinkt, während die Koordinationskomplexität steigt (vgl. Meyer 2007, S. 30).
22 Frequenz der Produktwechsel/ Produktlebenszyklen	Kürzere Produktlebenszyklen erhöhen die Anzahl Produktneueinführungen und sorgen somit für komplexere Abläufe der Logistik bei der Einführung (vgl. Geimer 2005, S. 42). Zudem wird die Anzahl an Bauteilen und Komponenten, die logistisch abzuwickeln sind, erhöht (vgl. Meyer 2007, S. 30).
23 Funktionsorientierung der Organisationsstruktur	Ein Beispiel erhöhter Komplexität durch Funktionsorientierung in der Logistik: Der Einkauf erhöht die Bestellmengen, um seine Konditionen zu verbessern. Dadurch werden aber auch unbeabsichtigt die Bedarfe für Lagerflächen und die Bestandhöhen vergrößert, was die Kapitalbindung steigert und die besseren Konditionen wieder ausgleicht.
24 geographische Verteilung und Anzahl von (Produktions-) Standorten	Durch die geographische Verteilung und Anzahl der Produktionsstandorte ergeben sich komplexere Materialflüsse und ein höherer Steuerungsaufwand (vgl. Geimer 2005, S. 42). Gegebenenfalls ergibt sich die Notwendigkeit der Anpassung des Logistiksystems an nationale Gegebenheiten (vgl. Heuermann 2002, S. 63). Die Herausforderung besteht in der kundenorientierten Organisation geographisch verteilter Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsnetze (vgl. Straube 2004, S. 49 f.).
25 Geschwindigkeit der Geschäftsprozesse (DLZ, Produktlebenszyklen)	Durchlaufzeiten können durch kleinere Losgrößen verringert werden. Diese führen allerdings zu instabilen Produktionsprozessen, für die die Bereitstellung und Logistik der Rohstoffe und Teile schwieriger zu bewältigen ist (vgl. Adam / Johannwille 1998, S. 8). Lange Durchlaufzeiten führen zudem häufig zu großen Beständen im Bereich der Halbfertigzeuge und Enderzeugnisse.
26 Globalisierung	Die zunehmende Globalisierung erhöht die Anforderungen an logistische Aktivitäten in Form von Länge der Transporte, Anzahl der Transportmittel, rechtlichen Bedingungen, usw. Zwischen den Unternehmen und dem Umfeld wächst die Zahl der Vernetzungen, was die Zahl der Störungen im Logistiksystem erhöht. Zusätzlich wird eine Identifikation der Ursachen erschwert, da die Transparenz logistischer Abläufe abnimmt (vgl. Dürrschmidt 2001, S. 27). Es entsteht ein kompliziertes Netzwerk von Firmenstandorten rund um den Globus (vgl. Eichen v.d. et al. 2005, S. 114).
27 Häufigkeit von Prozessanpassungen	Je häufiger Prozessanpassungen, beispielsweise in Transport, Lagerung, Umschlag, Kommissionierung, Organisation oder Verpackung nötig sind, desto komplexer ist das Logistiksystem und desto größer sind auch die Anforderungen an die Mitarbeiter und die Koordination und Kommunikation.

Komplexitätstreiber	Logistikbezug
28 Häufigkeit/ Heterogenität/ Größe von Bestellungen / Aufträgen (Bestellrhythmen)	Die Bestellungen haben Einfluss auf die Komplexität der Logistikprozesse (vgl. Schweiger 2005, S. 40). Je heterogener sie sind, desto schwieriger ist ihre Prognostizierbarkeit. Die Folge sind wachsende Bestände. In Abhängigkeit der Bestellungen und Aufträge sind die Hilfsmittel zu dimensionieren, welche bei stark schwankenden Mengen oft über- oder unterbelastet sind. Abnehmende Bestellmengen sorgen für steigende Einstandspreise. Die Bestandshöhen nehmen zu, während die Disposition erschwert wird. Es müssen zusätzliche Lieferantensuch- und Auswahlvorgänge bewältigt werden (vgl. Schweiger / Brunner 2006). Die Anzahl der Positionen pro Auftrag sowie die Häufigkeit von Aufträgen beeinflussen zudem die Kommissionierung (vgl. Kestel 1995, S. 76).
29 Heterogenität der gesetzlichen und Dokumentations-Anforderungen	Die Heterogenität der gesetzlichen und Dokumentationsanforderungen beeinflusst die Heterogenität und Anzahl durchzuführender Prozesse. So können gesetzlich beispielsweise unterschiedliche Packmaße vorgeschrieben sein, die ein Umpacken erforderlich machen bzw. für einen geringeren Auslastungsgrad der Transporthilfsmittel sorgen. Zudem kann die Anzahl zu bearbeitender Transportdokumente ansteigen.
30 Heterogenität der Transportanforderungen	Die Heterogenität der Transportanforderungen bestimmt die Dimensionierung und die Anforderungen an das Transportsystem. Je heterogener die Anforderungen sind, desto flexibler muss das Transportsystem ausgelegt werden.
31 Heterogenität des benötigten Personals	Je heterogener das benötigte Personal ist, desto komplexer gestaltet sich die Einsatzplanung. Beispiel aus dem Lager: Ein Gabelstaplerfahrer kann sowohl Ein- als auch Auslagertätigkeiten übernehmen. Wird bei der Auslagerung jedoch eine Qualitätsprüfung erforderlich, werden Zusatzqualifikationen benötigt. Hier kann nur Personal zum Auslagern eingesetzt werden, welches auch die Qualitätsprüfung übernehmen kann. Die Einsatzplanung wird erschwert.
32 Heterogenität und Anzahl der Kundenbedarfe/ -anforderungen bzgl. Technologie, Zeit, Geld usw.	Die Heterogenität der Kundenbedarfe übt indirekt Einfluss auf die Logistik aus, indem sie für die Erweiterung des Produktprogramms ausschlaggebend ist. Außerdem beeinflusst sie die Varianz der Distributionskanäle sowie die Anforderungen an logistische Dienstleistungen. Die Komplexität der Nachfrage besitzt insgesamt einen großen Einfluss auf die Logistik durch den Einfluss auf die Beschaffungs- und Absatzkomplexität (vgl. Mayer 2007, S. 108).
33 Heterogenität und Varietät der Schnittstellen	Die Schnittstellenproblematik besitzt Einfluss auf die Logistikprozesskomplexität (vgl. Schweiger 2005, S. 40).
34 Heterogenität von Strategien (z.B. von Beschaffungsstrategien)	Beispiel aus der Logistik: Der Produzent verfolgt eine Just-In-Time (JIT)-Anlieferung und verwendet lediglich kleine Puffer. Vom Lieferanten erwartet er die zeitgenaue Anlieferung entsprechend kleiner Mengen. Dies konkurriert mit der Strategie des Lieferanten seine Transportkapazitäten möglichst auszunutzen und dementsprechend Aufträge zu konsolidieren bis sein Transportfahrzeug gefüllt ist.
35 Historisch gewachsene Sonderprozesse/ Temporäre Prozessanpassungen	Historisch gewachsene Sonderprozesse verhindern die Standardisierung und Automatisierung. Dies gilt ebenso für Prozesse der Logistik, wie auch der Produktion o.ä.
36 Informationsasymmetrien und -lücken	Mangelnde Informationen fördern die Unsicherheit im System und erhöhen die Sicherheitsbestände. Anschauliches Beispiel ist der Bullwhip-Effekt.
37 Informationskomplexität/ Informationsüberfluss	Logistik ist als Querschnittsfunktion zwischen den einzelnen Akteuren stark von der Informationskomplexität betroffen. Der Datenüberschuss erschwert den Überblick und die Transparenz und verhindert schnelle Entscheidungen. Die Herausforderung besteht in der informationsseitigen Kopplung von Kundenbedarfen und Logistikprozessen (vgl. Meyer 2007, S. 30 f.).

