

Logistikmanagement

Herausforderungen, Chancen und Lösungen
Band II

Eric Sucky, Björn Asdecker, Alexander Dobhan,
Sabine Haas, Jonas Wiese (Hrsg.)

LM 11 BAMBERG



UNIVERSITY OF
BAMBERG
PRESS



Schriftenreihe
Logistik und Supply Chain Management

Schriftenreihe
Logistik und Supply Chain Management

Herausgegeben von

Prof. Dr. Eric Sucky
Björn Asdecker
Alexander Dobhan
Sabine Haas
Jonas Wiese

Band 4



University of Bamberg Press 2011

Logistikmanagement

Herausforderungen, Chancen & Lösungen
Band II

Eric Sucky
Björn Asdecker
Alexander Dobhan
Sabine Haas
Jonas Wiese
(Hrsg.)



University of Bamberg Press 2011

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Informationen sind im Internet über <http://dnb.ddb.de/> abrufbar

Dieses Werk ist als freie Onlineversion über den Hochschulschriften-Server (OPUS; <http://www.opus-bayern.de/uni-bamberg/>) der Universitätsbibliothek Bamberg erreichbar. Kopien und Ausdrücke dürfen nur zum privaten und sonstigen eigenen Gebrauch angefertigt werden.

Herstellung und Druck: Digital Print Group, Nürnberg
Umschlaggestaltung: Dezernat Kommunikation und Alumni

© University of Bamberg Press Bamberg 2011
<http://www.uni-bamberg.de/ubp/>

ISSN: 2191-2424
ISBN: 978-3-86309-023-4 (Druck-Ausgabe)
eISBN: 978-3-86309-024-1 (Online-Ausgabe)
URN: urn:nbn:de:bvb:473-opus-3418

Schriftenreihe

Logistik und Supply Chain Management

Herausgegeben von

Prof. Dr. Eric Sucky

Björn Asdecker

Alexander Dobhan

Sabine Haas

Jonas Wiese

Kontakt:

Univ.-Prof. Dr. Eric Sucky, Otto-Friedrich-Universität Bamberg,
Lehrstuhl für BWL, insb. Produktion und Logistik,
Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg

Das erfolgreiche Management sowohl unternehmensinterner als auch unternehmensübergreifender Wertschöpfungsprozesse, Wertschöpfungsketten und ganzer Wertschöpfungsnetzwerke basiert im Besonderen auf dem zielgerichteten Einsatz von bestehenden und weiterentwickelten Methoden und Konzepten des Produktions- und Logistikmanagements sowie des Operations Research, dem Einsatz von innovativen Informations- und Kommunikationstechnologien sowie theoretischen und praktischen Erkenntnissen des Kooperationsmanagements. Die Schriftenreihe dient der Veröffentlichung neuer Forschungsergebnisse auf den Gebieten Logistik und Supply Chain Management. Aufgenommen werden Publikationen, die einen Beitrag zum wissenschaftlichen Fortschritt in Logistik und Supply Chain Management liefern.

Geleitwort

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Logistik-
management 2011,

der Schwerpunkt Produktion und Logistik an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg steht abgesehen von einer exzellenten Qualität der Lehre vor allem für den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden in die Praxis. Die Schnittstelle zwischen Theorie und Praxis aktiv zu beleben und mitzugestalten, ist ein wichtiges Ziel des Lehrstuhls, der sich spezialisiert hat auf die Planung, Organisation und Steuerung von Material- und Warenflüssen, insbesondere auf die Koordination von Lieferketten. Es freut mich daher umso mehr, dass wir in diesem Jahr die 7. Konferenz Logistikmanagement ausrichten dürfen. Ich bin gespannt auf interessante Präsentationen und Vorträge zum aktuellen Forschungsstand der betriebswirtschaftlichen Logistik und zum Supply Chain Management.

Nachdem in den vergangenen Jahren Orte wie Dresden, Regensburg oder Hamburg Gastgeber der Konferenz waren, sind wir uns der Größe der Fußstapfen bewusst, in die wir treten. Ich danke Prof. Dr. Eric Sucky und seinem ganzen Lehrstuhlteam sehr herzlich für die Organisation der Veranstaltung.

Allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern wünsche ich fruchtbringende Einsichten und Gespräche!



Prof. Dr. theol. Dr. phil. habil. Godehard Ruppert
Präsident der Otto-Friedrich-Universität Bamberg



(Foto: David Ebener)

II Geleitwort

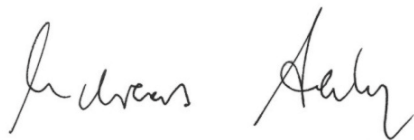
Als Oberbürgermeister freue ich mich sehr, dass die 7. Konferenz Logistikmanagement vom 28. bis 30. September in Bamberg stattfindet. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer heiße ich herzlich willkommen in unserer schönen Stadt, die seit 1993 zum UNESCO Welterbe zählt und jährlich rund zwei Millionen Touristen begeistert.

Bamberg ist aber nicht nur Weltkulturerbe, sondern auch ein prosperierender Wirtschaftsstandort mit zirka 47.000 abhängig Beschäftigten. Logistik ist hier ein wichtiger Erfolgsfaktor, da sie die sinnvolle und wirtschaftliche Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Branchen, einzelnen Unternehmen oder Unternehmensbereichen – auch international und weltweit – erst möglich macht.

Bamberg ist ein idealer Standort für erfolgreiche Konferenzen. Die Stadt bietet zahlreiche Möglichkeiten, den Austausch in entspannter und konstruktiver Atmosphäre zu intensivieren. Schon so manche Geschäftsbeziehung oder geniale Idee hat ihren Anfang in einer unserer gemütlichen Brauereigaststätten oder „auf dem Keller“ genommen. Ich hoffe, die Konferenz lässt Ihnen daher noch genug Zeit, logistische Herausforderungen von einer ganz anderen Seite kennen zu lernen: taktisches Einverleiben der leckeren fränkischen Brotzeiten und süffigen Bamberger Biere.

Es grüßt Sie herzlich

Ihr



Andreas Starke

Oberbürgermeister der Stadt Bamberg



Sehr geehrte Konferenzteilnehmer,

die Leitlinie dieser Bundesregierung ist es, Mobilität zu ermöglichen, anstatt sie zu behindern. Im Interesse einer in die Zukunft gerichteten Güterverkehrspolitik ist dafür zu sorgen, dass der Transport von Gütern effizient und umweltgerecht gestaltet und multimodal ausgerichtet wird. Mit dem Aktionsplan Güterverkehr und Logistik haben wir gemeinsam mit Unternehmen und Verbänden Maßnahmen erarbeitet, die diese Ziele nachdrücklich verfolgen.

Die Herausforderungen dabei sind vielfältig: Es geht darum, den Logistikstandort Deutschland zu stärken, die Effizienz aller Verkehrsträger zu steigern und die Stärken aller Verkehrsträger durch optimal vernetzte Verkehrswege bestmöglich zur Geltung zu bringen. Außerdem müssen wir die Vereinbarkeit von Verkehrswachstum mit Umwelt- und Klimaschutz fördern und gute Arbeits- und Ausbildungsbedingungen im Transportgewerbe unterstützen.

Für die nächsten Jahre steht die Effizienzsteigerung des Gesamtverkehrsnetzes und des Zusammenspiels aller Verkehrsträger im Vordergrund. Wir setzen deutliche Akzente auf die Beseitigung von Engpässen sowie den Ausbau von Verkehrsknotenpunkten und Hauptachsen, aber auch von Hinterlandanbindungen. Dazu gehört auch die Entwicklung einer neuen Grundkonzeption für die Bundesverkehrswegeplanung mit Kriterien dafür, welche Projekte vorrangig umzusetzen sind.



A handwritten signature in black ink that reads "Andreas Scheuer". The script is fluid and cursive.

Dr. Andreas Scheuer

Koordinator der Bundesregierung für Güterverkehr
und Logistik

Vorwort der Herausgeber

Die vorliegenden Tagungsbände (Band I – Band III) dokumentieren die Ergebnisse der Konferenz Logistikmanagement 2011 (LM11), die vom 28. bis 30. September 2011 an der Otto-Friedrich-Universität in Bamberg stattfand. Nach Bremen (1999), Aachen (2001), Braunschweig (2003), Dresden (2005), Regensburg (2007) und Hamburg (2009) war die Otto-Friedrich-Universität Bamberg der siebte Gastgeber dieser zweijährig stattfindenden Tagung der Wissenschaftlichen Kommission Logistik (WK Logistik) im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. (VHB).

An den drei Veranstaltungstagen erwarteten die Teilnehmer mehr als 70 Vorträge aus Forschung und Best Practice in Logistik und Supply Chain Management, Podiumsdiskussionen, Workshops für den wissenschaftlichen Nachwuchs sowie ein attraktives Rahmenprogramm. Die Tagung Logistikmanagement 2011 bot somit ein Forum für die Präsentation und Diskussion des aktuellen Forschungsstandes der betriebswirtschaftlichen Logistik und des Supply Chain Managements.

Gerade in wirtschaftlich schwierigen Zeiten gilt es, die Zukunftsfähigkeit von Unternehmen und ganzen Wertschöpfungsketten zu erhalten, indem die Herausforderungen in der Logistik und dem Supply Chain Management aufgegriffen, Chancen herausgearbeitet und konkrete Lösungen ermittelt werden. Um diesem thematischen Schwerpunkt „Logistikmanagement – Herausforderungen, Chancen & Lösungen“ gerecht zu werden und die gesamte Breite der Forschung in der betriebswirtschaftlichen Logistik zu erfassen, wurden in Zusammenarbeit mit dem Konferenzkomitee mehr als 20 Tracks formuliert, für die Beiträge eingereicht werden konnten. Neben der klassischen Einreichungsform, welche neben dem Konferenzvortrag auch einen Beitrag für das Tagungsband umfasste, konnte auch „presentation only“ gewählt werden, d. h. eine reine Vortragspräsentation ohne begleitenden Beitrag für das Tagungsband. Sämtliche Einreichungen wurden auf Basis der Extended Abstracts begutachtet.

Während im Rahmen der Konferenz Logistikmanagement 2011 einzelne Tracks zu thematisch verbundenen Vortragssessions zusammengefasst wurden, ist in den vorliegenden Tagungsbänden bewusst auf eine solche Untergliederung verzichtet worden. Dadurch soll insbesondere dem prozess-, funktions- oder systemübergreifenden Charakter der behandelten Themen Rechnung getragen werden. Gerade in der etablierten Bezeichnung Supply Chain Management – ein vielleicht wenig glücklich gewählter Terminus – zeigt sich der Ansatz zu reintegrieren, was zuvor abgegrenzt, separiert und zerlegt wurde. Die in den vorliegenden Tagungsbänden zusammengestellten Beiträge geben unserer Meinung nach einen hervorragenden Überblick über den gegenwärtigen Forschungsstand der betriebswirtschaftlichen Logistik und des Supply Chain Managements. Die Zusammenstellung und Reihenfolge der Beiträge erfolgte wertungsfrei und ohne den Anspruch auf eine umfassende Abgrenzung der behandelten Themenbereiche.

Wir sind vielen Freunden, Kollegen, Unterstützern und Förderern zu Dank verpflichtet, ohne deren Hilfe und Mitarbeit die erfolgreiche Durchführung der Konferenz Logistikmanagement 2011 nicht möglich gewesen wäre. Zunächst bedanken wir uns bei den Autorinnen und Autoren, die mit hervorragenden Beiträgen und engagierten Vorträgen die Tagung mit Leben füllten. Herzlich bedanken wir uns auch bei den Mitgliedern des Programmkomitees, die den thematischen Rahmen der Konferenz gestalteten sowie bei den Gutachterinnen und Gutachtern, die unter größter Termindisziplin die eingereichten Beiträge beurteilten.

Des Weiteren gilt ein besonderer Dank den fünf hochkarätigen Referenten, Wolfgang Heyder, Manager der Brose Baskets Bamberg, Dr. Peter von Wartenberg, Senior Vice President der Bosch Solar Energy AG, Uwe Lübbermann, Geschäftsführer Premium-Cola, Ingo Boost, Leiter Vertrieb Monitoring Services Deutschland (Bosch Communication Center) sowie dem Logistik-Experten Prof. Peter Klaus, die mit ihren Keynotes die Tagung maßgeblich angereichert haben.

Für ihre Unterstützung bedanken wir uns bei dem Vorsitzenden der Wissenschaftlichen Kommission Logistik im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V., Prof. Dr. Frank Schultmann, seinem Stellvertreter Prof. Dr. Udo Buscher sowie bei der Nachwuchsobfrau der Wissenschaftlichen Kommission Logistik im VHB, Prof. Dr. Inga-Lena Darkow, die im Rahmen der Tagung mit großem Engagement den Workshop „Publish or Perish – Die Entwicklung einer geeigneten Publikationsstrategie“ für den wissenschaftlichen Nachwuchs organisiert und durchgeführt hat.

Herzlich bedanken wir uns bei Dr. Andreas Scheuer, Parlamentarischer Staatssekretär des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und Koordinator der Bundesregierung für Güterverkehr und Logistik, der spontan bereit war, die Schirmherrschaft für die Konferenz Logistikmanagement 2011 zu übernehmen. Bei dem Präsidenten der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Prof. Dr. theol. Dr. phil. habil. Godehard Ruppert, und dem Oberbürgermeister der Stadt Bamberg, Andreas Starke, bedanken wir uns für ihre Grußworte im Rahmen der Eröffnungsveranstaltung. Ihr Engagement ist auch ein Zeichen für den wahrgenommenen Stellenwert der Tagung.

Dank gilt der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, in deren Räumen die Konferenz stattfand sowie allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Tagungsbüros, der Presseabteilung, der Verwaltung, des Rechenzentrums sowie der Haustechnik der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, die uns immer mit Rat und Tat beiseite standen. Dem Verlag University of Bamberg Press danken wir für die professionelle und unkomplizierte Zusammenarbeit bei der Erstellung der Tagungsbände.

Ein herzlicher Dank gebührt den Sponsoren, die es durch ihren Einsatz und ihr Engagement erst ermöglicht haben, die Tagung in einem angemessenen Umfeld durchführen zu können. Im Einzelnen bedanken wir uns bei Capgemini Consulting, Ofa Bamberg GmbH, Bongrain Gruppe Deutschland, Redpoint Consulting AG, Andreae-Noris Zahn AG, Robert Bosch GmbH, HDE-Logistik GmbH sowie L-S-B Broadcast Technologies GmbH.

VI Vorwort

Auch bedanken wir uns nachdrücklich bei unseren Medienpartnern, VerkehrsRundschau, DVV Media Group GmbH, Logistik Heute und BuR - Business Research, für ihre großzügige Unterstützung.

Schließlich möchten wir allen Helfern des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Produktion und Logistik, der Otto-Friedrich-Universität Bamberg während der drei Konferenztage danken, allen voran Frau Roswitha Laukenmann, die durch ihre freundliche und hilfsbereite Art für einen reibungslosen Ablauf der Veranstaltung sorgten.