Komplexitätstreiber	Logistikbezug
38 Instabilitäten in Gesetzgebung und Politik	Ein Beispiel für Instabilitäten in Gesetzgebung und Politik sind Embargos oder Zollbestimmungen, die einen erheblichen Einfluss auf die Funktionsfähigkeit des Transportsystems besitzen.
39 Konzentration auf Kernkompetenzen	Der Anteil an logistischer Leistung steigt durch die stärkere Arbeitsteilung. Häufig kommt es auch zur Fremdvergabe logistischer Dienstleistungen, da diese nicht unbedingt zu den Kernkompetenzen eines produzierenden Unternehmens zählen.
40 Kooperationstiefe, -breite und -umfang	Der Kooperationsumfang zeigt sich in neuen Logistikkonzepten wie der JIT-Anlieferung und der Belieferung durch Modullieferanten. Diese Konzepte bestimmen die Häufigkeit von Transporten sowie die Größe von Beständen und die Art der Lagerung.
41 Kundenindividuelle Auftragsproduktion	Sondermaße kundenindividueller Produkte erfordern Sonderlösungen in Transport und Lagerung. Ähnlich wie Produktneueinführungen erzeugen kundenindividuelle Produkte komplexere Abläufe in der Logistik.
42 Kurzfristige Änderungsmöglichkeiten des Kunden	Kurzfristige Änderungen erfordern Sonderprozesse wie beispielsweise Sonderlieferungen von Teilen und Materialien. Es werden flexible Prozesse, vor allem in Produktion und Logistik, benötigt.
43 Länge der Entscheidungswege	Je länger die Entscheidungswege, desto größer die zeitliche Beeinträchtigung der Prozesse im Logistiksystem und der Verlust an Flexibilität bei kurzfristigen Entscheidungen bzw. Änderungen.
44 Losgrößen (Größe und Fluktuation)	Kleinere Losgrößen führen zu instabilen Produktionsprozessen, für die die Bereitstellung und Logistik der Rohstoffe und Teile schwieriger zu bewältigen ist (vgl. Adam / Johannwille 1998, S. 8). Die Größe der Transportlose ist ein wichtiger Einflussfaktor auf den Transport: Die Transportmenge nimmt bei kleineren Losen ab, während die Anzahl der Transporte zunimmt (vgl. Kestel 1995, S. 92). Abnehmende Losgrößen führen zu einer erhöhten Arbeitsbelastung in Beschaffung und Logistik (vgl. Schweiger / Brunner 2006).
45 Mängel in der Definition, Kommunikation und Durchsetzung von Zielen	Mängel in der Definition, Kommunikation und Durchsetzung von Zielen verhindern ein einheitliches logistisches Zielsystem. Alle Tätigkeiten sind anhand dieses Zielsystems auszurichten. Mängel führen hier zur Nicht-Erfüllung der Ziele.
46 Mangelhafte Koordination/ Ganzheitlichkeit z.B. von Entscheidungen	Mangelnde Ganzheitlichkeit erhöht die Anzahl der Schnittstellen im logistischen System. Der soziale Kontext, der u.a. durch die Koordination von Entscheidungen zutage tritt, erhöht die Komplexität von Logistiksystemen (vgl. Nilsson 2005, S. 35). Uneinheitliche Entscheidungen resultieren in operationellen Symptomen eines komplexen Materialflusses (vgl. Childerhouse / Towill 2004, S. 589).
47 Mangelnde Prozesssynchronisation (intern/extern)	Je geringer die Synchronisation ist, desto größer ist die Anzahl an Schnittstellen im Logistiksystem. Sicherheitsbestände müssen erhöht werden, um Unsynchronitäten abzufangen.
48 Marktdynamik (wechselnde Kunden, Konkurrenz, Lieferanten, Rohstoffverfügbarkeit, Preise)	Auf eine hohe Marktdynamik wird häufig mit Anpassungen von Produkten und Prozessen reagiert. Dies führt zu wechselnden Anforderungen an das Logistiksystem.
49 Organisationsgrad / Freiheitsgrade	Der Organisationsgrad beeinflusst die Komplexität der Logistikprozesse (vgl. Schweiger 2005, S. 40). Hohe Freiheitsgrade und ein mangelnder Organisationsgrad verhindern eine Standardisierung logistischer Prozesse.
50 Parallele Prozesse/ Interaktionen	Durch parallele Prozesse und Interaktionen wird der Aufwand der Planung von Ressourcen, wie beispielsweise Transport-(hilfs-)mitteln oder Mitarbeitern erhöht.

Komplexitätstreiber	Logistikbezug
51 Produktarchitektur (Anzahl Bauteile, Fertigungsschritte, Größe, Beschaffenheit)	Die Produktarchitektur beeinflusst maßgeblich die logistische Leistung. So bestimmen die Stoß- und Druckempfindlichkeit der Produkte den Aufwand für Verpackung, Lagerung und Transport (vgl. Rao / Young 1994, S. 18). Besonders aufwendig sind die Logistikprozesse für Kühlprodukte. Je anspruchsvoller dabei die Lieferkonzepte, desto eher kommen Sondertransportträger zum Einsatz, was die Logistikkomplexität erhöht (vgl. Mayer 2007, S. 83).
52 Produktinnovationen	Produktinnovationen führen in der Regel zu neuen Produkten und Varianten, die in das logistische System eingeführt werden müssen. Dabei steigt zumeist auch die Anzahl logistisch abzuwickelnder Bauteile und Komponenten (vgl. Meyer 2007, S. 30).
53 Prozesslänge	Je länger die Prozesse sind, desto größer sind auch die Durchlaufzeit sowie die Variabilität in der Performance (vgl. Christopher 2011, S. 161).
54 schwankende Bedarfs- und Nachfragevolumina	Schwankende Bedarfs- und Nachfragevolumina erzeugen den sogenannten Bullwhip-Effekt (vgl. Blecker / Kersten / Meyer 2005, S. 49). Sicherheitsbestände werden erhöht, um Nachfragespitzen und Unsicherheiten ausgleichen zu können (vgl. Schulz 1994, S. 133). Die Komplexität der Lagerabläufe wird durch schwankende Mengen erhöht, häufig werden zusätzliche Beschaffungsvorgänge induziert (vgl. Gießmann 2010, S. 212).
55 Schwankender Bedarf an logistischen Dienstleistungen	Der schwankende Bedarf an logistischen Dienstleistungen erhöht die Planungsunsicherheit im Logistiksystem. Transport- und Lagersysteme sind so zu dimensionieren, dass auch Nachfragespitzen bearbeitet werden können. Der Auslastungsgrad sinkt.
56 Sonderprodukte Zusatzservices	Sonderprodukte und Zusatzservices führen häufig zu Sonderbehandlungen in Lager und Transport und erhöhen somit die Prozessvielfalt. Bei Ausführung zusätzlicher Dienstleistungen, z.B. Installation technischer Geräte bei Anlieferung durch den Spediteur oder Logistikdienstleister, steigen die Anforderungen an die Mitarbeiter.
57 Technologische Entwicklung	Steigende technologische Entwicklung führt zum Einsatz neuer Technologien, u.a. in der Logistikbranche. Die Anforderungen an das Personal im Umgang mit neuen Technologien steigen. Häufig werden alte Technologien nicht restlos ersetzt, sondern bestehen nebeneinander mit neuen Technologien, sodass der Aufwand für Wartung und Betrieb steigt.
58 Unsicherheit zukünftiger Entwicklungen und Trends/ Prognosegenauigkeit	Die Lager- und Transportsysteme sind entsprechend neuer Trends und Entwicklungen anzupassen. Es bestehen Unsicherheiten über den Zeitbedarf logistischer Leistungen, wie Transporte (vgl. Waidringer 2001, S. 2). Um Prognosefehler auszugleichen, werden Sicherheitsbestände erhöht (vgl. Gießmann 2010, S. 214).
59 Unsynchronisierte Planungs- und Steuerungssysteme	Durch Unsynchronitäten in Planungs- und Steuerungssystemen werden Schnittstellen erhöht und der Materialfluss durch die einzelnen Prozesse behindert. Logistische Prozesse, die die einzelnen Prozessschritte miteinander verbinden, gewinnen an Bedeutung. Puffer werden eingerichtet, um einen harmonisierten Materialfluss zu gewährleisten.
60 Unternehmensgröße (Mergers and Acquisitions)	Mit steigender Unternehmensgröße steigt auch die Anzahl Mitarbeiter, Standorte, usw. In der Regel werden höhere Ansprüche an logistische Tätigkeiten gestellt. Beispielsweise steigt mit der Anzahl der Standorte auch die Anzahl benötigter Transporte.
61 Unterschiedlichkeit der Akteure	Je unterschiedlicher die Akteure sind, desto schwieriger ist die Standardisierung. Die Logistik ist dadurch in Form unterschiedlicher Packungsgrößen, Ladehilfsmittel oder Identifikationsverfahren betroffen. Die Unterschiedlichkeit der Akteure kann außerdem zu Kommunikationsproblemen und Sprachbarrieren sowie einem erhöhten Aufwand für Qualitätskontrollen und -audits führen (vgl. Gießmann 2010, S. 208).

Komplexitätstreiber	Logistikbezug
62 Unzureichende Kostenerfassung/ Mangelhafte Kostentransparenz	Die unzureichende Kostentransparenz betrifft nicht mittelbar die Logistik, sondern erhöht die Anzahl von Varianten und Teilen, da Komplexitätskosten als Gemeinkosten auf alle Produkte umgeschlagen werden und nicht nur auf die kostenerhöhende Variante. Dies erhöht wiederum die Komplexität der Logistik.
63 Varianz der Prozesse/ Standardisierungsgrad	Die Vielfalt und Varianz der Prozesse, beispielsweise im logistischen Bereich, erhöht die Anforderungen an die Mitarbeiter, verhindert Automatisierung und erhöht den Aufwand für die Planung und einen harmonisierten Materialfluss. Eine Synchronisation der Prozesse wird erschwert, die Schnittstellenzahl steigt.
64 Veränderte Anforderungen an Mitarbeiterkompetenzen	Durch die veränderten Anforderungen an die Kompetenzen der Mitarbeiter wird der Aufwand für das Personalmanagement gesteigert. In der Logistik wird der LKW-Fahrer heute nicht mehr nur zum Ausliefern der Ware eingesetzt, sondern fungiert häufig auch als Installateur/Errichter. Mitarbeiter müssen dahingehend geschult und ausgewählt werden. Der Aufwand für die Personaleinsatzplanung steigt durch eine heterogene Belegschaft und unterschiedliche Tätigkeiten.
65 Veränderte Ressourcenanforderungen	Die Anforderungen, die sich aus der Verfügbarkeit von Ressourcen ergeben, steigen. Viele Ressourcenvorkommen sind endlich (z.B. Öl) und müssen durch neue Technologien ersetzt werden. Für die Logistik bedeutet dies eine Steigerung der eingesetzten Technologien, wie z.B. erdgasbetriebene Fahrzeuge. Die Anforderungen der Kunden erfordern zudem den Einsatz neuer Materialien und Ressourcen.
66 Verlässlichkeit von Kunden und Zulieferern	Bei sinkender Verlässlichkeit von Kunden und Zulieferern steigen die Sicherheitsbestände, um unerwartete Lieferausfälle kompensieren zu können. Zudem ist die Verlässlichkeit strategieentscheidend, beispielsweise bei der Wahl einer Beschaffungsstrategie (Single Sourcing oder Multiple Sourcing).
67 Vernetzung der Prozesse/ Interdependenzen	Mit stärkerer Vernetzung der logistischen Prozesse steigen die Abhängigkeiten, die Schnittstellenproblematik wächst. Die Planung sowie die Synchronisation des Materialflusses werden erschwert.
68 Vernetzungsgrad der einzelnen Supply Chain Akteure + Unsicherheit darüber	Je größer der Vernetzungsgrad der Supply Chain Akteure untereinander ist, desto größer sind auch die Abhängigkeiten, die beachtet werden müssen. Die Logistik ist als Querschnittsfunktion stark von dieser Problematik betroffen und besitzt den größten Koordinationsaufwand innerhalb der Supply Chain.
69 Vielfalt der Prozesse (z.B. Anzahl von Bestellauslöseverfahren)	Die Vielfalt und Varianz der Prozesse, beispielsweise im logistischen Bereich, erhöht die Anforderungen an die Mitarbeiter, verhindert Automatisierung und erhöht den Aufwand für die Planung und einen harmonisierten Materialfluss. Eine Synchronisation der Prozesse wird erschwert, die Schnittstellenzahl steigt.
70 Vielfalt/ Inkompatibilität der IT-Lösungen	Die Vielfalt eingesetzter IT-Lösungen bestimmt maßgeblich die Anzahl der Schnittstellen. Um eine Kompatibilität der Lösungen erreichen zu können, sind zusätzliche Aufwände in Form von Releasewechseln oder Sonderlösungen notwendig. Der Aufwand für die Datenerfassung steigt. Die Logistik ist als unternehmensübergreifende Funktion besonders von der Heterogenität der IT-Lösungen betroffen.
71 Vielzahl Konditionensysteme (Mengenstaffeln, Boni)/ Preispolitik	Die Vielzahl Konditionensysteme bilden eine Sonderform der Variantenkomplicität. Unterschiedliche Mengenstaffeln und Boni beeinflussen die Größe und Heterogenität von Bestellmengen. Die Lager- und Transportsysteme sind darauf einzustellen.
72 Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt	Mit dem Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt steigt der Bedarf an kundenindividuellen Produkten. Dies erhöht die Varianten- und Teilevielfalt, die vom logistischen System abgewickelt werden muss.