Bamberg im September 2011

Eric Sucky
Björn Asdecker
Alexander Dobhan
Sabine Haas
Jonas Wiese

Konferenzkomitee

Prof. Dr. Dorit Bölsche (HS Fulda)
Prof. Dr. Udo Buscher (TU Dresden)
Prof. Dr. Inga Lena Darkow (EBS Wiesbaden)
Prof. Dr. Jan Dethloff (HS Bremen)
Prof. Dr. Ralf Elbert (TU Darmstadt)
Prof. Dr. Michael Eßig (UniBW München)
Prof. Dr. Martin Josef Geiger (HSU Hamburg)
Prof. Dr. Ralf Gössinger (TU Dortmund)
Prof. Dr. Karl Inderfurth (Uni Magdeburg)
Prof. Dr. Alf Kimms (Uni Duisburg/Essen)
Prof. Dr.-Ing. Herbert Kopfer (Uni Bremen)
Prof. Dr. Herbert Kotzab (Uni Bremen)
Prof. Dr. Rainer Lasch (TU Dresden)
Prof. Dr. Dirk Chr. Mattfeld (TU Braunschweig)
Prof. Dr. Stefan Minner (Uni Wien)
Dr. Alexander Pflaum (Fraunhofer SCS)
Prof. Dr. Richard Pibernik (EBS Wiesbaden)
Dr. Jörn Schönberger (Uni Bremen)
Prof. Dr. Frank Schultmann (KIT Karlsruhe)
Prof. Dr. Stefan Seuring (Uni Kassel)
Prof. Dr. Thomas Stefan Spengler (TU Braunschweig)
Prof. Dr. Wolfgang Stölzle (Uni St. Gallen)
Prof. Dr. Eric Sucky (Uni Bamberg)
Prof. Dr. Stephan Wagner (ETH Zürich)
Prof. Dr. Carl Marcus Wallenburg (WHU Vallendar)

Vorwort zu Band II

Die vorliegenden Tagungsbände (Band I – Band III) dokumentieren die Ergebnisse der Konferenz Logistikmanagement 2011 (LM11), die vom 28. bis 30. September 2011 an der Otto-Friedrich-Universität in Bamberg stattfand. An den drei Veranstaltungstagen erwarteten die Teilnehmer mehr als 70 Vorträge aus Forschung und Best Practice in Logistik und Supply Chain Management, Podiumsdiskussionen, Workshops für den wissenschaftlichen Nachwuchs sowie ein attraktives Rahmenprogramm. Die in den Tagungsbänden zusammengestellten Beiträge geben unserer Meinung nach einen hervorragenden Überblick über den gegenwärtigen Forschungsstand der betriebswirtschaftlichen Logistik und des Supply Chain Managements.

Um diesem thematischen Schwerpunkt „Logistikmanagement – Herausforderungen, Chancen & Lösungen“ der Konferenz gerecht zu werden und die gesamte Breite der Forschung in der betriebswirtschaftlichen Logistik zu erfassen, wurden in Zusammenarbeit mit dem Konferenzkomitee 24 Tracks formuliert.

Im vorliegenden Tagungsband (Band II) finden sich die Beiträge zu den folgenden Tracks:

- Tourenplanung
- Transportlogistik
- Verkehrslogistik
- Logistik-Controlling
- Logistikoutsourcing
- Humanitäre Logistik
- Grüne Logistik und Nachhaltige Wertschöpfungsketten
- Reverse Logistics

Bamberg im September 2011

Eric Sucky
Björn Asdecker
Alexander Dobhan
Sabine Haas
Jonas Wiese

Inhaltsverzeichnis

Die Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen durch Kontraktlogistikdienstleister	1
Nikolai Kramer	
Analyzing the Volume Flexibility of Transportation Planning in Supply Chains	23
Bernd Hellingrath und Dominik Pfeiffer	
Integrierte operative Transportplanung: Ein Tabu Search Verfahren für die simultane Planung von Selbsteintritt und Fremdvergabe	41
Simon Holdorf, Felix Blümel, Maximilian Kopp und Xin Wang	
Route-based Combinatorial Auction for Collaborative Transportation Planning	61
Xin Wang und Herbert Kopfer	
Vehicle Routing and Refueling: The Impact of Price Variations on Tour Length	83
Thomas Bousonville, Alexandra Hartmann, Teresa Melo und Herbert Kopfer	
Die operative Steuerung von Cross-Docking-Centern mit Multiagentensystemen	103
Falko Zimmermann und Hans-Dietrich Haasis	
Quantifying impacts of supply chain management on company value	117
Marcus Brandenburg und Stefan Seuring	
Unternehmenswertorientiertes Logistik-Controlling durch Ableitung eines wertstrom- und kennzahlenbasierten Zielgrößensystems: Ein Abgleich zwischen Theorie und Praxis am Beispiel der Automobilzulieferindustrie	143
Verena Rieder	
Empfehlungen zur Gestaltung einer Balanced Scorecard für das Risikomanagement in der Logistik	169
Christoph Siepermann	
Kontraktlogistik für mittelständische Unternehmen	195
Sabine Haas	

Logistikdienstleistungsbeschaffung und nachhaltige Entwicklung: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung	211
Rudolf O. Large, Rahel Katharina Hartmann und Nikolai Kramer	
Beendigung von Kontraktlogistikbeziehungen - Dienstleisterperspektiven	233
Michael Drodofsky	
Humanitarian Logistics Operations: A Review	253
Nathan Kunz und Gerald Reiner	
Improving Humanitarian Logistics - Towards a Tool-based Process Modeling Approach	273
Adam Widera und Bernd Hellingrath	
Humanitäre Logistik versus kommerzielle Logistik	297
Hella Abidi und Matthias Klumpp	
Grüne Logistik – Flexibilität und Lieferzeit versus Ökologie?	317
Thomas Keuschen und Matthias Klumpp	
Nutzenpotenziale durch optimiertes Ladungsträgermanagement vor dem Hintergrund von „Green Logistics“	343
Heiko Raab und Sebastian Schad	
Entwurf von Reverse Logistics-Lösungen mit Methoden des Enterprise Architecture	357
Bernd Hellingrath, Carsten Böhle und Sebastian Terlunen	
Disassembly planning considering linear price-consumption functions	379
Christian Ullerich	
Strategische Planung des Recyclings von Lithium-Ionen- Traktionsbatterien	399
Claas Hoyer, Karsten Kieckhäfer und Thomas S. Spengler	
Retourenmanagement – Eine Literaturrecherche	421
Björn Asdecker	

Die Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen durch Kontraktlogistikdienstleister

Nikolai Kramer

Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Dienstleistungsmanagement,
insb. Unternehmenslogistik,
Universität Stuttgart, Keplerstraße 17, 70174 Stuttgart,
nikolai.kramer@bwi.uni-stuttgart.de

Zusammenfassung

Im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften binden Kontraktlogistikunternehmen zur Leistungserstellung Subdienstleister als Lieferanten kontraktlogistischer Teilleistungen ein. In der vorliegenden qualitativen Untersuchung werden diesbezüglich Ergebnisse von Interviews mit Mitarbeitern von Kontraktlogistikunternehmen dargestellt. Es zeigt sich ein breites Spektrum von Beschaffungsobjekten, das neben Dienstleistungen auch Sachleistungen, Infrastruktur und Personal umfasst. Diese werden in unterschiedlichen Teilprozessen beschafft, die parallel zum Ablauf des Kontraktlogistikgeschäftes verlaufen und durch intensive Kundeninteraktionsprozesse geprägt sind. Das Einwirken des Kunden kennzeichnet in besonderem Maße auch die Struktur des Buying-Centers zur Einbindung von Sublieferanten. Auf Ebene der Lieferantenstruktur zeigen sich sowohl wettbewerbliche als auch partnerschaftliche Beziehungen zwischen einem Kontraktlogistikdienstleister und seinen Zulieferern kontraktlogistischer Teilleistungen.

1 Einleitung

Der Kontraktlogistikmarkt zählt zu den bedeutenden Teilmärkten der Logistik.¹ Für viele Logistikdienstleister hat er sich zu einem attraktiven Geschäftsfeld entwickelt² und auch dem Forschungsfeld der Kontraktlogistik wird in den vergangenen Jahren ein zunehmendes Interesse entgegengebracht.³ Dabei spielt die Beschaffung von Kontraktlogistikdienstleistungen durch Industrie- und Handelsunternehmen eine besondere Rolle,⁴ wobei der überwiegende Teil wissenschaftlicher Beiträge eine auftraggeberbezogene Perspektive einnimmt.⁵

Kontraktlogistikunternehmen als Auftragnehmer eines Kontraktlogistikgeschäftes binden zur Leistungserstellung Subdienstleister als Lieferanten kontraktlogistischer Teilleistungen ein. Somit beschafft ein Logistikdienstleister im Rahmen eines Kontraktlogistikgeschäftes kontraktlogistische Teilleistungen von außerhalb des Unternehmens. Vor dem Hintergrund dieses Phänomens stellt sich die Frage, wie Kontraktlogistikdienstleister die Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen gestalten.

Obwohl das beschriebene Phänomen der Einbindung von Logistikdienstleistern durch Kontraktlogistikdienstleister in der Literatur Beachtung findet,⁶ fehlt bisher eine systematische Betrachtung der Beschaffungssituation in Kontraktlogistikunternehmen. Zur Schließung dieser Forschungslücke ist es das Ziel des Beitrages, die Beschaffungsfunktion in Kontraktlogistikunternehmen im Hinblick auf die Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen aufzudecken und zu strukturieren. Dafür werden, wie im zweiten Kapitel dargelegt, Methoden der qualitativen Sozialforschung angewendet.

Daran anknüpfend erfolgt zur Bearbeitung der Forschungsfrage die Ableitung von vier Teilforschungsfragen im Rahmen der Vorstrukturierung des Untersuchungsfeldes im dritten Kapitel. Diese beziehen sich auf die Beschaffungsobjekte, den Beschaffungsprozess, die aufbauorganisatorische Verankerung sowie auf die Lieferantenstruktur im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften. Im anschließenden vierten Kapitel werden das Vorverständnis und die konzeptionelle Strukturierung der vier Teilforschungsfelder dargestellt. Im fünften Kapitel werden Interviewaussagen von sieben, im Zeitraum von Februar bis April 2011 mit Mitarbeitern von Kontraktlogistikunternehmen geführten Interviews, zusammengefasst dargestellt. Aufbauend auf der Beschreibung der Befragungsergebnisse erfolgt ihre Interpretation und Verallgemeinerung in einem Diskussionsteil im sechsten Kapitel. Im abschließenden siebten Kapitel erfolgen eine Zusammenfassung der Forschungsergebnisse sowie die Definition weiteren Forschungsbedarfes.

¹ Vgl. Klaus/Hartmann/Kille (2010), S. 127 und S. 131.

² Vgl. Klaus (2007), S. 109-110.

³ Vgl. Marasco (2007), S. 140.

⁴ Vgl. Marasco (2007), S. 139.

⁵ Vgl. Selviaridis/Spring (2007), S. 130.

⁶ Vgl. Eßig (2007), S. 425; Baumgarten/Kasiske/Zadek (2002), S. 31; Persson/Virum (2001), S. 58.

2 Methodisches Vorgehen – Qualitative Sozialforschung

Ein Grundprinzip qualitativer Sozialforschung ist die Explikation und Dokumentation des Forschungsprozesses sowie die Erläuterung der angewendeten Methoden.⁷

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchung wird auf strukturentdeckende Methoden der qualitativen Sozialforschung zurückgegriffen. Methoden der qualitativen Sozialforschung werden mit dem Ziel angewendet, innerhalb wenig untersuchter Forschungsfelder durch die Rekonstruktion von Handlungen der wirtschaftlich tätigen Akteure bisher unbekannte Strukturen aufzudecken.⁸ Trotz des Prinzips der Offenheit gegenüber dem Forschungsgegenstand kann eine Vorstrukturierung des Untersuchungsfeldes, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung zu untersuchender Teilforschungsfragen, vorgenommen werden.⁹ Dieses erfolgt in Kapitel 3.

Zudem ist die Offenlegung des Vorverständnisses des zu untersuchenden Forschungsgegenstandes ein Grundprinzip qualitativer Sozialforschung.¹⁰ Dieses erfolgt im vierten Kapitel hinsichtlich der vier vorstrukturierten Teilforschungsfelder. Damit wird das Untersuchungsfeld zwar weiter eingegrenzt, die in den Interviews enthaltenen Aussagen werden jedoch nicht ausschließlich strukturbeschreibend, sondern gleichermaßen strukturverändernd und strukturschaffend verarbeitet.

Zuletzt sind die deskriptive Darstellung und anschließende Interpretation der erhobenen Daten ein typisches Vorgehen qualitativer Forschung.¹¹ So erfolgt im vierten Kapitel eine themenorientierten Darstellung der Interviewaussagen und im fünften Kapitel die Interpretation und Generalisierung je Teilforschungsfeld.

Hinsichtlich der angewendeten Methoden unterscheidet die qualitative Sozialforschung zwischen den Formen der Erhebung und der Auswertung sozialer Daten.¹² Erhebungsinstrumente dienen der Generierung von Datenmaterial, das hinsichtlich des Erkenntnisinteresses aussagekräftig ist.¹³ Mittels Auswertungsverfahren erfolgt die Analyse des Datenmaterials, das bedeutet die Beschreibung der Phänomene sowie die Reduktion des erhobenen Datenmaterials auf ihren Wesenskern.¹⁴ Die Erläuterung des verwendeten Erhebungsinstrumentes und des angewendeten Auswertungsverfahrens wird folgend vorgenommen.

Sowohl in der Betriebswirtschaftslehre als auch in der Logistikforschung ist das Interview eine häufig verwendete Erhebungsmethode.¹⁵ Die Absicht eines Interviews im Kontext qualitativer Sozialforschung ist es, den Untersuchungsgegenstand aus der Per-

⁷ Vgl. Mayring (2002), S. 19 ff.

⁸ Vgl. Kelle (2010), S. 34; Lamnek (2005), S. 90-91;

⁹ Vgl. Flick (1995), S. 150.

¹⁰ Vgl. Mayring (2002), S. 29-30.

¹¹ Vgl. Mayring (2002), S. 21-22.

¹² Vgl. Atteslander (2008), S. 4.

¹³ Vgl. Przyborski/Wohlrab-Sahr (2009), S. 15.

¹⁴ Vgl. Mayring (2002), S. 108.

¹⁵ Vgl. King (1997), S. 14; Frankel/Naslund/Bolumole (2005), S. 201.

spektive des Interviewten zu sehen.¹⁶ Die Subjektbezogenheit stellt Mayring als eines der zentralen Grundsätze qualitativer Forschung heraus.¹⁷

In der Literatur werden unterschiedliche Begrifflichkeiten und damit zusammenhängende Kriterien zur Beschreibung und Systematisierung verschiedener Interviewformen verwendet.¹⁸ Die im Rahmen dieser Untersuchung verwendete Erhebungsmethode wird als teilstrukturiertes Leitfadeninterview mit offenen Fragestellungen bezeichnet. Die Beschreibung des Interviews als teilstrukturiert bezieht sich auf die Freiheitsgrade des Interviewers. Als teilstrukturiert werden Interviews bezeichnet, innerhalb derer mit vorformulierten Fragen gearbeitet wird, wobei die Möglichkeit besteht, sich ergebene Themenbereiche aufzugreifen und weiter zu vertiefen.¹⁹ Teilstrukturierte Interviews geben dem Interviewer damit die Möglichkeit während der Befragung auf nicht im Leitfaden verzeichnete Themenaspekte einzugehen, insofern diese für die Themenstellung als relevant erscheinen.²⁰ Die Charakterisierung des Interviews als „offen“ bezieht sich auf den Verzicht der Vorgabe von Antwortkategorien.²¹

Die Auswertung des erhobenen Datenmaterials erfolgt in den fünf Schritten der Transkription, der Einzelanalyse, der themenorientierten Darstellung, der generalisierenden Analyse und der Kontrollphase.²² Auf Grundlage der Transkription wird durch die Einzelanalyse das Textmaterial auf wichtige und prägnante Textteile reduziert. Im Rahmen der themenorientierten Darstellung werden die Einzelaussagen auf die Beschreibung der zu untersuchenden Teilforschungsfelder hin konzentriert. In der anschließenden generalisierenden Analyse werden über ein einzelnes Interview hinausgehende, allgemeinere Erkenntnisse erarbeitet. Schließlich dient die Kontrollphase der Vermeidung von Fehlinterpretationen, im Rahmen der Untersuchung durch wiederholte Beachtung der vollständigen Transkription und durch Rückkopplung der Analyseinhalte mit den Interviewten.

3 Vorstrukturierung des Untersuchungsfeldes

Zur Analyse von Beschaffungssituationen unterscheiden Grochla und Schönbohm eine marktgerichtete und eine betriebsgerichtete Beschaffungspolitik und -disposition.²³ Während sich die marktgerichtete Beschaffungspolitik auf die strategische Beeinflussung der Beschaffungsmarktsituation richtet, konzentriert sich die betriebsgerichtete Beschaffungspolitik auf die strategische Beeinflussung unternehmensinterner Pla-

¹⁶ Vgl. King (1997), S. 14.

¹⁷ Vgl. Mayring (2002), S. 20.