Komplexitätstreiber	Logistikbezug
73 Zahl involvierter Länder	Die Zahl involvierter Länder beeinflusst vor allem das Transportsystem. Je mehr Staaten beteiligt sind, desto häufiger sind Kontrollen der Ladung erforderlich. Zudem steigen die Zahl der zu beachtenden Regeln und Gesetze sowie die Zahl der Umladungen. Das Logistiksystem muss gegebenenfalls an nationale Gegebenheiten angepasst werden (vgl. Heurmann 2002, S. 63).
74 Zentralisierung	Der Grad der Zentralisierung bestimmt den Planungs- und Steuerungsaufwand der einzelnen Instanzen. Bezogen auf das Lagersystem bestimmt die Zentralisierung die Bestandshöhen (Kapitalbindung) auf den einzelnen Lagerstufen, sowie die Anzahl der Transporte.
75 Zielkomplexität (Heterogenität, Varietät, Unsicherheit)	Logistische Ziele, wie Lieferzeit und -treue, gewinnen im Rahmen des Wandels vom Verkäufer- zum Käufermarkt an Bedeutung (vgl. Adam 1998, S. 33). Das Logistiksystem muss "sinkende Lieferzeitanforderungen bei höchster Termintreue und Lieferflexibilität" (Straube 2004, S. 1 f.) gewährleisten.
76 Zunahme Produktneueinführungen/Änderungshäufigkeit	Mit Zunahme der Produktneueinführungen steigt die Anzahl an Bauteilen und Produkten, die logistisch abzuwickeln sind. Vor allem die Einführungsphase neuer Produkte steigert die Komplexität der Abläufe in der Logistik (vgl. Geimer 2005, S. 42).

## E. Interviewleitfaden zu den Expertengesprächen

# Leitfaden für das Expertengespräch zum Thema „Komplexität in Logistiksystemen“

### Hintergrund

Die Logistik wird in zunehmendem Maße von Komplexität bestimmt. Ein geeignetes Komplexitätskostenmanagement ist notwendig, um entscheidende Wettbewerbsvorteile erzielen zu können. So konnte beispielsweise ein Schaltschrankhersteller mit Hilfe einer Komplexitätskostenanalyse eine Ertragssteigerung von 30 % erzielen (Schuh 2013).

### Zielsetzung

Im Rahmen des Projektes „BeKoLog - Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen“ sollen Treiber von Komplexität und damit verbundene Kosten in Logistiksystemen identifiziert werden. Diese dienen später als Grundlage für die Entwicklung eines bausteinbasierten Komplexitätskostenmanagements, welches KMU zur Verfügung gestellt werden soll.

Wir führen dieses Gespräch heute durch, um mit Ihnen als Experte/n im Bereich Logistik über Megatrends zu sprechen und deren Auswirkungen auf die Komplexität von Logistiksystemen zu erarbeiten. Dies erfolgt mit dem Ziel, die Megatrends bei der zuvor angesprochenen Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Komplexitätskosten zu berücksichtigen.



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Das hier vorgestellte IGF-Vorhaben 17726 N/1 der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e.V. - BVL, Schlachte 31, 28195 Bremen wird über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ (AiF) e. V. im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

## Organisatorisches

Name/n: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Zeitraum: \_\_\_\_\_

Wie darf das Gespräch aufgezeichnet werden?

Tonaufnahme

stichpunktartig

## Kurzvorstellung Teilnehmer und Unternehmen

Bitte geben Sie uns einen kurzen Überblick über Ihr Unternehmen und Ihren Tätigkeitsbereich im Unternehmen.

## 1. Logistiksysteme

Im Rahmen des Forschungsprojektes sollen Komplexitätskosten in Logistiksystemen bewertet werden. Zunächst möchten wir ein einheitliches Verständnis von Logistiksystemen schaffen.

- a) Was verstehen Sie unter einem Logistiksystem?
- b) Welche Aufgabe übernimmt Ihr Unternehmen im Logistiksystem und welche Sichtweise haben Sie damit auf Logistiksysteme?

## 2. Komplexität in Logistiksystemen

Logistiksysteme werden in zunehmendem Maße von Komplexität geprägt. Ziel des Forschungsprojektes ist es, Komplexität in Logistiksystemen sowie deren Ursachen und Auswirkungen zu identifizieren. Dies bietet die Grundlage für die Entwicklung eines Komplexitätskostenmanagementansatzes.

### 2.1 Komplexität

- a) Was verstehen Sie unter Komplexität?
- b) Stellt Komplexität bzw. der Umgang damit ein Problem dar ...
  - ... in Ihrem Unternehmen?
  - ... in Logistiksystemen allgemein?

<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
-----------------------------	-------------------------------
- c) In welchen Bereichen?
- d) Warum?

### 2.2 Komplexitätstreiber

- a) Was sind die 5 einflussreichsten Treiber (Ursachen) für Komplexität ...
  - ... in Ihrem Unternehmen?
  - ... in Logistiksystemen allgemein?
- b) Wie gehen Sie mit diesen Komplexitätstreibern um?

### 2.3 Komplexitätsmanagement

- a) Betreiben Sie aktiv Komplexitätsmanagement in Ihrem Unternehmen?

<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
-----------------------------	-------------------------------
- b) Welche Wichtigkeit messen Sie Komplexitätsmanagement bei?

	b) Warum nicht?
--	-----------------
- c) Welche Methoden wenden Sie hierbei an?

	c) Welche Methoden sind Ihnen dennoch bekannt?
--	--
- d) Wie hat sich Ihr Komplexitätsmanagement in den letzten 3 Jahren (weiter-) entwickelt?

	d) Welche Wichtigkeit würden Sie Komplexitätsmanagement in Ihrem Unternehmen beimesen?
--	--

## 2.4 Komplexitätskosten

- a) Hat die vorhandene Komplexität einen Einfluss auf die Kosten...  
... in Ihrem Unternehmen?  
... in Logistiksystemen allgemein?
- ja  nein
- b) In welchen Bereichen? b) Warum nicht?
- c) Sind die mit der Komplexität verbundenen Kosten messbar?  
 ja  nein
- d) Wie? d) Warum nicht?