¹⁸ Vgl. Atteslander (2008), S. 123; Lamnek (2005), S. 330-332; Mayring (2002), S. 66.

¹⁹ Vgl. Atteslander (2008), S. 125; Mayring (2002), S. 66-71.

²⁰ Vgl. Mayring (2002), S. 70.

²¹ Vgl. Atteslander (2008), S. 136; Lamnek (2005), S. 345.

²² Siehe dazu: Lamnek (2005), S. 402ff.

²³ Vgl. Grochla/Schönbohm (1980), S. 44ff.

nungs- und Entscheidungsprozesse der Beschaffung. Die Beschaffungsdisposition umfasst die markt- und betriebsgerichteten Handlungen zur Bereitstellung der zu beschaffenden Leistungen.

Die Partialmodelle der Organisational-Buying-Behavior-School²⁴ dienen der Konzeptionalisierung organisationalen Beschaffungsverhaltens und verweisen im Rahmen der Analyse von Beschaffungssituationen auf eine Betrachtung des Buying-Centers, auf die Phasen des Beschaffungsprozesses sowie auf die Einflussfaktoren der aufbauorganisatorischen Verankerung und des prozessualen Ablaufs.²⁵

Vor dem Hintergrund der Überlegungen Grochla und Schönbohms wird die Betrachtung des Buying-Centers der betriebsgerichteten Beschaffungspolitik zugeordnet, weil diese die organisationale Verankerung der Beschaffungsentscheidung innerhalb eines Unternehmens anspricht. Dem prozessualen Abstimmungscharakter zwischen marktlichen und unternehmensinternen Faktoren der Beschaffungsdisposition folgend, wird die Analyse des Beschaffungsprozesses diesen zwei Dimensionen der Überlegungen Grochla und Schönbohms zugeordnet.

Obwohl die Partialmodelle der Organisational-Buying-Behavior-School hinsichtlich der Einflussfaktoren im engeren Sinne von Umweltfaktoren ausgehen, wird im Rahmen der Untersuchung die Berücksichtigung des Einflusses des Beschaffungsobjektes erwogen, weil dieser in der Literatur zur Dienstleistungsbeschaffung und zur Beschaffung von Logistikdienstleistungen als bedeutend dargestellt wird.²⁶

Die marktgerichtete Beschaffungspolitik findet schließlich Berücksichtigung durch die Betrachtung der Lieferantenstruktur und der Beziehung des Kontraktlogistikdienstleisters zu seinen Lieferanten kontraktlogistischer Teilleistungen, wie sie von Grochla und Schönbohm explizit genannt ist.²⁷

Ausgehend von diesen grundlegenden Überlegungen zur Analyse von Beschaffungssituationen werden die folgenden vier forschungsleitenden Teilfragen entwickelt, um die einleitend formulierte Forschungsfrage zu präzisieren:

- Welche Struktur und Eigenschaften weisen die Beschaffungsobjekte von Kontraktlogistikdienstleistern auf?
- Welche Teilprozesse werden zur Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen durchlaufen?
- Innerhalb welcher organisationaler Strukturen vollzieht sich die Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen?
- Welche Struktur und Charakteristik weisen die Lieferantenbeziehungen von Kontraktlogistikdienstleistern auf?

²⁴ Siehe dazu: Wind/Thomas (1980), S. 240.

²⁵ Vgl. Wind/Thomas (1980), S. 240.

²⁶ Vgl. Andersson/Norrman (2002), S. 4 und S. 7; Fitzsimmons/Noh/Thies (1998), S. 374.

²⁷ Vgl. Grochla/Schönbohm (1980), S. 45.

4 Vorverständnis – Beschaffung im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften

Der Begriff der Kontraktlogistik beschreibt eine logistische Dienstleistung, die mehrere logistische Funktionen umfasst und als komplexes und kundenindividuelles Leistungsbündel im Rahmen einer längerfristigen vertraglichen Bindung in einer engen Beziehung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer erbracht wird.²⁸ Unter dem Begriff der Beschaffung werden sowohl unternehmens- als auch marktbezogene Tätigkeiten verstanden, die dazu dienen einem Unternehmen „die benötigten, aber nicht selbst hergestellten Objekte verfügbar zu machen.“²⁹

4.1 Die Beschaffungsobjekte im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften

Der zu Grunde gelegten Definition der Beschaffung folgend, sind Beschaffungsobjekte im Rahmen dieser Untersuchung solche kontraktlogistischen Teilleistungen, die ein Kontraktlogistikdienstleister zur Erstellung der kontraktlogistischen Gesamtleistung nicht selbst erstellt, sondern von außerhalb des Unternehmens von Dritten bezieht. Dieser leistungsorientierten Sichtweise folgend, werden die zu betrachtenden Beschaffungsobjekte kategorisiert als logistische Kernleistungen sowie als logistische und nicht-logistische Zusatzleistungen.³⁰ Als logistische Kernleistungen werden im Sinne der logistischen Teilfunktionen der Transport und die Lagerung von Gütern zusammengefasst. Als Zusatzleistungen werden solche Leistungen verstanden, die über die Kernleistungen hinausgehend kunden- oder branchenspezifisch zur Ergänzung oder Unterstützung der Kernleistungen erbracht werden.³¹ Logistische und nicht-logistische Zusatzleistungen werden hinsichtlich ihres Zusammenhangs mit dem Waren-, Finanz-, Informations- und Rechtfloss systematisiert.³²

Gleichsam im Hinblick auf den Leistungscharakter beschreiben Persson und Virum vier Leistungsebenen einer Kontraktlogistikdienstleistung.³³ Dabei unterscheiden Sie eine Koordinationsleistung, die Organisation und Durchführung logistischer und nicht-logistischer Funktionen, Teilleistungen als Komponenten dieser Funktionen sowie Leistungen, die die Bereitstellung logistischer Infrastruktur umfassen.

Neben dieser leistungsorientierten Sichtweise werden in der Logistikdienstleistungsliteratur Merkmale logistischer Dienstleistungen und von Logistikdienstleistern diskutiert. Insbesondere sind dieses die Komplexität der Leistung, die Spezifität der für ihre Erstellung notwendigen Ressourcen sowie die Kundenanpassungs- und Problemlösungsfähigkeit des Logistikdienstleisters.³⁴

²⁸ Vgl. Klaus (2007), S. 4; Africk/Calkins (1994), S. 49.

²⁹ Arnold (1997), S. 3.

³⁰ Diese weite Auffassung ist angelehnt an die Ausführungen Kotabe und Murrays zur Analyse von Beschaffungsentscheidungen in Dienstleistungsunternehmen. Vgl. Kotabe/Murray (2004) S. 616.

³¹ In Anlehnung an Frohn (2006), S. 32.

³² Vgl. Straube/Frohn (2007), S. 185-192.

³³ Vgl. Persson/Virum (2001), S. 58.

³⁴ Siehe dazu: Andersson/Norrman (2002), S. 4; Large (2007), S. 127; Hertz/Alfredsson (2003), S. 140-142; Large/Kramer/Hartmann (2010), S. 6-7.

4.2 *Der Beschaffungsprozesses im Ablauf eines Kontraktlogistikgeschäftes*

Der Ablauf eines Kontraktlogistikgeschäftes beinhaltet unterschiedliche Teilphasen, die in ihrer Abfolge den Verlauf eines Kontraktlogistikprojektes abbilden. Dieser Ablauf findet in der Literatur insbesondere aus der Sicht eines einkaufenden Industrie- oder Handelsunternehmens Beachtung.³⁵ Dieser Untersuchung liegen die acht Phasen eines Kontraktlogistikgeschäftes aus Auftraggebersicht nach Large zu Grunde.³⁶ Aus Kontraktlogistikdienstleistersicht wird auf das von Wrobel und Klaus angewendete Phasenmodell zurückgegriffen.³⁷

Auch der Beschaffungsprozess logistischer Dienstleistungen findet in der Fachliteratur aus der Sicht beschaffender Industrie- und Handelsunternehmen vielfach Beachtung.³⁸ Neben der Darstellung und Beschreibung des Gesamtprozesses werden je nach Schwerpunktsetzung unterschiedliche Teilphasen detailliert betrachtet.³⁹ Bisher unbeachtet ist die Fragestellung, mit welchen phasenspezifischen Ausprägungen Kontraktlogistikdienstleister den Beschaffungsprozess logistischer Dienstleistungsbündel im Verlauf eines Kontraktlogistikgeschäftes gestalten.

Als Grundmodell eines Beschaffungsprozesses sind im Rahmen dieser Untersuchung die fünf Teilphasen der Bedarfs- und Beschaffungsobjektdefinition, der Lieferantenauswahl, des Vertragsabschlusses sowie der Leistungserbringung und Leistungsevaluation definiert. Vergleichbare Vorstrukturierungen des Beschaffungsprozesses finden sich im Rahmen explorativer Untersuchungen zum Beschaffungsablauf im Kontext der Dienstleistungsbeschaffung.⁴⁰

Im Rahmen der Bedarfs- und Beschaffungsobjektdefinition wird ausgehend vom festgestellten Beschaffungsbedarf das Beschaffungsobjekt charakterisiert, spezifiziert und abgegrenzt.⁴¹ Die Phase der Lieferantenauswahl umfasst die Suche, Beurteilung und Auswahl von Lieferanten mittels Auswahlkriterien.⁴² Nach dem Vertragsabschluss werden in der Leistungserbringungsphase Leistungen vom Lieferanten durch den Kunden abgerufen.⁴³ Während dieser Zeit werden die zugelieferten Leistungen überwacht und mittels vereinbarter Evaluationskriterien beurteilt.⁴⁴

³⁵ Vgl. Sink/Langley (1997), S. 174-181; Bagchi/Virum (1998), S. 205-209.

³⁶ Vgl. Large (2009), S. 447. Phasen: Problemerkennung und Ist-Analyse, Dokumentation, Ausschreibung, Angebotsanalyse und Verhandlung, Finalentscheidung, Einrichtung und Anlauf, Nutzung und Steuerung sowie Verlängerung oder Beendigung.

³⁷ Vgl. Wrobel/Klaus (2009), S. 39-45. Phasen: Kontaktanbahnung, Ausschreibungsprüfung, Konzeption, Präsentation und Verhandlung, Vertragsabschluss, Umsetzung, Betrieb sowie Verlängerung oder Beendigung.

³⁸ Vgl. Selviaridis/Spring (2007), S. 131-132; Marasco (2008), S. 132-133 und S. 136-137.

³⁹ Vgl. bspw.: McGinnis/Kochunny/Ackermann (1995); Menon/McGinnis/Ackermann (1998).

⁴⁰ Vgl. Lindberg/Nordin (2008), S. 295; Selviaridis/Agndal/Axelsson (2011), S. 74; van der Valk/Rozemeijer (2009), S. 5.

⁴¹ Vgl. Selviaridis/Agndal/Axelsson (2011), S. 74.

⁴² Vgl. Lindberg/Nordin (2008), S. 297.

⁴³ Vgl. van der Valk/Rozemeijer (2009), S. 5.

⁴⁴ Vgl. Lindberg/Nordin (2008), S. 298.

4.3 *Die aufbauorganisatorische Verankerung der Beschaffung in Kontraktlogistikgeschäften*

Zur Beschreibung der organisatorischen Verankerung der Beschaffung logistischer Dienstleistungen seitens des Kontraktlogistikdienstleisters wird der Buying-Center-Ansatz der Organizational-Buying-Behavior-School aufgegriffen. Dieser ordnet die Beschaffungsaktivitäten nicht ausschließlich einer formal institutionalisierten Abteilung eines Unternehmens zu, sondern berücksichtigt den Einfluss von Personen auf die Beschaffungsentscheidung abteilungs- und unternehmensübergreifend.⁴⁵ Der Begriff des Buying-Centers beschreibt einen sach- und zeitraumbezogenen Zusammenschluss einer Personengruppe, die eine organisationale Beschaffungsentscheidung formal oder informal beeinflusst.⁴⁶ Ein Buying-Center wird auch als ein Subsystem einer Organisation bezeichnet, innerhalb dessen, als Schnittstelle zum Beschaffungsmarkt, durch Informationsaustausch und Kommunikation Beschaffungsaktivitäten vorbereitet und durchgeführt werden.⁴⁷

In der Literatur werden unterschiedliche Merkmale zur Beschreibung der Struktur und der aufbauorganisatorischen Einbindung von Buying-Centern diskutiert.⁴⁸ Im Rahmen dieser Untersuchung werden neben den durchgeführten Beschaffungsaktivitäten die Formalisierung und die Zentralisation auf der strukturellen Ebene⁴⁹ sowie die laterale und vertikale Einbindung auf aufbauorganisatorischer Ebene⁵⁰ beachtet. Das Merkmal der Formalisierung zielt auf das Vorhandensein und die Nutzung formaler Regeln und festgeschriebener Abläufe im Buying-Center ab. Die Zentralisation bezieht sich auf die Verteilung der Entscheidungsmacht auf bestimmte Personen oder Personengruppen innerhalb des Buying-Centers. Die laterale Einbindung bezieht sich auf die Beteiligung organisationaler Abteilungen und anderer Personen oder Personengruppen am Buying-Center. Die vertikale Einbindung steht in enger Verbindung zum Zentralisationsgrad des Buying-Centers, indem es die im Buying-Center vertretenen Management-Ebenen berücksichtigt.

Der Buying-Center-Ansatz knüpft insbesondere hinsichtlich der aufbauorganisatorischen Einbindung an die vorhandenen institutionalisierten Strukturen der Aufbauorganisation eines Unternehmens an. Die Aufbauorganisation eines Kontraktlogistikdienstleisters findet in der Fachliteratur bisher geringe Beachtung. Es finden sich grundlegende Beiträge zur Aufbauorganisation von Kontraktlogistikdienstleistern und von Speditionsbetrieben.⁵¹ Zudem werden aufbauorganisatorische Aspekte in der verkehrsbetriebswirtschaftlichen Literatur angesprochen.⁵²

⁴⁵ Vgl. Johnston/Bonoma (1981), S. 144 verweisend auf Robinson/Faris/Wind (1967), S. 101.

⁴⁶ Vgl. Juha/Pentti (2008), S. 253; Wood (2005), S. 263; Johnston/Bonoma (1981), S. 144.

⁴⁷ Vgl. Wood (2005), S. 267.

⁴⁸ Vgl. Lewin/Donthu (2004), S. 1382; Dawes/Dowling/Patterson (1992).

⁴⁹ Vgl. Wood (2005), S. 264-266; Lewin/Donthu (2004), S. 1383.

⁵⁰ Vgl. Lewin/Donthu (2004), S. 1383-1384; Johnston/Bonoma (1981), S. 146-148.

⁵¹ Vgl. Picot/Ertsey (2007), S. 479-500; Klaas-Wissing (2010), S. 139-150.

⁵² Vgl. Illetschko (1957), S. 109.

4.4 Die Lieferantenstruktur im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften

Hinsichtlich der Beziehungsstruktur eines Logistikdienstleisternetzwerkes innerhalb von Kontraktlogistikgeschäften unterscheiden Persson und Virum vier Leistungsebenen, die die Zulieferer kontraktlogistischer Teilleistungen charakterisieren. In engem Kundenkontakt ergibt sich auf der Produkt/Service-Ebene eine „assembler“-Funktion, die die Gesamtverantwortung für die Entwicklung und Durchführung des Kontraktlogistikprojektes umfasst.⁵³ Auf der zweiten funktionenorientierten Ebene liegen die Verantwortlichkeiten für die Organisation und Durchführung logistischer und nicht logistischer Funktionen. Auf der dritten Ebene werden einzelne Komponenten dieser Funktionen durch klassische Subunternehmer erbracht. Die vierte Ebene betrifft die Bereitstellung von Infrastruktur zur Ausführung der Funktionen und deren einzelner Komponenten. Innerhalb eines Kontraktlogistikprojektes operiert ein spezifisches Assembler-Unternehmen abhängig von seiner Ressourcenausstattung auf einer bestimmten Anzahl von Leistungsebenen und bindet zur Erstellung der Gesamtleistung Zulieferer auf anderen Leistungsebenen ein. Diese Zulieferer können hinsichtlich ihres Auftraggebers gleiche Kernkompetenzen aufweisen. Somit können sich Kontraktlogistikdienstleister sowohl als Abnehmer und Zulieferer als auch als Wettbewerber im Kontraktlogistikmarkt gegenüberstehen. Ein Kontraktlogistikdienstleister kann demnach sowohl Kunde als auch Zulieferer bestimmter logistischer oder nicht logistischer Leistungen im Marktbereich der Kontraktlogistik sein.

Ein vergleichbares Beziehungsgefüge zwischen einem Kontraktlogistikdienstleister und seinen Zulieferern logistischer Leistungen beschreibt Eßig.⁵⁴ Als fokales Unternehmen errichtet der Kontraktlogistikdienstleister ein kaskadisches Netzwerk einzelner Lieferanten und Sublieferanten. Kennzeichnend für den Kontraktlogistikdienstleister sind seine Marktmacht gegenüber den Lieferanten, sein exklusiver Kundenzugang und die zentralisierte Vermarktung, Planung und Steuerung des Kontraktlogistikprojektes.

Li und Choi verweisen darauf, dass in Zulieferernetzwerken insbesondere im Dienstleistungsbereich unmittelbarer Kundenkontakt zwischen dem Endkunden und den Zulieferern des Lieferanten besteht.⁵⁵ Sie konzeptionalisieren aus der „Social-Network“-Perspektive eine „Brückenfunktion“ des Lieferanten in der Beziehung zwischen seinem Kunden und seinem Zulieferer, die sich durch einen Informationsvorsprung und Kontrollausübung des Lieferanten gegenüber seinem Zulieferer auszeichnet. In dem Maße, in dem sich die Beziehung zwischen dem Kunden und dem Zulieferer intensiviert, kann eine Abnahme bis zum Transfer der „Brückenfunktion“ vom Lieferanten auf den Zulieferer stattfinden. Dieses bedeutet für den Lieferanten ein Verlust von Informations- und Kontrollvorteilen. Von besonderer Bedeutung für den Lieferanten ist demnach die Gestaltung der Beziehung zu seinen Zulieferern, in dem er die Möglichkeiten opportunistischen Verhaltens einschränkt.

⁵³ Vgl. Persson/Virum (2001), S. 58.

⁵⁴ Vgl. Eßig (2007), S. 435ff.

⁵⁵ Vgl. Li/Choi (2009), S. 28-29 und S. 31-33.

5 Empirische Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Aussagen von sieben, im Zeitraum von Februar bis April 2011 mit Mitarbeitern von Kontraktlogistikunternehmen geführten Interviews, in zusammengefasster Form themenorientiert dargestellt. Die Interviewpartner sind in Unternehmen der zwanzig führenden Kontraktlogistikdienstleister in Deutschland in den Bereichen Geschäftsleitung, Niederlassungsleitung oder Projektleitung tätig.

5.1 *Die Beschaffungsobjekte im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften*

Als beschaffte Transportleistungen werden Ladungsverkehre, Stückgutverkehre und Transportleistungen, die mit speziellem Equipment durchgeführt werden, genannt und beschrieben. Mit Standardtransportequipment durchgeführte Ladungsverkehre werden beispielsweise ab Lager zur Produktionsversorgung des Kunden oder zur Anlieferung in das eigene Lager vom Lieferanten des Kunden eingesetzt. Stückgutverkehrsleistungen werden beispielsweise in Konsumgüter-Kontraktlogistikgeschäften ergänzend innerhalb des eigenen Netzes oder zur Abdeckung bisher nicht bedienter Regionen beschafft. Als Transportleistungen mit speziellem Transportequipment werden Schwertransporte oder Transporte genannt, für die spezielle Hebevorrichtungen auf den LKW montiert werden.

Auch die Beschaffung von Lagerleistungen wird genannt und beschrieben. So werden beispielsweise zur Herstellung eines flächendeckenden Regionallagernetzes Lagerleistungen unternehmensfremder Logistikdienstleister in Anspruch genommen.

Zudem werden weitere Leistungen als Beschaffungsobjekte im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften angeführt. Dieses sind beispielsweise Verpackungsleistungen oder Qualitätsprüfungen, die in den eigenen Lager- und Kommissionierhallen von externen Dienstleistern erbracht werden. Neben Dienstleistungen werden auch Sachleistungen, wie Packmittel oder Ladehilfsmittel als Beschaffungsobjekte genannt. Darüber hinaus wird die Beschaffung von Bauteilen sowie von Hilfs- und Betriebsstoffen dargestellt, die beispielsweise für die Erbringung von Montagetätigkeiten, als Teilleistung eines Kontraktlogistikgeschäftes, benötigt werden.

Im Kontext der Beschaffung von Teilleistungen im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften werden ebenso die Beschaffung von Personal und die Beschaffung von Infrastruktur beschrieben. Unter Personalbeschaffung wird dabei der Rückgriff auf Zeitarbeitsfirmen genannt. Auch im Hinblick auf Fremdpersonal werden Personalschulungen auf Kosten des Kontraktlogistikdienstleisters zur Qualifikation auf geschäftsspezifische Leistungen beschrieben. Als Infrastrukturbeschaffung werden beispielsweise das Leasing von Transport- und Fördermitteln, der Einkauf oder das Leasing von Equipment zur Bereitstellung von Informations- und Kommunikationssystemen oder die Anmietung von Lagerflächen beschrieben. Kosten durch geschäftsspezifische Infrastrukturanpassungen werden von diesen Unternehmen an den beschaffenden Kontraktlogistikdienstleister weitergeben.

5.2 *Der Beschaffungsprozesses im Ablauf eines Kontraktlogistikgeschäftes*

Als Grundlage der Definition des Beschaffungsbedarfes werden die Ausschreibungsunterlagen des Kunden genannt. Durch den Abgleich der dafür benötigten mit den vorhandenen Ressourcen wird der Beschaffungsbedarf hinsichtlich Art, Umfang und Qualität definiert. In diesem Zusammenhang wird ausgeführt, dass nach Kenntnis der geschäftsspezifischen Teilleistungen und vorallem der Kundenpräferenzen die Entscheidung zwischen dem Aufbau unternehmenseigener Ressourcen und dem Bezug von Leistungen auf Basis unternehmensfremder Ressourcen getroffen wird.

Die Klärung der Frage nach der Einbindung unternehmensfremder Dienstleister und der Einbindung externer Ressourcen wird als ein Prozess dargestellt, der sich durch die gesamte Konzeption des Kontraktlogistikprojektes bis hin zur Finalentscheidung in enger Absprache mit dem Kunden vollzieht. So werden während des Projektentwurfes unterschiedliche Konzepte mit unterschiedlichen Graden fremdbezogener Leistungen erstellt und mit dem Kunden hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile unter Kosten- und Qualitätsgesichtspunkten abgewogen und diskutiert.

Bei der Auswahl eines Dienstleisters durch den Kontraktlogistikdienstleister wird, insofern möglich, auf bereits von der betroffenen Niederlassung etablierte Geschäftsbeziehungen zurückgegriffen. Gleichmaßen werden auf Basis von Kooperationsvereinbarungen oder von abgeschlossenen Rahmenverträgen auf bereits bestehende unternehmensweite Geschäftskontakte zurückgegriffen. Als eine, von den Kontraktlogistikdienstleistern als favorisiert beschriebene Möglichkeit der Lieferantenauswahl, wird die interne Beschaffung von Logistikdienstleistungen angeführt. Dieses kommt für die Kontraktlogistikdienstleister insofern in Betracht als andere Geschäftsbereiche notwendige Ressourcen für die Erstellung kontraktlogistischer Teilleistungen vorhalten. In der Regel werden diese Leistungen dem Kunden gegenüber gesondert ausgewiesen und mit selbsteingeholten oder vom Kunden hinzugezogenen Konkurrenzangeboten abgeglichen. Auch werden Vorgaben des Kunden hinsichtlich des Fremdbezuges beschrieben. Beispielsweise kann der Kunde vorgeben, dass bestehende Beziehungen zu Dienstleistern von Teilleistungen aufrechterhalten und in das Kontraktlogistikgeschäft integriert werden müssen. Dieses wird als „Übernahme“ durch den Kontraktlogistikdienstleister bezeichnet. Ebenfalls wird beschrieben, dass sich der Auftraggeber vorbehält bestimmte Teilleistungen während der Konzeption des Geschäftes selbst auszusprechen.

In der Regel werden Vorverträge mit den einzubindenden Dienstleistern abgeschlossen. Erst nach Vertragsabschluss mit dem Kunden werden Hauptverträge geschlossen. In der Betriebsphase werden Neuausschreibungen seitens des Kontraktlogistikdienstleisters und Kontrollausschreibungen seitens des Kunden beschrieben. Eine Leistungsevaluation seiner Sublieferanten durch den Kontraktlogistikdienstleister wird als in der Umsetzungsphase beginnend bis zum Vertragsende verlaufend, dargestellt. Die Ergebnisse der Leistungsevaluation der Sublieferanten ist auch Gegenstand der Evaluation des Kontraktlogistikdienstleisters durch den Kunden.

5.3 *Die aufbauorganisatorische Verankerung der Beschaffung in Kontraktlogistikgeschäften*

Als an der Beschaffungssituation beteiligte Personen werden die Projektleitung und die zuständige Niederlassungsleitung genannt. In großen Niederlassungen sind zudem Abteilungsleitungen an der Beschaffungssituation beteiligt. Auch führen gegebenenfalls Stellvertretungen der Niederlassungs- und Abteilungsleitungen Beschaffungsaktivitäten durch. Es wird beschrieben, dass die Niederlassungs- und Abteilungsleitungen vorrangig in die Vertrags- und Preisgestaltung involviert sind und den Projektleitungen vorrangig die Planung und Durchführung operativer Aktivitäten zukommt. In matrix-organisierten Geschäftsbereichen sind an Stelle der Projektleitung Personen aus prozessorientiert gebildeten Abteilungen, wie beispielsweise Business- oder Project-Development-Abteilungen sowie Personen aus Implementierungs- oder Betriebsabteilungen an den Beschaffungsentscheidungen und -aktivitäten beteiligt.

Zudem werden Personen aus Beschaffungs- und Vertriebsabteilungen sowie aus Versicherungs- und Rechtsabteilungen, als Beteiligte am Beschaffungsprozess beschrieben. Die genannten Abteilungen sind aufbauorganisatorisch als niederlassungsübergreifende Zentralstellen verankert. Als Aufgaben zentraler Beschaffungsabteilungen werden beispielsweise das Abschließen von Rahmenverträgen oder die Generierung von projektübergreifenden Mengenvorteilen bei der Beschaffung genannt. Als wesentliche Aufgabe des Vertriebspersonals wird die Klärung und Darlegung der Beschaffungsentscheidungen mit dem Auftraggeber und die Beachtung der Kundenwünsche in den Beschaffungsentscheidungen genannt. Versicherungs- und Rechtsabteilungen werden hinsichtlich der Beschaffungsentscheidung als vorrangig beratend und prüfend beschrieben. Auch werden spezielle productive und non-productive-Abteilungen dargestellt, die an der Beschaffungsentscheidung partizipieren. Beispielsweise sind das ein speziell zentralisierter Transporteinkauf zum Abschluss von Transport-Rahmenverträgen, eine spezialisierte Facility-Management-Abteilung zur zentralen Beschaffung von Lagerflächen oder eine spezialisierte IT-Beschaffungsabteilung. Generell wird die Einbindung von Leitungsebenen und Abteilungen als abhängig vom Umfang des Kontraktlogistikgeschäftes, von der Bedeutung des Kunden, vom Umfang des Beschaffungsvolumens sowie von der Art des zu beschaffenden Gutes dargestellt.

Die operative Steuerung und Evaluierung der Lieferanten liegt zumeist auf der Niederlassungsebene bei den Projektleitungen in Zusammenarbeit mit dem operativ tätigen Personal. Je nach Problemumfang wird in hierarchisch übergeordnete Ebenen eskaliert. Gegebenenfalls liegt die Steuerung und Evaluation beschaffter Transportleistungen je nach Organisation und Geschäftsumfang bei einer einzelnen Niederlassung oder auf regionaler, nationaler oder internationaler Ebene.

Als ebenfalls an der Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen beteiligt, wird der Kunde als Auftraggeber des Kontraktlogistikgeschäftes genannt. Er bringt sich ein bezüglich der Entscheidung über Eigenerstellung- oder Fremdbezug, er schlägt oder gibt ihm bekannte Dienstleister vor, entscheidet letztinstanzlich über die Ausführung unterschiedlicher Fremdbezugskonzepte und behält sich Kontrollausschreibungen zur

Überprüfung einer internen Beschaffungsentscheidung seitens des Kontraktlogistikdienstleisters vor.

5.4 Die Lieferantenstruktur im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften

Als Lieferanten kontraktlogistischer Teilleistungen im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften werden beispielsweise genannt: Speditionen, Frachtführer, Kontraktlogistikdienstleister, Lagerhalter, Zeitarbeitsagenturen, Verpackungsdienstleister, Unternehmen aus der Gewerbeflächenvermietung, aus dem Verpackungs- und Kartonagebereich sowie andere Sachgüterproduzenten.

Es werden Speziallieferanten und Anbieter von Standardleistungen genauso beschrieben, wie die jeweilige Unterschiedlichkeit der Branchenherkunft der Lieferanten. Auch werden Unterschiede bezüglich der Nähe zum Lieferanten, des Grades an Zusammenarbeit mit dem Lieferanten und der Dauer der Geschäftsbeziehungen mit den Lieferanten dargestellt. Beispielsweise wird im Rahmen der Beschaffung von Transportleistungen in längerfristig angelegten Rahmenverträgen das gemeinsame Aufdecken von Optimierungsmöglichkeiten festgelegt, um die Lieferanten einzubinden, mit dem Kunden vereinbarte Effizienzsteigerungen, zu generieren. Genauso werden auch kurzfristige Neuausschreibungen und häufige Lieferantenwechsel beispielsweise im Bereich der Beschaffung von Verpackungsleistungen oder von standardisierten Ladungstransporten beschrieben.

Darüber hinaus wird angeführt, dass die eingebundenen Lieferanten logistischer Teilleistungen zum Teil als direkte Konkurrenten im selben oder in einem anliegenden Kontraktlogistikteilmarkt operieren. Genauso wird angeführt, dass der beschaffende Kontraktlogistikdienstleister mit dem Geschäftsfeld der Kontraktlogistik des Zulieferers, auf dessen Stückgutnetz er beispielsweise zurückgreift, in direkter Konkurrenz um Kontraktlogistikgeschäfte steht. Zudem können andere Geschäftsbereiche des beschaffenden Kontraktlogistikdienstleisters in Konkurrenz zu Geschäftsbereichen des Zulieferers stehen.

Neben einer vertikal, hierarchisch aufgebauten Lieferantenstruktur, wie sie beispielsweise in Bezug auf Ladungsverkehrslieferanten beschrieben wird, werden auch von zwei Kontraktlogistikdienstleistern gemeinsam geplante und kooperativ durchgeführte Kontraktlogistikgeschäfte beschrieben, die im Rahmen einer Bietergemeinschaft abgeschlossen werden. Dabei wird darauf verwiesen, dass es in der Regel seitens des Kunden gewünscht ist, einen Ansprechpartner exklusiv für den Kundenkontakt mit nahezu ausschließlicher Geschäftsverantwortung zu bestimmen.

Zudem werden Kundenpräferenzen hinsichtlich eines konkurrierenden oder kooperativen Verhaltens des Kontraktlogistikdienstleisters gegenüber seinen Lieferanten kontraktlogistischer Teilleistungen beschrieben. Es wird in einigen Fällen der ausdrückliche Wunsch des Kunden nach enger Zusammenarbeit des Kontraktlogistikdienstleisters mit seinen Teilleistungslieferanten beschrieben, in anderen Fällen wird eine enge Zusammenarbeit abgelehnt.

6 Diskussion der empirischen Ergebnisse

In diesem Kapitel erfolgt die Interpretation und Generalisierung der dargestellten Interviewinhalte je Teilforschungsfeld. Die Diskussion erfolgt vor dem Hintergrund des im vierten Kapitel dargestellten Vorverständnisses und ordnet die Ergebnisse in die dort angeführte themenrelevante Literatur ein.