## 3. Megatrends und ihre Auswirkungen auf die Komplexität in der Logistik

Im Rahmen des Forschungsprojektes wollen wir Megatrends und deren Auswirkungen auf Logistiksysteme gezielt analysieren. Hierbei soll ein besonderer Fokus auf die Komplexitätsstruktur in Logistiksystemen und den damit verbundenen Kosten gelegt werden.

- a) Was verstehen Sie unter einem Megatrend?
- b) Was macht einen Trend zu einem Megatrend, wo ist die Abgrenzung zu einem Trend?
- c) Durch welche Megatrends ...  
... wird Ihr Unternehmen beeinflusst?  
... werden Logistiksystemen allgemein beeinflusst?
- d) Auf welche Teilbereiche eines Logistiksystems (Fokus Transport, Umschlag, Lagerung) wirken sich diese Megatrends (besonders) aus?
- e) Welchen Einfluss haben die genannten Megatrends auf die Komplexität...  
... in Ihrem Unternehmen?  
... in Logistiksystemen allgemein?
- f) Wie wirkt sich diese Komplexität auf die Kosten aus?
- g) Ist eine Messung der Komplexitätskosten (Wirkung der Megatrends) möglich?  
 ja  nein
- h) Messen Sie diese Komplexitätskosten in Ihrem Unternehmen? h) Warum nicht?  
 ja  nein
- i) Wie? i) Warum nicht?

## 4. Ausblick / Nächste Schritte

Dies waren die Fragen, die aus unserer Sicht für die weitere Projektbearbeitung hilfreich sind. Bestehen aus Ihrer Sicht weitere Aspekte, die im Projekt berücksichtigt werden sollten?

Vielen Dank für das Gespräch – Sie haben uns damit im Projektfortschritt sehr weitergeholfen. Wir laden Sie herzlich dazu ein, am 18. Juni um 14 Uhr bei der Präsentation der Ergebnisse an unserem Institut teilzunehmen. Anschließend haben Sie die Möglichkeit mit uns sowie anderen Praktikern über das Thema Komplexitätskosten zu diskutieren.

## F. Leitfaden für den Demonstrator



# Handbuch – MS Excel VBA Demonstrator

---



## **Inhaltsverzeichnis**

1. Einleitung.....	4
2. Programmablauf.....	6
2.1 Startseite .....	6
2.2 Login .....	7
2.3 Navigation .....	7
2.4 Auswahl Logistikprozessbausteine.....	8
2.5 Auswahl Megatrends.....	9
2.6 Auswahl Komplexitätskostentreiber .....	9
2.7 Eingabe der Kosten.....	10
2.8 Auswertung .....	12
2.9 Methodenauswahl .....	13
3. Quellenverzeichnis .....	14

## **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1: Startseite des BeKoLog-Demonstrators (MS Excel) .....	6
Abb. 2: Login-Maske des BeKoLog-Demonstrators.....	7
Abb. 3: Navigations-Maske des BeKoLog-Demonstrators.....	7
Abb. 4: Maske zur Auswahl geeigneter Bausteine.....	8
Abb. 5: Auswahl bestimmter Megatrends .....	9
Abb. 6: Auswahl eines Komplexitätskostentreibers.....	10
Abb. 7: Maske zur Eingabe der Kosten (Komplexitätskostentreiber) .....	11
Abb. 8: Navigation nach vollständiger Auswahl und Eingabe .....	11
Abb. 9: Auswertung.....	12
Abb. 10: Methodenauswahl .....	13

## 1. Einleitung

Der Demonstrator BeKoLog stellt ein Teilergebnis des Forschungsprojektes „Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen“ dar. Das IGF-Vorhaben 17726 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e.V. – BVL, Schlachte 31, 28195 Bremen wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie<sup>1</sup> aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Initiiert durch die Erkenntnis, dass steigende Komplexität den Logistikerfolg im Allgemeinen negativ beeinflusst (vgl. Gießmann 2010, S. 285) sowie durch die bestehenden Defizite im Umgang mit Komplexität hinsichtlich Transparenz, Bewertung, Zielsetzung und Steuerung (vgl. Bohne 1998, S. 11), war es das Ziel des Forschungsprojektes einen ganzheitlichen Ansatz zur Bewertung und Optimierung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen zu entwickeln. Dabei ist die Komplexität nicht pauschal zu minimieren, sondern unternehmensspezifisch zu gestalten (vgl. Schuh 2005, S. 43).

Im Wesentlichen konnten bei dem Vorhaben zwei Teilziele unterschieden werden: Zum einen muss Transparenz bezüglich der Komplexitätswirkungen sowie -kosten und deren Ursachen geschaffen werden. Darauf aufbauend können Potenziale erkannt und Managementhandlungsempfehlungen abgeleitet werden (vgl. Gießmann 2010, S. 291). Zum anderen ist auf Basis der analysierten Abläufe und Zusammenhänge der richtige Umgang mit bestehenden und zukünftigen Komplexitätssituationen zu wählen.

Um die Identifikation von Komplexitätskosten zu ermöglichen, wurde das Logistiksystem in Subsysteme, sogenannte Logistikprozessbausteine unterteilt. Diese Zergliederung ermöglicht neben der generischen Anwendbarkeit für unterschiedlichste Unternehmen, die Fokussierung einzelner Problembereiche. Die Systemkomplexität als Ganzes wird dadurch reduziert, ohne dabei die Beziehungen der Systemelemente zu vernachlässigen. Dies ermöglicht eine robustere und effizientere Systembeschreibung (vgl. Scherf 2003, S. 7).

Mithilfe der ermittelten Komplexitätstreibersammlung und deren Logistik- sowie Kostenbezüge können die spezifischen Ursachen der Komplexität lokalisiert und quantifiziert werden. Wichtig ist hierbei die Berücksichtigung der Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den einzelnen Treibern, um lokale Einzeloptimierungsmaßnahmen zu vermeiden.

Zudem erfolgte eine Berücksichtigung von aktuellen Megatrends in der Logistik. Auf diese Weise können die zukünftigen Kosteneffekte der Komplexität abgebildet werden. Die Quantifizierung von

---

<sup>1</sup> zum Zeitpunkt der Projektbewilligung „Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie“

Komplexitätskosten erweist sich in der Praxis als äußerst schwierig. Komplexitätskosten sind, ähnlich wie die Transaktionskosten, als gedankliche Gebilde zu sehen, die für die Analyse betriebswirtschaftlicher Phänomene geeignet sind, nicht jedoch für eine klare Operationalisierung (vgl. Olbrich / Battenfeld 2000, S. 5). Das hier entwickelte Konzept schafft trotz alledem einen Ansatz, um ein grundlegendes Verständnis für Komplexitäten und deren Auswirkungen auf die Kostensituation des Unternehmens zu entwickeln.

Die tatsächliche Quantifizierung von Komplexitätskosten erfolgte über ein Gedankenkonstrukt, welches angelehnt an die Grundidee des Zero-Base-Budgeting entwickelt wurde. An dieser Stelle wurden die Komplexitätskostentreiber mit den Logistikprozessbausteinen verbunden und anhand einer Null-Basis, dem Ausgangskomplexitätsgrad, vorliegende Komplexitätskosten in Logistiksystemen bestimmt. Über den Vergleich von Ist- und Sollkosten kann ein Potenzial abgeleitet werden. Den einzelnen Komplexitätskostenarten und Logistikprozessbausteinen wurden im Rahmen des Projektes Managementhandlungsempfehlung zugeordnet, so dass Unternehmen bei der Anwendung des entwickelten Software-Demonstrators konkrete Maßnahmen zur Hebung des ermittelten Potenzials vorgeschlagen werden. Dies unterstützt bei der Etablierung eines passenden Komplexitätsmanagements im Unternehmen.

Weiterführende Informationen sind dem Abschlussbericht zu entnehmen.

## 2. Programmablauf

Im folgenden Kapitel wird die Benutzung des Demonstrators Schritt für Schritt erläutert und an einem einfachen Beispiel durchgeführt. Zur Lösung konkreter Probleme während der Benutzung des Demonstrators, kann die implementierte Hilfefunktion verwendet werden.

### 2.1 Startseite

Auf der Startseite des BeKoLog-Demonstrators ist im unteren Abschnitt der Förderhinweis des Projektes zu sehen. Die Logos der beteiligten Projektpartner sind um das BeKoLog-Logo angeordnet. Per *Klick* auf die jeweiligen Logos, wird automatisch die Homepage des Partners im Standard-Browser aufgerufen. Zentral über dem Logo, ist zudem die Projektseite verlinkt. Es wird empfohlen sich vor dem Aufrufen externer Links den *Disclaimer* durchzulesen, welcher per *Klick* auf den entsprechenden Button aufgerufen werden kann.

Per *Klick* auf das BeKoLog-Logo (vgl. Abb. 1) wird der Demonstrator gestartet und eine Login-Maske aufgerufen.



Abb. 1: Startseite des BeKoLog-Demonstrators (MS Excel)

## 2.2 Login

Der Login für den BeKoLog-Demonstrator wird standardmäßig mittels Eingabe von Benutzernamen und Passwort durchgeführt (vgl. Abb. 2). Ein Standardbenutzer und Standardpasswort sind bei der Weitergabe des Demonstrators übermittelt worden.



Abb. 2: Login-Maske des BeKoLog-Demonstrators

Wurde ein registrierter Benutzername mit zugehörigem Passwort eingegeben, wird dem Nutzer über die Anzeige einer Begrüßungsbotschaft der Zugang zum Navigationsbereich des Demonstrators signalisiert.

## 2.3 Navigation

Die Maske *Navigation* des BeKoLog-Demonstrators bildet das zentrale Steuerungsinstrument, um zwischen den verschiedenen Eingaben- und Auswahlfunktionalitäten umzuschalten (vgl. Abb. 3).



Abb. 3: Navigations-Maske des BeKoLog-Demonstrators

Die Fußleiste markiert im gesamten Demonstrator einen Funktionsbereich, der sich zentral auf die Navigation zwischen den Masken bezieht. Zusätzlich besteht über einen *Klick* auf den Button *Hilfe* die Möglichkeit eine Hilfe-Seite im PDF-Format zu der jeweiligen Maske zu erhalten. Grundsätzlich ist die Navigation in vier Bereiche untergliedert. Im linken Bereich der Navigation ist der Auswahlbereich zu

sehen, in der Mitte der Eingabe- und Ergebnisbereich und im rechten Bereich kann die Benutzerkontensteuerung erreicht werden.

Bestimmte Buttons, wie die Auswahl des Komplexitätskostentreibers können zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht ausgewählt werden und erfordern zunächst die Auswahl bestimmter Bausteine und Megatrends. Die Umrandung der individuellen Felder markiert jeweils, ob die Maske schon bearbeitet wurde (türkis) oder ob die Bearbeitung noch erforderlich ist (orange). Es wird empfohlen mit der Auswahl der Bausteine zu beginnen.

## 2.4 Auswahl Logistikprozessbausteine

Ziel dieser Maske ist die Auswahl geeigneter Logistikprozessbausteine. Zu diesem Zweck werden dem Nutzer bestimmte Filter und Auswahlmöglichkeiten bereitgestellt. In der linken Liste ist eine Auswahl von standardmäßig allen verfügbaren Bausteinen abgebildet (vgl. Abb. 4).

The screenshot shows a software interface for selecting logistics process building blocks. It is divided into several sections:

- Logistikaufgaben:** A list of tasks with checkboxes:  Transport,  Umschlag,  Lagerung,  Sonderleistungen.
- Ebene:** A list of levels with checkboxes:  operativ,  administrativ.
- Beschreibung:** A text field containing "Verpackung und Etikettierung der Waren zur Bereitstellung für den Versand".
- Auswahl Bausteine:** A list of building blocks with radio buttons. The selected item is "Verpacken und Etikettieren".
- Ausgewählte Bausteine:** A list of selected building blocks with radio buttons:  Auslagern,  Auftragsbearbeitung,  Kommissionieren/Konfektionieren,  Verpacken und Etikettieren.

At the bottom of the interface, there are buttons for "Hilfe" (Help) and "OK".

Abb. 4: Maske zur Auswahl geeigneter Bausteine

Diese Auswahl kann durch die Filterfunktion im oberen linken Bereich der Maske beeinflusst werden. Der Filterprozess lässt sich hierbei anhand zweier Dimensionen (Logistikaufgaben und Ebene)

durchführen. Der Auswahlprozess erfolgt mittels *Drag and Drop* vom linken Listenfeld in das Rechte. Zudem wird zu jedem aktiven, in der linken Liste ausgewählten, Baustein im oberen rechten Feld der Maske eine Beschreibung angezeigt. Durch *Klick* auf den Button *OK* wird die Auswahl der Bausteine bestätigt. Nach dem Abschluss der Bausteinauswahl, wird das Feld um den Auswahl-Button in türkisfarben umrandet dargestellt und es kann mit der Auswahl der Megatrends fortgefahren werden.