6.1 *Die Beschaffungsobjektstruktur eines Kontraktlogistikdienstleisters*

Es werden unterschiedliche Leistungen als Beschaffungsobjekte im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften genannt und beschrieben. Dabei zeigt sich, dass als Beschaffungsobjekte nicht nur Dienstleistungen als kontraktlogistische Teilleistungen verstanden werden, sondern gleichermaßen auch Sachleistungen. Darüber hinaus werden die Personalbeschaffung und die Beschaffung von Infrastruktur unter die Beschaffung im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften subsumiert. Dieses skizziert eine weite Auffassung des Beschaffungsbegriffes in der Kontraktlogistikpraxis.

Die Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen betrifft sowohl logistische Kernleistungen (Transportleistungen und Lagerleistungen) als auch logistische und nicht-logistische Zusatzleistungen (Verpackungsleistungen und Qualitätskontrollen).

Die Beschaffung von Personal und Infrastruktur fällt aus dem dienstleistungsorientierten Kategorienschema von Kern- und Zusatzleistungen heraus, weil nicht eine Dienstleistung, sondern Ressourcen zur Leistungserstellung beschafft werden. Die Infrastrukturbeschaffung kann somit zwar nicht als Beschaffung von Dienstleistungen charakterisiert, aber im Sinne einer Anlagenbeschaffung als klassische Beschaffungsfunktion aufgefasst werden. Auch die beschriebene Sachgüterbeschaffung ist eine klassische Beschaffungsaufgabe. Dabei kann jedoch die vom Auftraggeber an den Dienstleister übertragene Beschaffungsleistung als nicht-logistische Zusatzleistung gesehen werden.

Hinsichtlich des von Persson und Virum vorgeschlagenen Kategorienschemas zeigt sich, dass Beschaffungsobjekte sowohl auf der Funktionen- und Komponentenebene, als auch Ebene der Infrastruktur aufgezeigt werden. Die fehlende Nennung und Beschreibung der Beschaffung von Teilleistungen hinsichtlich der Geschäftskoordination zeigt, dass der Kontraktlogistikdienstleister auf Ebene der Interaktion mit dem Kunden eine Alleinstellung anstrebt. Die Sachgüterbeschaffung kann als Beschaffung von Komponenten zur Erstellung einer nicht-logistischen Funktionsleistung, wie beispielsweise von Montage- oder von Verpackungsleistungen, gesehen werden. Als Beschaffungsdienstleistung verstanden, kann sie sich als nicht-logistische Zusatzleistung zu einer Funktionsleistung entwickeln. Neben der von Persson und Virum beschriebenen Infrastrukturebene kann auf Ressourcenebene das Personal ergänzend aufgenommen werden.

Hinsichtlich der verwendeten Merkmale logistischer Dienstleistungen nimmt die Komplexität von der Funktionen- zur Komponentenebene ab. Hinsichtlich der Unterscheidung von Kern- und Zusatzleistungen zeigen sich auf beiden Leistungsebenen beschaffte Teilleistungen höherer und geringerer Komplexität. Kundenspezifische Ressourcen sowie eine häufig damit verbundene kundenindividuelle Problemlösung

werden hinsichtlich der beschafften Teilleistungen nicht explizit genannt. Der Aufbau spezifischer Ressourcen scheint bisher beim Kontraktlogistiker zu verbleiben. Wobei auf Ebene der Personalbeschaffung Schulungen im Sinne spezifischer Investitionen auch mit Zeitarbeitspersonal, jedoch auf Kosten des Kontraktlogistikdienstleisters, durchgeführt werden. Hier scheint es jedoch Ansatzpunkte zu geben, einen Teil der spezifischen Investitionen und die damit verbundenen Risiken auf Zulieferer zu übertragen. Eher zeichnen sich viele der beschafften Teilleistungen durch einen gewissen Spezialisierungsgrad aus, was hinsichtlich regionaler Abdeckung oder spezieller Prüf- und Verpackungsverfahren deutlich wird.

In Abbildung 1 ist die beschriebene Kategorisierung von Beschaffungsobjekten im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften dargestellt.

6.2 Der Ablauf des Beschaffungsprozesses eines Kontraktlogistikdienstleisters

Initiiert wird der Beschaffungsprozess kontraktlogistischer Teilleistungen durch die Ausschreibungsunterlagen des Kunden. Im Rahmen der Definition des Beschaffungsbedarfes und der Spezifizierung des Beschaffungsobjektes zeigt sich die explizite Berücksichtigung der Kundenwünsche hinsichtlich der Eigenerstellung oder der Einbindung und Übernahme unternehmensfremder Leistungen und Ressourcen. Als Teilprozess in der Bedarfs- und Objektdefinition können daher Interaktionsprozesse mit dem Kunden gesehen werden, die auch die grundsätzliche Entscheidung des Kontraktlogistikdienstleisters nach Eigenerstellung oder Fremdbezug von Teilleistungen betrifft.

Auch die Phase der Lieferantenauswahl, die sich parallel zur Konzeptionsphase des Kontraktlogistikgeschäftes vollzieht, ist durch Einwirken des Kunden in den Beschaffungsprozess des Kontraktlogistikdienstleisters geprägt. Somit beinhaltet auch diese Phase, neben der klassischen Lieferantenauswahl und dem Rückgriff auf bestehende Geschäftsbeziehungen, Abstimmungsprozesse mit dem Kunden bezüglich der Übernahme vorhandener Kundenressourcen und Lieferantenbeziehungen. Dieses spielt sich seitens des Kontraktlogistikdienstleisters zum Teil vor dem Hintergrund interner Beschaffungsalternativen ab, die mit dem Ziel der Auslastung unternehmensinterner Ressourcen anderer Geschäftsbereich erwogen werden. Somit stellt sich im Rahmen der Lieferantenauswahl die Herausforderung einerseits auf Kundenwünsche einzugehen und andererseits die Auslastung unternehmenseigener Ressourcen durchzusetzen, wobei beide Alternativen zu höheren Kosten führen können als eine Fremdvergabe der zu beschaffenden Teilleistung am Markt.

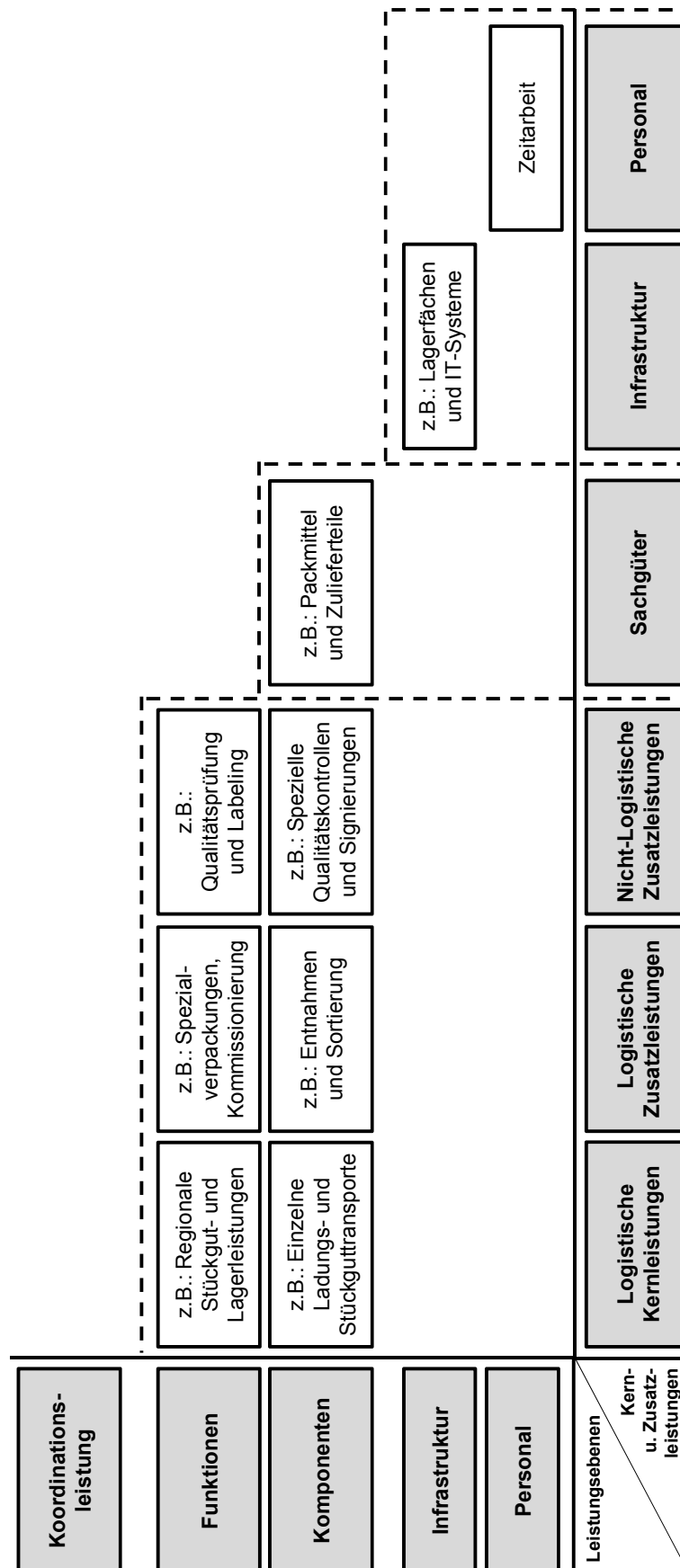


Abb. 1: Beschaffungsobjekte im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften

Nach Abschluss von Vor- und Hauptverträgen findet während der Umsetzungs- und Betriebsphase der Abruf der vereinbarten Leistungserstellungen statt. Auf Basis der dabei durchgeführten Leistungsevaluationen erfolgen Neu- und Kontrollausschreibungen. Durch diese Teilprozesse der Betriebsphase versucht der Kontraktlogistikdienstleister Kostenreduzierungen auf Zulieferebene zu generieren. Auch die Generierung von Effizienzsteigerungen in Zusammenarbeit mit den Zulieferern wird beschrieben. Somit leisten die Steuerung der Zulieferer und deren Leistungsperformance einen Beitrag zur Performance des Kontraktlogistikgeschäftes und zu einer positiven Leistungsevaluation durch den Kunden. Die folgende Abbildung 2 ordnet den Beschaffungsprozess kontraktlogistischer Teilleistungen in den Ablauf eines Kontraktlogistikgeschäftes ein und benennt phasenspezifische Besonderheiten dieses Beschaffungsprozesses.

6.3 *Das Buying-Center eines Kontraktlogistikdienstleisters*

Beteiligte am Buying-Center sind zunächst Personen der unmittelbar durch das Kontraktlogistikgeschäft betroffenen Niederlassung. Neben der Projektleitung und den ihr übergeordneten Leitungsfunktionen ist die für den Vertrieb des Geschäftes verantwortliche Person bedeutender Teil des Buying-Centers. In direktem Kundenkontakt stehend vermittelt sie die Kundenwünsche und -anforderungen, präsentiert und vertritt das Fremdbeschaffungskonzept vor dem Kunden und partizipiert an der Abstimmung des Konzeptes mit dem Kunden.

Die Aufgabenverteilung im Buying-Center sieht Vertrags- und Preisverhandlungen bei den Leitungsfunktionen oder den Zentralabteilungen der Beschaffung. Die Erfüllung operativer Beschaffungsaufgaben liegt auf Ebene der Projektleitung oder den Prozessabteilungen. Aufgaben der Interaktion mit dem Kunden liegen beim Vertrieb unter Mitwirkung der Leitungsfunktionen.

Je nach Art der zu beschaffenden Teilleistungen treten der Zentraleinkauf und spezialisierte Zentralabteilungen im Buying-Center auf. Je nach Umfang und Bedeutung des Kontraktlogistikgeschäftes partizipieren einer Niederlassung übergeordnete Leitungsinstanzen am Buying-Center. Auch der Kunde kann als Teil des Buying-Centers gesehen werden, indem er maßgeblich an bestimmten Beschaffungsentscheidungen mitwirkt und zum Teil zentrale Entscheidungsmacht einfordert. Somit konkretisiert sich das Merkmal der kundenindividuellen Anpassung auf der Ebene der Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen.

Eine Abteilung zur Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen in der Primärstruktur eines Kontraktlogistikdienstleisters wird nicht beschrieben. Vor dem Hintergrund der Vielzahl unterschiedlicher zu beschaffender Teilleistungen treten abhängig von der zu treffenden Beschaffungsentscheidung unterschiedliche Konstellationen in einem geschäftsspezifischen Buying-Center auf. Damit ändern sich der Zentralisierungsgrad sowie die laterale und vertikale Einbindung je nach Art der zu beschaffenden Teilleistung sowie je nach Umfang und Bedeutung des Kontraktlogistikgeschäftes und des Kunden.

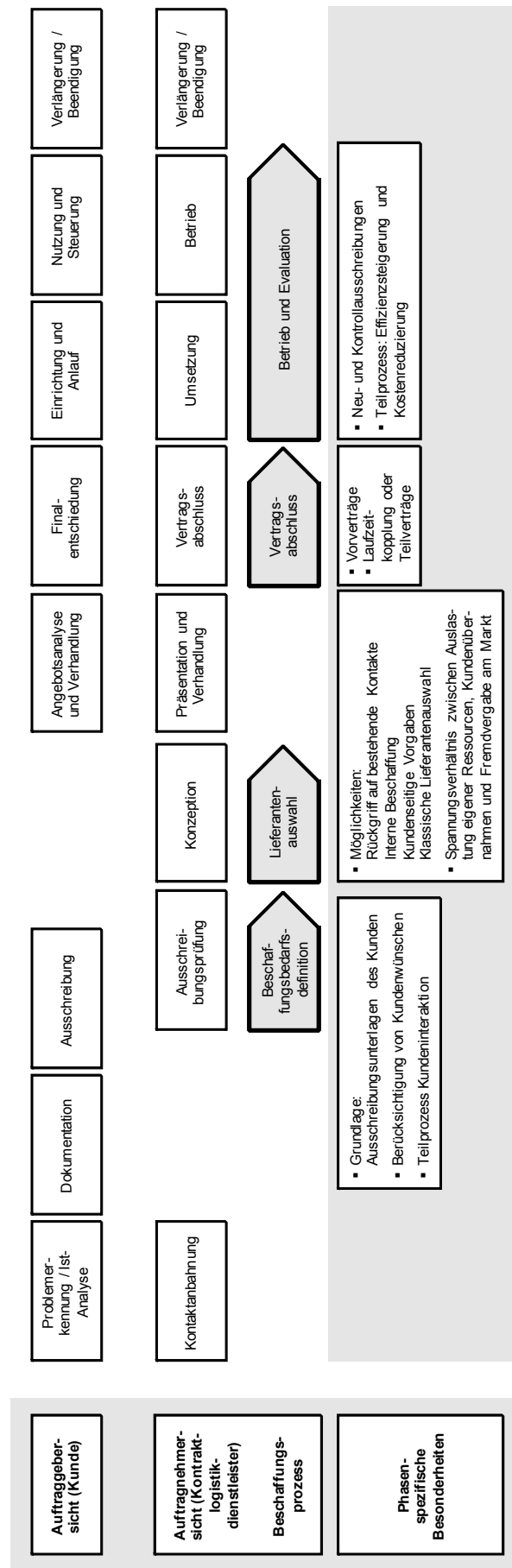


Abb. 2: Der Beschaffungsprozess im Rahmen von Kontraktlogistikgeschäften

6.4 *Die Lieferantenstruktur eines Kontraktlogistikdienstleisters*

Die vorhandenen Arbeiten zur Lieferantenstruktur von Kontraktlogistikdienstleistern können durch die Ergebnisse der Untersuchung ergänzt werden. Wie die Überlegungen hinsichtlich der Kategorisierung der Beschaffungsobjekte andeuten, können Komponentenlieferanten nicht nur die klassischen logistischen Kernleistungen ergänzen, sondern gleichermaßen auch zur Erstellung umfassender Zusatzleistungen beitragen. Beispielsweise können Spezialverpackungsunternehmen Komponenten einer umfangreichen Verpackungsfunktion liefern. Genauso können Sachgutlieferanten, die Teile zur Erstellung von Montageleistungen bereitstellen, als Komponentenlieferanten charakterisiert werden. Zudem treten zu den Infrastrukturlieferanten gleichermaßen Unternehmen der Zeitarbeitsbranche hinzu.