## 2.5 Auswahl Megatrends

Die Maske *Auswahl Megatrends* erfordert die Auswahl von einem oder mehreren Megatrends, welche im konkreten Anwendungsfall von Bedeutung sind. Durch *Klick* auf einen individuellen Megatrend in der linken Liste, wird die entsprechende Beschreibung im rechten Bereich der Maske angezeigt (vgl. Abb. 5). Ein Haken im linken Listenfeld der Maske deutet an, dass der Megatrend ausgewählt wurde. Mit *Klick* auf den Button *OK* wird die Auswahl der Megatrends bestätigt.

Auswahl von Megatrends:	Beschreibung:
<input checked="" type="checkbox"/> Globalisierung	Besonders Transportunternehmen sind zunehmend beeinflusst und eingeschränkt durch Vorschriften. Zusätzlich ändern sich diese Regelungen stetig. Die damit verbundene Unsicherheiten und die Notwendigkeit für die Unternehmen sich diesen anzupassen, bedeutet für Logistikunternehmen flexibel zu sein und ihre Ressourcen zu binden (Straube und Pfohl 2008, S. 14). Der Megatrend Compliance wird stark durch die Politik geprägt. Compliance kann zudem zur Änderung der Produktpalette einzelner Unternehmen führen, woraus wiederum alternative Transportansprüche resultieren.
<input type="checkbox"/> Individualisierung	
<input type="checkbox"/> Containerverkehr	
<input type="checkbox"/> Kostendruck	
<input type="checkbox"/> Nachhaltigkeit	
<input type="checkbox"/> Entsorgungslogistik	
<input checked="" type="checkbox"/> Compliance	
<input type="checkbox"/> Demografischer Wandel	
<input checked="" type="checkbox"/> Fachkräftemangel	
<input type="checkbox"/> neue Technologien	
<input checked="" type="checkbox"/> RFID	
<input type="checkbox"/> Alternative Antriebe	
<input type="checkbox"/> 3D-Druck	
<input type="checkbox"/> IT-Integration	
<input type="checkbox"/> Transparenz	
<input type="checkbox"/> E-Business	

Hilfe OK

Abb. 5: Auswahl bestimmter Megatrends

Nachdem sowohl Bausteine als auch Megatrends ausgewählt wurden, wird die Funktionalität des Buttons *Komplexitätstreiber* aktiviert.

## 2.6 Auswahl Komplexitätskostentreiber

Ausgehend von der Auswahl der Bausteine und entsprechenden Megatrends erfolgt eine sortierte Darstellung der relevanten Komplexitätskostentreiber (vgl. Abb. 6). Diese sind anhand des Merkmals

Häufigkeit (Anzahl Expertenennung) in absteigender Reihenfolge sortiert. Zudem erfolgt eine Bewertung der Kosteneffekte bzgl. der ausgewählten Megatrends, wobei rote Farbe steigende Komplexitätskosteneffekte und grüne Farbe sinkende Komplexitätskosteneffekte symbolisiert. Ist die Farbe gelb, kann keine Tendenz zugeordnet werden, der Zustand ist indifferent.

Komplexitätskostentreiber:	Häufigkeit:	Kosteneffekte:	Beschreibung:
Drag & Drop >>	- 0		
<input checked="" type="radio"/> Senken / Abnehmer	19	Yellow bar	Anzahl und geographische Verteilung Abnehmer / Kunden / Senken (Absatzmarkt)
<input type="radio"/> Produktprogrammbreite	16	Red bar	
<input type="radio"/> Prozessvielfalt	12	Red bar	
<input type="radio"/> Quellen / Lieferanten	11	Red bar	
<input type="radio"/> Kunden / Märkte	11	Red bar	
<input type="radio"/> Transportanforderungen	10	Red bar	
<input type="radio"/> IT-Lösungen	8	Red bar	
<input type="radio"/> Produktprogrammtiefe	8	Red bar	
<input type="radio"/> Transportbehälter	7	Green bar	
<input type="radio"/> Gesetze / Dokumentationen	7	Red bar	
<input type="radio"/> Services / Dienstleistungen	7	Red bar	
			<b>Ausgewählter Treiber:</b>
			<input type="radio"/> Senken / Abnehmer

Abb. 6: Auswahl eines Komplexitätskostentreibers

In diesem Schritt ist ein Komplexitätskostentreiber für die weitere Betrachtung auszuwählen. Die ermittelte Häufigkeit sowie die Kosteneffekte geben anhand der Sortierung eine Priorisierung, welcher Komplexitätskostentreiber auszuwählen ist. Dem Benutzer ist jedoch freigestellt von dieser abzuweichen. Eine Beschreibung des jeweils ausgewählten Treibers findet sich im oberen rechten Feld.

## 2.7 Eingabe der Kosten

Im Anschluss an die Auswahl eines Komplexitätskostentreibers werden die jeweiligen ausgewählten Bausteine hinsichtlich bestimmter Kostenarten bewertet. Dabei sind für jeden Baustein die Gesamtkosten und der prozentuale Anteil der Komplexitätskosten anzugeben (vgl. Abb. 7). Standardmäßig sind alle Kostenarten eines Bausteins ausgewählt. Durch Aktivierung des Filters, können jedoch nur Eingaben zu denjenigen Kostenarten getätigt werden, welche bereits hinsichtlich ihres Kosteneinsparpotenzials im Rahmen des Forschungsprojektes bewertet wurden (Schiebregler *Bewertung* im unteren Abschnitt der Maske). Jede individuelle Kostenart muss dabei anteilig an den Gesamtkosten bewertet werden. Dabei soll sinnvollerweise eine Summe von 100% erreicht werden.

Abb. 7: Maske zur Eingabe der Kosten (Komplexitätskostentreiber)

Die Eingaben zu jeder Kostenart eines Bausteins müssen über den Button *Speichern* bestätigt werden. Durch *Klick* auf den Button *OK* wird die Eingabe der Kosten abgeschlossen. Nach Eingabe der Komplexitätskosten sollte die Situation in der Navigation wie folgt aussehen (vgl. Abb. 8):

Abb. 8: Navigation nach vollständiger Auswahl und Eingabe

Durch Klicken auf den Button *Auswertung* wird der Nutzer zum finalen Ergebnisbereich weitergeleitet.

## 2.8 Auswertung

In der Maske Auswertung sind in Form eines Netzdiagramms die jeweiligen Kostenarten abgebildet (vgl. Abb. 9). Es erfolgt eine Betrachtung über alle Bausteine eines Komplexitätskostentreibers. Die Skalierung des Netzdiagramms erfolgt in absoluten Zahlen (€). Dabei wird zwischen der Ist-Situation (blau) und der Soll-Situation (türkis) unterschieden. Der jeweilige Differenzbetrag (Delta) spiegelt eine Schätzung möglicher Einsparpotenziale wieder. Im vorliegenden Beispiel ist das Delta im Bereich der Kostenart *Planung* am größten. Es wird empfohlen mit dem größten Delta in der Analyse fortzufahren.