Auch die Einbindung von Funktionslieferanten wird in der Untersuchung dargestellt. Die Verteidigung der Assemblerfunktion verdeutlicht zunächst eine mögliche Gefahr des Verlustes von Informations- und Kontrollvorteilen. Denn eingebundene Funktionslieferanten können im Kontraktlogistikmarkt auf der gleichen Stufe der Wertschöpfungskette stehen, wenngleich sie in einem einzelnen Kontraktlogistikgeschäft auf einer nachgelagerten Wertschöpfungsstufe auftreten. Dazu scheinen in erheblichem Maße auch die Kundenwünsche beizutragen, die gegenwärtig dahin gehen, dass die Verantwortung sowie die Koordinations- und Kontrollhoheit bei einem Kontraktlogistikunternehmen verbleibt. Ein konkurrierendes Verhalten, das die Ausschreibungsphase des Kontraktlogistikgeschäftes prägt, wird nach Vertragsabschluss nur in geringem Maße beschrieben. Zudem tritt hinsichtlich großer Konzerndienstleister der Fall ein, dass eine Niederlassung eines Kontraktlogistikgeschäftsfeldes Leistungen eines kontraktlogistik-fremden Geschäftsfeldes eines Konkurrenten beschafft. Aus einer Wettbewerbsperspektive stellt sich für einen Kontraktlogistikdienstleister daher vielmehr die Frage, wie er die vom Kunden vorgegebene oder in einer Konkurrenzausschreibung verlorene Ausführung einer Funktion, zur Auslastung seiner eigenen Ressourcen, übernehmen kann. Für den Kunden eines Kontraktlogistikgeschäftes stellt sich daher die Frage, wie er einen Nutzen aus einem möglichen wettbewerblichen Verhalten zweier Funktionslieferanten innerhalb eines Kontraktlogistikgeschäftes ziehen kann. Denn es kommt, durch Kundenwünsche getrieben, durchaus zu partnerschaftlichen Arrangements zwischen dem Assembler und seinen Zulieferern, die potentiell die Gefahr des Verlustes von Koordinations- und Kontrollmacht des Assemblers enthalten. Von besonderer Relevanz können solche Erwägungen hinsichtlich Kooperationen von Kontraktlogistikdienstleistern sein. Beispielsweise stellt sich bei kooperativ durchgeführten Projekten die Klärung der Frage nach der Assembler-Funktion. Genauso können hinsichtlich Folge- oder Erweiterungsausschreibungen konkurrierende Interessen bei den Kontraktlogistikdienstleistern auftreten.

7 **Schlußbetrachtung**

Eingangs wird die Forschungsfrage aufgeworfen, wie Kontraktlogistikdienstleister die Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen gestalten.

Die Untersuchung zeigt ein breites Spektrum kontraktlogistischer Teilleistungen, das neben logistischen und nicht-logistischen Dienstleistungen auch Sachleistungen umfasst. Darüber hinaus erfolgt die Beschaffung von Infrastruktur und Personal. Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich in diesem Bereich hinsichtlich der Bedeutung der Sachgüterbeschaffung bei stärkerer Integration der Kontraktlogistikdienstleister in Güter-Transformationsprozesse sowie hinsichtlich der Übernahme von Beschaffungsaktivitäten und der damit verbundenen Kapitalübernahme als nicht-logistische Zusatzleistung. Hinsichtlich des Beschaffungsprozesses zeigt die Untersuchung bedeutende Eingriffe des Kunden in die Beschaffungsaktivitäten und -entscheidungen des Kontraktlogistikdienstleisters auf. Die Bedeutung der Einbindung des Kunden in den Prozess der Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen sowie ihr Beitrag zur Kundenorientierung und Schaffung von Vertrauen in der Beziehung kann als weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt werden.

Bezogen auf die aufbauorganisatorische Verankerung der Beschaffungsaufgabe zeigt die Untersuchung eine Vielzahl unterschiedlicher Konstellationen im Buying-Center, die abhängig sind vom Umfang des Kontraktlogistikgeschäftes, von der Bedeutung des Kunden, vom Umfang des Beschaffungsvolumens sowie von der Art des zu beschaffenden Gutes. Weiterer Forschungsbedarf besteht in Überlegungen zu einem optimalen Formalisierungsgrad im Buying-Center, der diesen Ansprüchen Rechnung trägt.

Bezugnehmend auf die Lieferantenstruktur zeigt die Untersuchung, dass ein Kontraktlogistikdienstleister in Beziehung mit einer Vielzahl von Lieferanten kontraktlogistischer Teilleistungen unterschiedlicher Branchen und Industrien steht. Vielfach handelt es sich dabei um Komponentenlieferanten, die dem fokal auftretenden Kontraktlogistikdienstleister in einem kaskadischen Netzwerk untergeordnet sind. Dennoch kann eine horizontal wettbewerbliche Dimension innerhalb eines Kontraktlogistikgeschäftes aufgezeigt werden. Weiterer Forschungsbedarf bezieht sich auf die Klärung daran anknüpfender wettbewerblicher Fragestellungen sowohl auf Seiten der Kontraktlogistikdienstleisters als auch auf Kundenseite.

Die vorliegende Untersuchung strukturiert die Beschaffungssituation in Kontraktlogistikunternehmen im Hinblick auf die Beschaffung kontraktlogistischer Teilleistungen. Auf der Grundlage der vorwiegend beschreibenden Ausführungen ergeben sich als weiterer Forschungsbedarf Beiträge zur Theoriebildung.

8 Literaturverzeichnis

- Africk J. M.; Calkins C. S. (1994): Does asset ownership mean better service?, in: *Transportation and Distribution*, 35(5), S. 49-61.
- Andersson, D.; Norrman, A. (2002): Procurement of logistics services - a minutes work or a multi-year project?, in: *European Journal of Purchasing & Supply Management* 8(1), S. 3-14.
- Arnold, U. (1997): *Beschaffungsmanagement*. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart.
- Atteslander, P. (2008): *Methoden der empirischen Sozialforschung*, 12. durchgesehene Auflage, Berlin.
- Bagchi, P. K.; Virum, H. (1998): Logistical alliances: trends and prospects in integrated Europe, in: *Journal of Business Logistics* 19(1), S. 191-213.

- Baumgarten, H.; Kasiske, F.; Zadek, H. (2002): Logistik-Dienstleister – Quo Vadis? – Stellenwert der Fourth Logistics Provider (4 PL) –, in: *Logistikmanagement* 4(1), S. 27-40.
- Dawes, P. L.; Dowling, G. R.; Patterson, P. G. (1992): Factors affecting the structure of buying centers for the purchase of professional business advisory services, in: *International Journal of Research in Marketing* 9(3), S. 269-279.
- Eßig, M. (2007): Sourcing-Strategien von Logistikdienstleistern, in: Stölzle, W.; Weber, J.; Hofmann, E.; Wallenburg, C. M. (Hrsg.): *Handbuch Kontraktlogistik. Management komplexer Logistikdienstleistungen*, Weinheim, S. 425-446.
- Fitzsimmons, J. A.; Noh, J.; Thies, E. (1998): Purchasing business services, in: *Journal of Business & Industrial Marketing* 13(4/5), S. 370-380.
- Flick, U. (1995): Stationen des qualitativen Forschungsprozesses, in: Flick, U.; von Kardorff, E.; Keupp, H.; von Rosenstiel, L.; Wolff, S. (Hrsg.): *Handbuch Qualitative Forschung. Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen*, 2. Auflage, Weinheim.
- Frankel, R.; Naslund, D.; Bolumole, Y. (2005): The "White Space" of logistics research: A look at the role of methods usage, in: *Journal of Business Logistics* 26(2), S. 185-208.
- Frohn, J. (2006): *Mehrwertleistungen in der Kontraktlogistik*, Dissertation Universität Sankt Gallen, Aachen.
- Grochla, E.; Schönbohm, P. (1980): *Beschaffung in der Unternehmung*, Stuttgart.
- Hertz, S.; Alfredsson, M. (2003): Strategic development of third party logistics providers, in: *Industrial Marketing Management* 32(2), S. 139-149.
- Illetschko, L. L. (1957): *Transportwirtschaft im Grundriss*, Wien.
- Johnston, W. J.; Bonoma, T. V. (1981): The Buying Center: Structure and Interaction Patterns, in: *Journal of Marketing* 45(3), S. 143-156.
- Juha, M.; Pentti, J. (2008): Managing risks in organizational purchasing through adaptation of buying centre structure and the buying process, in: *Journal of Purchasing & Supply Management* 14(4), S. 253-262.
- Kelle, U. (2010): „Kontingente Strukturen“ – Theoretische Grundlagen der Integration qualitativer und quantitativer Methoden, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft ZfB-Special Issue 4/2010*, S. 17-41.
- King, N. (1997): The Qualitative Research Interview, in: Casell, Cathrine; Symon, Gillian (Hrsg.): *Qualitative Methods in Organizational Research*, Trowbridge und Wiltshire, S. 14-36.
- Klaas-Wissing, T. (2010): Organisation, in: Stölzle, W.; Fagagnini, H. P. (Hrsg.): *Güterverkehr kompakt*, München, S. 139-150.
- Klaus, P. (2007): Markt für Kontraktlogistik. Volumen und Entwicklungen in Europa, in: Stölzle, W.; Weber, J.; Hofmann, E.; Wallenburg, C. M. (Hrsg.): *Handbuch Kontraktlogistik. Management komplexer Logistikdienstleistungen*, Weinheim, S. 89-111.
- Klaus, P.; Hartmann, E.; Kille, C. (2010): Die Top 100 der Logistik: Marktgrößen, Marktsegmente und Marktführer in der Logistikdienstleistungswirtschaft, Ausgabe 2010/2011, Hamburg.
- Kotabe, M.; Murray, J. Y. (2004): Global procurement of service activities by service firms, in: *International Marketing Review* 21(6), S. 615-633.
- Lamnek, S. (2005): *Qualitative Sozialforschung*, 4. vollständig überarbeitete Auflage, Weinheim und Basel.
- Large, R. (2007): The influence of customer-specific adaptations on the performance of third-party-logistics relationships - document studies and propositions, in: *International Journal of Logistics: Research and Applications* 10(2), S. 123-133.
- Large, R. (2009): Steuerung in Kontraktlogistikbeziehungen, in: *Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmensführung* 21(8/9), S. 446-451.
- Large, R. O.; Kramer, N.; Hartmann, R. K. (2010): Customer-specific adaptation by providers and their perception of 3PL-relationship-success, in: *Association Internationale de Recherche en*

- Logistique (Hrsg.): RIRL 2010. The 8th International Conference on Logistics and SCM Research, Bordeaux. (www.airl-logistique.org/fr/files/?view=435)
- Lewin, J. E.; Donthu, N. (2004): The influence of purchase situation on buying Center structure and involvement: a select meta-analysis of organizational buying behavior research, in: *Journal of Business Research* 58(10), S. 1381-1390.
- Li, M.; Choi, T. Y. (2009): Triads in Service Outsourcing: Bridge, Bridge Decay and Bridge Transfer, in: *Journal of Supply Chain Management* 45(3), S. 27-39.
- Lindberg, N.; Nordin, F. (2008): From products to services and back again: Towards a new service procurement logic, in: *Industrial Marketing Management* 37(3), S. 292-300.
- Marasco, A. (2008): Third-party logistics: A literature review, in: *International Journal of Production Economics*, 113(1), S. 127-147.
- Mayring, P. (2002): *Einführung in die qualitative Sozialforschung*, 5. überarbeitete und neu ausgestattete Auflage, Weinheim und Basel.
- McGinnis, M. A.; Kochunny C. M., Ackermann, K. B. (1995): Third Party Logistics Choice, in: *The International Journal of Logistics Management* 6(2), S. 93-102.
- Menon, M. K.; McGinnis, M. A.; Ackermann, K. B. (1998): Selection criteria for providers of third-party logistics services: An exploratory study, in: *Journal of Business Logistics* 19(1), S. 121-137.
- Persson, G.; Virum, H. (2001): Growth Strategies for Logistics Service Providers: A Case Study, in: *The International Journal of Logistics Management* 12(1), S. 53-64.
- Picot, A.; Ertsey, B. (2007): Organisation der Kontraktlogistik, in: Stölzle, W.; Weber, J.; Hofmann, E.; Wallenburg, C. M. (Hrsg.): *Handbuch Kontraktlogistik. Management komplexer Logistikdienstleistungen*, Weinheim, S. 479-500.
- Przyborski, A.; Wohlrab-Sahr, M. (2009): *Qualitative Sozialforschung*, 2. korrigierte Auflage, München.
- Robinson, P. J.; Farris, C. W.; Wind, Y. (1967), *Industrial Buying and Creative Marketing*, Boston.
- Selviaridis K.; Agndal, H.; Axelsson, B. (2011): Business services “in the making”: (De)Stabilisation of service definitions during the sourcing process, in: *Journal of Purchasing & Supply Management* 17(2), S. 73-86.
- Selviaridis, K.; Spring, M. (2007): Third Party Logistics: a literatur review and research agenda, in: *The International Journal of Logistics Management* 18(1), S. 125-150.
- Sink, H. L.; Langley Jr., C. J. (1997): A managerial framework for the acquisition of third-party logistics services, in: *Journal of Business Logistics* 18(2), S. 163-189.
- Straube, F.; Frohn, J. (2007): Kundennutzen durch logistische Mehrwertleistungen, in: Stölzle, W.; Weber, J.; Hofmann, E.; Wallenburg, C. M. (Hrsg.): *Handbuch Kontraktlogistik. Management komplexer Logistikdienstleistungen*, Weinheim, S. 181-197.
- van der Valk, W.; Rozemeijer, F. (2009): Buying business services: towards a structured service purchasing process, in: *Journal of Services Marketing* 23(1), S. 3-10.
- Wind, Y.; Thomas, R. J. (1980): Conceptual and Methodological Issues in Organizational Buying Behavior, in: *European Journal of Marketing* 14(5/6), S. 239-263.
- Wood, J. “A.” (2005): Organizational configuration as an antecedent to buying centers’ size and structure, in: *Journal of Business & Industrial Marketing* 20(6), S. 263-275.
- Wrobel, H.; Klaus, P. (2009): *Projektanbahnung in der Kontraktlogistik. Eine empirische Studie zum Status Quo und zu den Erfolgsfaktoren im Vertrieb und im Einkauf von Kontraktlogistikdienstleistungen*, Stuttgart.

Analyzing the Volume Flexibility of Transportation Planning in Supply Chains

Bernd Hellingrath

Chair for Information Systems and Supply Chain Management,
Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster,
hellingrath@ercis.de

Dominik Pfeiffer

Chair for Information Systems and Supply Chain Management,
Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster,
dominik.pfeiffer@ercis.de

Abstract

While the beneficial impact of supply chain flexibility is generally acknowledged, little research exists to date addressing how an organization can measure and achieve flexibility in its supply chain. Especially the influence of tactical planning methods on supply chain flexibility remains weakly investigated. This paper seeks to enhance the knowledge in this area by the proposition of a concept which allows measuring and analyzing the volume flexibility of transportation planning. In order to accomplish this, we first introduce appropriate quantitative flexibility measures and then follow a scenario-based approach using an example milk-run scenario from the consumer goods industry.

1 Introduction

1.1 Motivation

Today's competitive business environment forces markets to deal with globalization, fast-changing conditions and customer-driven, uncertain demand.¹ To tackle the challenges of this business environment, supply chain flexibility has already been identified as a major factor for years.² A flexible supply chain can adapt to changes in the business environment more easily, e.g. by utilizing flexible supply and flexible transportation contracts, the number of backorders and late orders can be reduced and thereby the customer satisfaction can be increased.³ Consequently, flexibility has a direct impact on a supply chain's ability to produce products and deliver them to its customers economically and should be managed in the context of supply chain management.⁴

While the beneficial impact of supply chain flexibility is generally acknowledged, little research exists to date addressing how an organization can measure and achieve flexibility in its supply chain. Approaches of modeling and measuring supply chain flexibility already exist as compiled by MORE AND SUBASH BABU, but especially the influence of tactical planning methods on supply chain flexibility remains weakly investigated. Therefore, this paper as a first step seeks to enhance the knowledge in this area by the proposition of a concept which allows measuring and analyzing the volume flexibility of transportation planning.

1.2 Problem Statement and Research Approach

In our analysis, we concentrate on volume flexibility, which is the ability to change the output level of products produced and delivered.⁵ We chose volume flexibility, because this flexibility type targets volatility in demand, is considered highly relevant in practice and is proven to have a significant impact on a company's performance.⁶ As there is still a lack of measures which adequately describe volume flexibility, appropriate quantitative flexibility measures are developed first.

We then follow a scenario-based approach using an example scenario from the consumer goods industry. The distribution network at focus consists of a distribution center and multiple retailers. Multiple products (finished goods) are to be delivered to the retailers via milk-runs using one means of transportation only.⁷ The objective here is to

¹ Cf. More/Subash Babu (2009), p. 30.

² Cf. Stevenson/Spring (2007); Vickery et al. (1999), pp. 17–18; Fisher et al. (1994), pp. 87–93.

³ Cf. Beamon (1999), p. 284.

⁴ Cf. Swafford et al. (2006), p. 171; Stevenson/Spring (2007), p. 658.

⁵ Cf. chapter 2.1.

⁶ Cf. Sánchez/Pérez (2005).

⁷ Cf. Arnold et al. (2008), p. 14.

provide a concept that allows determining and analyzing the volume flexibility of the resulting transportation plan.

The paper proceeds with an introduction of definitions for supply chain flexibility and volume flexibility in chapter 2.1, followed by the description of performance measures for volume flexibility in chapter 2.2. Building on these definitions and measures, the concept for measuring and analyzing volume flexibility is presented in chapter 2.3. The concept is implemented in an example scenario using fictive data. For this purpose, we use a model that is based on the vehicle routing problem with a single focus on transportation costs and a linear optimization approach. In chapter 3.1 to 3.3, the description of the scenario and the mathematical formulations of the model are covered. The volume flexibility of the resulting transportation plans is then quantified and analyzed in chapter 3.4. The paper concludes with a short summary and a description of potentials for future research.

2 Measuring Volume Flexibility

2.1 Definitions

In literature, there are a lot of contributions concerning the general concept of flexibility and up to today, researchers have not broadly agreed upon a uniform definition and terminology. In their efforts to characterize flexibility, SETHI AND SETHI stated that flexibility is a complex, multidimensional and hard-to-capture concept.⁸ Nonetheless, a common characteristic in available definitions is the ability to properly and rapidly respond to changes.⁹ These changes are often described as unanticipated, stemming from, for example, competitive pressure or changes in customers' needs. Furthermore, being flexible mostly indicates that these changes can be implemented with little penalty in time, effort, cost or performance. For our purpose, the following definition is deemed most suitable and will be used throughout the paper.¹⁰

***Supply chain flexibility** is the ability of a supply chain to change its structures, processes, resources and steering mechanisms in the bounds of a given scope of action.*

In addition to these definitions, many attempts have been made to further characterize supply chain flexibility as being a multidimensional concept and consisting of several types of flexibility.¹¹ MORE AND SUBASH BABU, for example, identified 71 flexibility types from literature. Among these various flexibility types, flexibility types which have a direct impact on a supply chain's performance can be grouped into *target flexibilities*, and flexibility types which reduce the scope to a certain constituent of the supply chain can be grouped into *flexibility dimensions* (see figure 1).¹² Furthermore, tar-

⁸ Cf. Sethi/Sethi (1990), pp. 289–295.

⁹ Cf. Upton (1994), p. 73; Garavelli (2003), p. 142; Vokurka/O'Leary-Kelly (2000), p. 485.

¹⁰ Cf. Hellingrath (2010), p. 227.

¹¹ Cf. More/Subash Babu (2008); Stevenson/Spring (2007); Sánchez/Pérez (2005); Pujawan (2004).

¹² Cf. Pfeiffer/Hellingrath (2011), pp. 991–995.

get flexibilities denominate flexibilities regarding specific (economical) objectives. The focus of this paper lies on volume flexibility which is a concrete target flexibility that promises a high contribution to a supply chain's performance and which consequently needs to be made measurable.

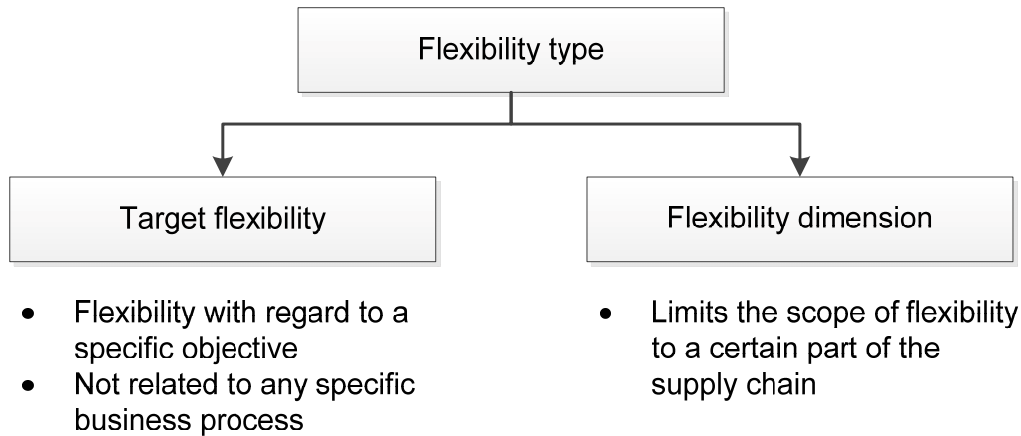


Figure 1: Distinction of flexibility types

Volume flexibility was already suggested by BEAMON in 1999.¹³ In an uncertain supply chain environment with volatile demand, flexibility regarding the output level of products produced and delivered is important in order to be able to react to unexpected changes in demand. Consequently, volume flexibility can be used as a means to ensure delivery reliability. However, BEAMON points out that, in order to develop a definition for volume flexibility, the question how much of the demand can be met by considering only the range of volumes that are profitable is important. Following this line of reasoning, the following definition is used throughout the paper.

***Volume flexibility** is the ability to change the output level of products produced and delivered.*

2.2 Flexibility Measures

Performance measures are needed for monitoring performance, enhancing motivation and communication and diagnosing problems.¹⁴ Therefore, performance measurement is vital for managing and improving supply chains. Whilst there are a variety of definitions in literature, here, the following understanding of performance measures by NEELY ET AL. is used.

*A performance measure is defined as a metric used to quantify the efficiency and/or effectiveness of an action.*¹⁵

Furthermore, building on the work of SLACK and UPTON, we identified elements that a flexibility measure should generally be composed of. In this paper, range flexibility,

¹³ Cf. Beamon (1999), pp. 285–289.

¹⁴ Cf. Chan (2003), p. 535.

¹⁵ Neely et al. (2005), p. 1229.

responsiveness and mobility are used to derive flexibility measures for volume flexibility and are therefore introduced in this section (see table 1).¹⁶

Constituent element	Dimension of Measurement	Description
Range flexibility	Range	The number of options or states an activity, process, function or firm is able to change or able to adopt
Responsiveness	Time	The additional time that applies for moving between the states (as described by the range flexibility)
Mobility	Costs	The additional costs that apply for moving within the range of options (as described by the range flexibility)

Table 1: Constituent elements of a flexibility measure¹⁷

Range flexibility corresponds to the number of options or states an activity, process, function or firm is able to change or able to adopt, while response flexibility refers to the ability to move quickly between these states. For example, range flexibility may relate to the range of size, range of volume, range of products, range of delivery carriers, range or capacity, etc.¹⁸

Mobility flexibility addresses the transition penalties, e.g. time or cost of change, for moving within the range of options described by the range flexibility. For instance, a plant with low set-up costs and times between types of products is usually considered flexible. A network which can increase or shed capacity easily, i.e. at low transition times and costs, is more flexible on the dimension of capacity.

In the aforementioned definition of a performance measure, effectiveness relates to the extent to which a specific target is met, and efficiency reflects the amount of resources used. Here, effectiveness is related to range flexibility and efficiency is described by responsiveness and mobility.

Consequently, as moving within the range is mostly affected by costs and time simultaneously, supply chain flexibility measures can be described by a three dimensional construct consisting of range, costs and time. For example, delivering an increased quantity of 500 units of a product P may be possible in three days with certain costs, or in two days with possibly higher costs. By means of this construct, the constituent elements of a volume flexibility measure are described in the following.

Volume flexibility has been defined as the ability to change the output level of products produced and delivered. Referring to the constituent elements of a flexibility measure, volume flexibility should be measured by

- the additional output that is possible,
- the time that is required in order to provide the additional output, and
- the incurring costs for providing the additional output.

¹⁶ Cf. Pfeiffer/Hellingrath (2011); Slack (1991); Upton (1994).

¹⁷ Cf. Pfeiffer/Hellingrath (2011), pp. 996–998.

¹⁸ Cf. More/Subash Babu (2008), p. 306.

Furthermore, volume flexibility can be considered on the product or product group level, or with respect to other aggregates, like loading units.

Key performance indicators that for the most part adhere to these requirements are provided in the performance section of the Supply Chain Operations Reference model.¹⁹ There, “agility” is defined as “the ability to respond to external influences, the ability to respond to marketplace changes to gain or maintain competitive advantage”.²⁰ Despite the use of different terms, the meaning of agility and adaptability only slightly differs from our definition of supply chain flexibility, and in the section on agility, standard metrics to describe process performance which are useful in this context are provided. The performance indicator that is deemed relevant for our purpose is the following.²¹

Upside Deliver Adaptability: The maximum sustainable percentage increase in quantities delivered that can be achieved in 30 days with the assumption of unconstrained finished good availability.

Here, upside supply chain adaptability matches with volume flexibility to a large extent. We have decided to adapt this performance indicator from the SCOR model, because it is part of a well-established standard and already provides basic rules for calculation and data collection. However, the 30 days are an arbitrary number provided for benchmarking purposes and need to be adjusted in order to fit the specific scenario.²² Additionally, the costs that go along the increase in quantities delivered are not yet included in this definition and will also form part of our research.

2.3 A Concept for Measurement and Analysis

Measuring Volume Flexibility

The performance indicators which were introduced in the preceding chapter describe volume flexibility, but it remains to explain how the measurement is performed. As supply chains differ in various ways, for example regarding their structure and the types of resources used, it is not possible to define general rules for flexibility measurement that apply to each and every scenario. Instead, the focus here lies on the example milk-run scenario taken from the consumer goods industry.

The distribution network at focus consists of a distribution center and multiple retailers. Each retailer demands multiple products (finished goods) which are to be delivered to the retailers via milk-runs using one means of transportation only. The cost optimal milk-runs are calculated using the standard vehicle routing problem with a single focus on transportation costs, and the milk-run is planned only once and not changed in succeeding periods in the planning horizon. Furthermore, there is only one vehicle assigned to a transportation cluster, i.e. each retailer is provided with goods by

¹⁹ Cf. Supply Chain Council (2010), § 2.

²⁰ Supply Chain Council (2010), § 1.2.4.

²¹ Cf. Supply Chain Council (2010), § 2.3.31.

²² Cf. Supply Chain Council (2010), § 2.3.3.

one vehicle only (cf. figure 2). The objective then is to determine and analyze the volume flexibility of the resulting transportation plan.

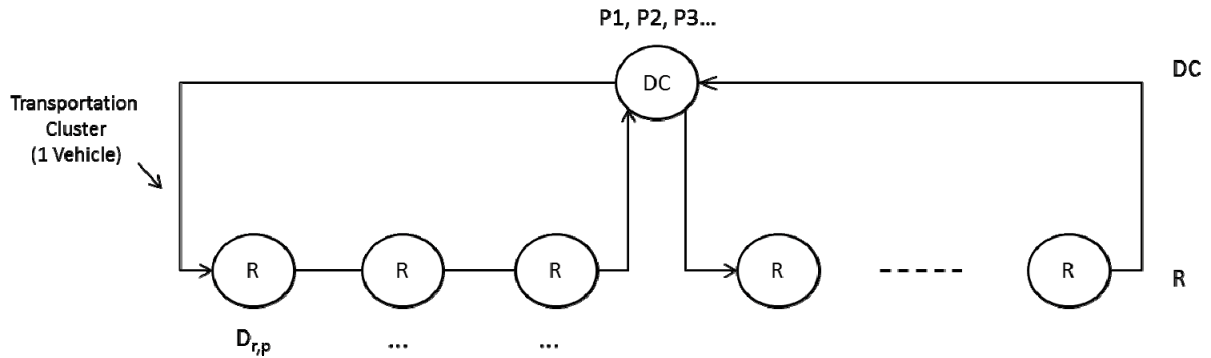


Figure 2: The supply chain scenario

In this scenario, a transportation cluster's volume flexibility is dependent on the free or unused vehicle capacity only, as the transportation plan is fixed after optimization and there are no additional tours or vehicles allowed. Consequently, the volume flexibility in terms of additional quantity that can be delivered is determined via the free capacity of the vehicle belonging to a transportation cluster.

Analyzing the Requirements towards Volume Flexibility

An equally important question is how to interpret this volume flexibility. In order to answer this question, flexibility requirements need to be regarded. With respect to volume flexibility, the major objective is the compensation of variability in demand. Variability in demand, however, can occur at one single retailer, multiple retailers (in different combinations) or all retailers. And depending on where the increase in demand occurs, the volume flexibility which has been determined for the transportation cluster is more or less sufficient for demand compensation.

In addition, companies often distinguish between differently important customers, and therefore, the improvement of volume flexibility with respect to single customers should also be kept at focus. Companies should evaluate their customers with respect to the required level of flexibility. Having identified the importance and the required level of flexibility for a customer, companies may then ensure that a specific transportation plan (i.e. the transportation cluster here) provides the targeted flexibility for each customer.

Therefore, it is necessary to analyze the volume flexibility of the transportation cluster with respect to different possible variations in demand, or possible "future situations". The relevant future situations, i.e. the possible increases or decreases of demand at certain retailers in the supply chain, are scenario-dependent and need to be individually determined in practice. In our context, a possible future situation is the increase of demand at only one retailer. Another possibility is an equally distributed relative increase of demand at all retailers, e.g. due to external effects of the markets. These two

scenarios will be used as examples throughout the rest of this paper. Furthermore, we will use the relative increase of demand only.

Matching Volume Flexibility against the Requirements

Having described the requirements towards volume flexibility from a retailer's point of view, volume flexibility should then be leveled against the requirements as shown in table 2.

	Flexibility	Flexibility Leveling	Flexibility Requirements
Description	E.g. volume flexibility ²³	Degree to which the current level of flexibility matches the requirements	Compensation of variability in demand
Analysis	E.g. per transportation cluster	Regarding each transportation cluster and the whole network	With respect to possible, relevant future situations

Table 2: Leveling of flexibility against the requirements

In order to express the extent to which the current level of flexibility matches the requirements, the possible increase in retailer demand which can be compensated needs to be analyzed with respect to the identified relevant future demand situations. From the retailer's point of view, the relative increase of his demand which can be compensated by the transportation cluster is of interest. While in the first future situation this needs to be determined for each retailer separately, it will be the same for each retailer in the second.

Now the volume flexibility of each transportation cluster is matched against this additional retailer demand that can be compensated, depending on the future situation. It can be described as the range of minimal to maximal relative increase of demand, derived from all retailers belonging to this cluster. Taking the situation with an increase of demand at only one retailer as an example, the increase of demand that can be compensated could lie between 2%-8%, depending on where the demand increase occurs. In order to provide a more meaningful description, the mean and standard deviation of additional retailer demand possible to compensate should also be included here. If the demand increases equally across all retailers of a transportation cluster, minimal, maximal and average additional demand degenerate to one single value. These aggregate measures are summarized in table 3.