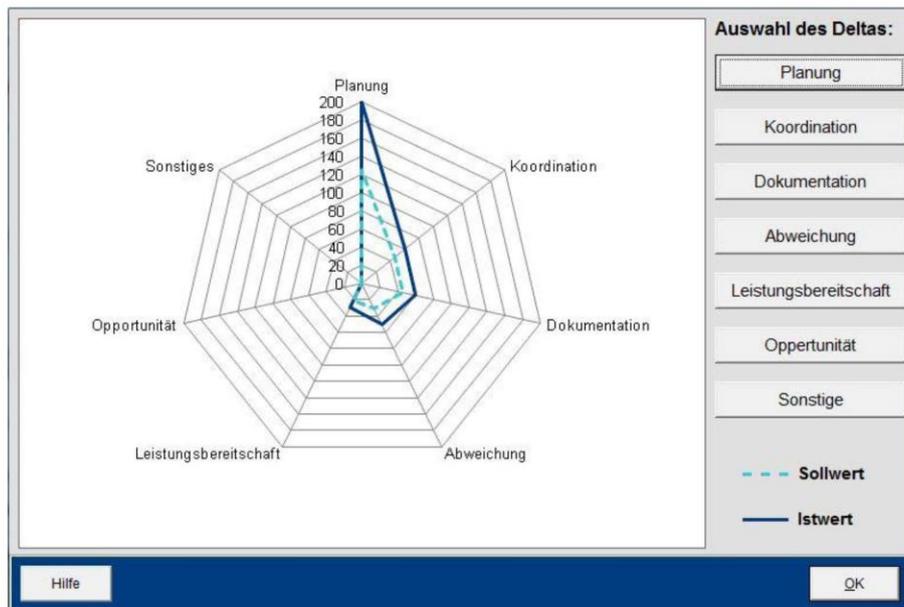


Abb. 9: Auswertung

Mit dem *Klick* auf eine der Kostenarten im rechten Bereich der Maske, wird der Nutzer zur Auswahl bestimmter Methoden weitergeleitet.

## 2.9 Methodenauswahl

Der finale Schritt im Vorgehen besteht in der Auswahl geeigneter Methoden zur Erreichung identifizierter Kostenpotentiale. Zu diesem Zweck wird dem Nutzer abhängig von der gewählten Kostenart eine gefilterte Liste bestimmter Methoden angeboten (vgl. Abb. 10). Über den Button *anzeigen*, wird die ausgewählte Methode im PDF-Format dargestellt.

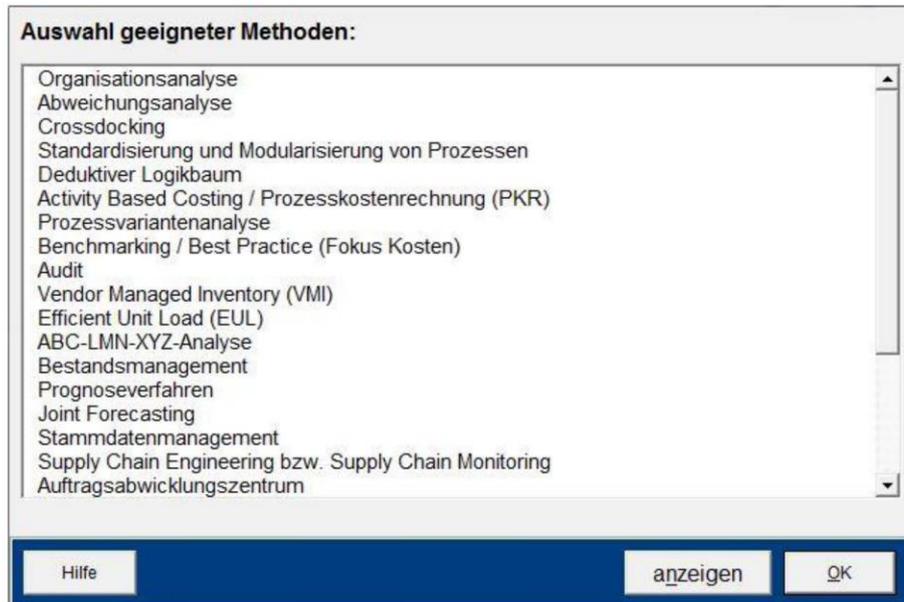


Abb. 10: Methodenauswahl

### 3. Quellenverzeichnis

**Bohne, F. (1998):** *Komplexitätskostenmanagement in der Automobilindustrie: Identifizierung und Gestaltung vielfaltsinduzierter Kosten*, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.

**Gießmann, M. (2010):** *Komplexitätsmanagement in der Logistik: Kausalanalytische Untersuchung zum Einfluss der Beschaffungskomplexität auf den Logistikerfolg*, 1. Aufl., Lohmar, Köln: Eul.

**Olbrich, R.; Battenfeld, D. (2005):** Variantenvielfalt und Komplexität — kostenorientierte vs. marktorientierte Sicht, in: *der markt*, Jg. 44, 3-4, S. 161-173.

**Scherf, O. (2003):** *Komplexität aus systemischer Sicht*, Bamberg: Difo-Druck GmbH.

**Schuh, G. (2005):** *Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools*, 2., überarb. und erw. Auflage, München u.a.: Hanser.

## G. Validierungs-Fragebogen



### Bewertung von KoMplexitätskosten in Logistiksystemen

#### Validierung der Projektergebnisse

Wie beurteilen Sie folgende Aussagen hinsichtlich der Bewertung von Komplexitätskosten in Logistiksystemen durch die Methodik?

Die Methodik ...	Stimme voll und ganz zu	Stimme zu	Neutral	Stimme nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu	Unentschlossen
... ermöglicht mir eine ganzheitliche Betrachtung der Komplexität und der damit verbundenen Kosten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
... hilft mir bei der Erfassung von Komplexität in Logistiksystemen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
... unterstützt mich bei der Identifikation von Komplexitäts(kosten)treibern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
... zeigt mir Wirkzusammenhänge der Komplexitäts(kosten)treiber auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
... ermöglicht mir die Bewertung von Komplexität auf Basis von Messgrößen (Kosten).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
... bildet den Einfluss der Komplexitätskostentreiber (Stärke und Richtung) ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
... ist flexibel einsetzbar und auch bei Änderungen äußerer Rahmenbedingungen robust.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

- bitte wenden -

## Validierung der Projektergebnisse

Wie beurteilen Sie folgende Aussagen hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit und Anwendung der Methodik?

Die Methodik ...	Stimme voll und ganz zu	Stimme zu	Neutral	Stimme nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu	Unentschieden
... ist strukturiert und verständlich aufgebaut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
... ist mit vertretbarem Aufwand anwendbar und somit praktikabel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
... ist in einem wiederholbaren Zyklus anwendbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
... kann ohne großen Aufwand in bestehende Prozesse / ins Unternehmen integriert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Hier können Sie weitere Anregungen platzieren, die dieses Projekt betreffen:

---



---



---



---

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!