Similar information can be provided on the distribution network level. The minimal and maximal demand which can be compensated as well as the corresponding mean and standard deviation should be included. The decision to be made here is whether these will be calculated on the basis of each retailer's additional demand which can be compensated or the already aggregated information of the transportation clusters.

²³ I.e. the sustainable percentage increase in quantities delivered that can be achieved (cf. chapter 2.2.).

Element of Analysis	Future Situation	Flexibility Leveling
Transportation cluster 1	Increase of demand at only one retailer	Minimum, mean and standard deviation, and maximum increase of retailer demand that can be compensated (aggregated over all possible future situations ²⁴)
	Equal increase of demand at all retailers	Average increase of retailer demand that can be compensated
...	...	...
Distribution Network	Increase of demand at only one retailer	Minimum, mean and standard deviation, and maximum increase of retailer demand that can be compensated (aggregated over all possible future situations, and calculated either on the basis of each retailer's additional demand which can be compensated or the already aggregated information of the transportation clusters)
	Equal increase of demand at all retailers	Minimum, mean and standard deviation, and maximum increase of retailer demand that can be compensated (aggregated over all possible future situations)

Table 3: Aggregate measures for flexibility leveling

Having introduced the concept for measuring and analyzing volume flexibility, a concrete application is presented in the next chapter.

3 The Impact of Milk-runs on Volume Flexibility

3.1 Scenario Description

The mathematical model used here is an extension of the capacitated vehicle routing problem (CVRP).²⁵ Major enhancements are the consideration of multiple products and the introduction of periods which are necessary for the post-optimization calculation of the flexibilities. The milk-runs are not planned regularly, but once, which is a requirement that occurs, e.g., in industries where deliveries are carried out on a regular basis (e.g. weekly at the same day and time).²⁶ Especially in this setting, the focus on volume flexibility becomes important, because planned transportation cannot be changed and without free transportation capacity, additional direct deliveries would have to be set up. Furthermore, the volume flexibility is analyzed with respect to the two future scenarios “increase of demand at only one retailer” and “equally increasing demand” as described in chapter 2.3.

The model is based on the following assumptions:

²⁴ E.g. in a transportation cluster with three retailers, three future situations with increases of demand at only one retailer are possible.

²⁵ Cf. Domschke (1997), pp. 211–214.

²⁶ Cf. Arnold et al. (2008), p. 14.

- Each retailer (network nodes $1 \dots N$) has to be replenished with products stored at a depot (network node 0) by exactly one vehicle and at a predefined distribution cycle.
- Retailers demand multiple products.
- There are an infinite number of units of a product available at the depot.
- There is only one means of transportation (vehicle) with a fixed, predefined capacity (in units of volume).
- The distribution cycle is the same for all vehicles.
- There are a fixed number of vehicles.
- Each vehicle has to deliver products to at least one retailer.
- Each retailer is replenished by only one vehicle, i.e. the retailer belongs to only one transportation cluster and there is only one vehicle per cluster.
- A tour starts and ends at the depot.
- The milk-run is planned once and not changed across periods.
- The objective is the minimization of the sum of distances driven by all vehicles, i.e. under the restriction that all retailers have to be replenished; the total distance has to be minimal.

The parameters of the model look as follows:

- Number of retailers
- Number of vehicles (or transportation cluster)
- Number of products
- Vehicle capacity
- Transportation distances
- Distribution cycle / delivery frequency
- Product volumes
- Demand

This chapter continues with the mathematical formulation of the model and the volume flexibility. In chapter 3.4, the results of multiple optimization runs using different numbers of vehicles and especially the changes in volume flexibility are presented and analyzed.

3.2 Mathematical Formulation of the Model

Parameters and variables

The following tables (table 4 and table 5) present the model parameters, variables and their meanings.

Parameter	Explanation
$D_{p,i}$	Average period demand for product p at retailer i
$TC_{i,j}$	Transportation costs on edge between nodes i and j
V_{Cap}	Vehicle capacity (in units of volume)
DC	Delivery cycle (number of periods)
$PVol_p$	Volume coefficient (volume of a product) of product p

Table 4: Model parameters

Variable	Explanation
$tx_{i,j,v}$	Binary variable, indicating whether there is a transport from node i to node j via vehicle v

Table 5: Model variables

Objective function and restrictions

In this model, only distance-based and transportation volume independent transportation costs are considered. The objective is the minimization of the sum of distances driven by all vehicles weighed by the transportation costs per unit of distance:

$$\min \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N TC_{i,j} \cdot \sum_{v=1}^V tx_{i,j,v} \quad (1)$$

Retailers are only delivered by exactly one vehicle:

$$\sum_{i=0}^N \sum_{v=1}^V tx_{i,j,v} = 1, \quad \forall j \in N \setminus 0 \quad (2)$$

If a vehicle arrives at a node, it also has to leave it:

$$\sum_{i=0}^N tx_{i,j,v} = \sum_{k=0}^N tx_{j,k,v}, \quad \forall j \in N, v \in V \quad (3)$$

The route must start and end at the depot:

$$\sum_{j=1}^N tx_{0,j,v} = 1, \quad \forall v \in V \quad (4)$$

The vehicle capacity restriction is taken into account:

$$vLoad_v \leq VCap, \quad \forall v \in V \quad (5)$$

Helping expressions

Calculation of the transportation volume of product p from the depot to retailer i per tour:

$$tv_{p,i} = D_{p,i} \cdot DC, \quad \forall p \in P, i \in N \setminus 0 \quad (6)$$

Calculation of the vehicle load (in units of volume):

$$vLoad_v = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, i \neq j}^N \sum_{p=1}^P tx_{i,j,v} \cdot tv_{p,i} \cdot PVol_p, \quad \forall v \in V \quad (7)$$

3.3 Mathematical Formulation of Volume Flexibility

Retailer perspective

The following formulas compute the maximum absolute and relative additional quantities (regarding units of volume), respectively, which can be delivered to the network node (or retailer) i under the assumption that the demand increases at only one retailer (future situation 1).²⁷ The additional demand that can be compensated (or the additional quantity that can be delivered) in absolute values is determined via the free capacity of the vehicle v replenishing the retailer or node i . Relative values can be obtained by dividing through the total demand (in units of volume), cumulated over all products.

$$max\_abs\_aqp\_node_i = \sum_{j=0}^N \sum_{v=1}^V tx_{i,j,v} \cdot vFreeCap_v, \quad \forall i \in N \setminus 0 \quad (8)$$

$$max\_rel\_aqp\_node_i = \frac{max\_abs\_aqp\_node_i}{\sum_{p=1}^P (D_{p,i} \cdot PVol_p \cdot DC)}, \quad \forall i \in N \setminus 0 \quad (9)$$

The additional quantity which can be delivered to network node i under the assumption of equally increasing demand (i.e. future situation 2) is computed by distributing the available vehicle capacity across all retailers belonging to a transportation cluster.

²⁷ Cf. chapter 2.3.

For this purpose, the quotient “local retailer demand” through “total transportation cluster demand” is used as weight. Again, the additional quantity is calculated on an absolute and relative basis (see above).

$$eqi\_abs\_aqp\_node_i = max\_abs\_aqp\_node_i \cdot \frac{\sum_{p=1}^P D_{p,i} \cdot PVol_p}{totPClD_i}, \quad \forall i \in N \setminus 0 \quad (10)$$

$$eqi\_rel\_aqp\_node_i = \frac{eqi\_abs\_aqp\_node_i}{\sum_{p=1}^P (D_{p,i} \cdot PVol_p \cdot DC)}, \quad \forall i \in N \setminus 0 \quad (11)$$

Cluster perspective

Referring to the aggregate measures presented in table 3, chapter 2.3, the minimal, average and maximal retailer demand which can be compensated by the transportation cluster are calculated by the next formulas. For readability purposes, the increase of demand which can be compensated if the demand increases at only one retailer (future situation 1) is calculated separately per transportation cluster and retailer and referred to as $adp\_1\_cluster_{v,i}$. The maximal, average and minimal demand increases which can be compensated are then determined as follows:

$$max\_adp\_1\_cluster_v = max_{i \in N \setminus 0} (adp\_1\_cluster_{v,i}), \quad \forall v \in V \quad (12)$$

$$avg\_adp\_1\_cluster_v = \frac{\sum_{i=1}^N adp\_1\_cluster_{v,i}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=0, i \neq j}^N tx_{i,j,v}}, \quad \forall v \in V \quad (13)$$

$$min\_adp\_1\_cluster_v = min_{i \in N \setminus 0} (adp\_1\_cluster_{v,i}), \quad \forall v \in V \quad (14)$$

Regarding the situation with equally increasing demand (future situation 2), the additional demand on the transportation cluster level equates the additional demand on the retailer level:

$$adp\_eqi\_cluster_v = max_{i \in N \setminus 0, j \in N, i \neq j} (tx_{i,j,v} \cdot eqi\_rel\_aqp\_node_i), \quad \forall v \in V \quad (15)$$

Helping expressions

For readability purposes, the increase of demand which can be compensated if the demand increases at only one retailer, is calculated separately per transportation cluster and retailer:

$$adp\_1\_cluster_{v,i} = \sum_{j=0, i \neq j}^N tx_{i,j,v} \cdot max\_rel\_aqp\_node_i, \quad \forall i \in N \setminus 0, v \in V \quad (16)$$

Calculation of the free vehicle capacity:

$$vFreeCap_v = VCap - vLoad_v, \quad \forall v \in V \quad (17)$$

Calculation of the total period demand (in units of volume) in a transportation cluster:
As in our model this information is required for each retailer, it is the total period cluster demand for a retailer belonging to this transportation cluster.

$$totPClD_i = \sum_{p=1}^P \sum_{j=0}^N \sum_{v=1}^V tx_{i,j,v} \cdot D_{p,i} \cdot PVol_p, \quad \forall i \in N \setminus 0 \quad (18)$$

3.4 Results and Analysis

The preceding model is solved for the specific scenario using fictive example data. The sample network consists of the depot and 25 retailers. Retailers demand three products of different volumes and are replenished every period. There are 28 periods covered and the demand has been arbitrarily distributed. All vehicles have the same fixed capacity. Then, the transportation clusters have been optimized using 5, 6 and 7 vehicles or transportation clusters and the resulting flexibilities have been calculated according to the rules of measurement introduced in the preceding chapters.

Scenario	V=5	V=6	V=7
Additional fixed costs	0%	20%	40%
Additional variable costs	0%	3%	7%
Mean vehicle utilization	95%	79%	68%
Volume flexibility, if the demand increases at only one retailer:			
Minimum of all additional retailer demands which can be compensated	0%	33%	27%
Mean of the minimal additional retailer demands which can be compensated by the transportation clusters	19%	76%	136%
Mean of the average additional retailer demands which can be compensated by the transportation clusters	29%	117%	170%
Mean of the maximal additional retailer demand which can be compensated by the transportation clusters	43%	176%	201%
Maximum of all additional retailer demands which can be compensated	80%	280%	380%
Volume flexibility, if the demand increases equally at all retailers:			
Minimal additional retailer demand	0%	3%	3%
Mean additional retailer demand	2%	10%	27%
Maximal additional retailer demand	4%	18%	115%

Table 6: Results using three scenarios with 5, 6 and 7 vehicles

Table 6 and the figures 3 to 5 present the results of the three optimization runs. The flexibility of the whole distribution network increases with the number of vehicles used for transportation. As more vehicles in the same scenario (and especially with the same retailer demand) obviously lead to an increase of unused vehicle capacity, the

amount of additional demand that could be compensated increases. Subsequently, the volume flexibility also increases.

Nonetheless, it can be pointed out that while the mean of the average additional retailer demands which can be compensated by the transportation cluster in the future situation with an increase of demand at only one retailer increases as expected, the deviation or the difference between minimal and maximal additional demand grows by a large extent. In accordance to this, the deviation between minimal and maximal additional demand also increases in the other future situation, while the mean develops as expected.

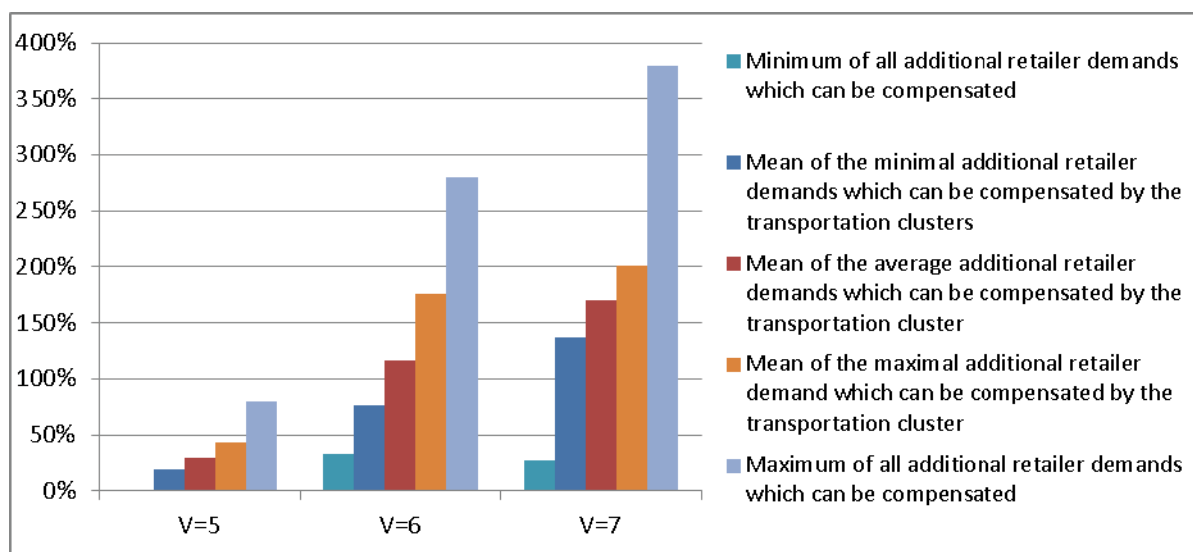


Figure 3: Volume flexibility, if the demand increases at only one retailer

Consequently, using more vehicles does not necessarily improve volume flexibility evenly across the network. This is of special importance if a company's target is to improve flexibility with respect to single customers. In practice, one would therefore have to evaluate the customers with respect to a required level of flexibility, as different customers are often of different importance to a company. Having identified the importance and the required level of flexibility for a customer, companies may then ensure that a specific transportation plan provides the targeted flexibility.²⁸

Comparing volume flexibility and additional costs which apply for using more vehicles (see figure 5), it can be seen that the average flexibility develops above additional costs under the assumption that the demand increases at one retailer only, and below additional costs under the assumption of equally increasing demand. It has to be noted here that the fictive data used do not allow for a quantitative analysis of the relation between volume flexibility and costs.

²⁸ Cf. chapter 2.3.

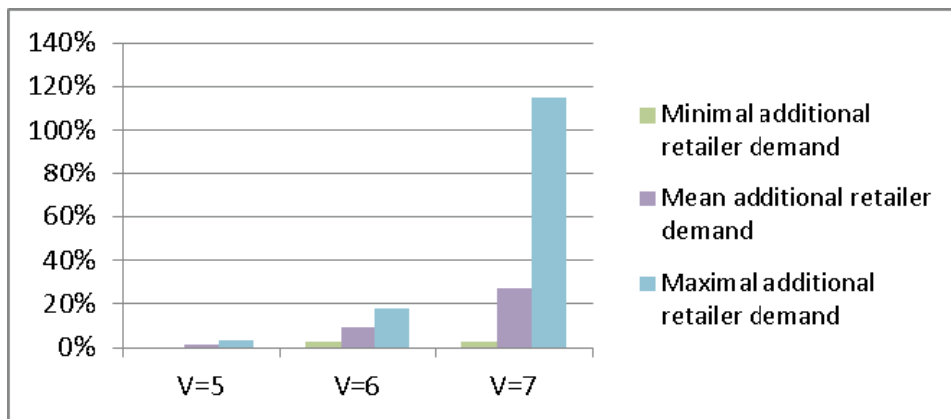


Figure 4: Volume flexibility, if the demand increases equally at all retailers

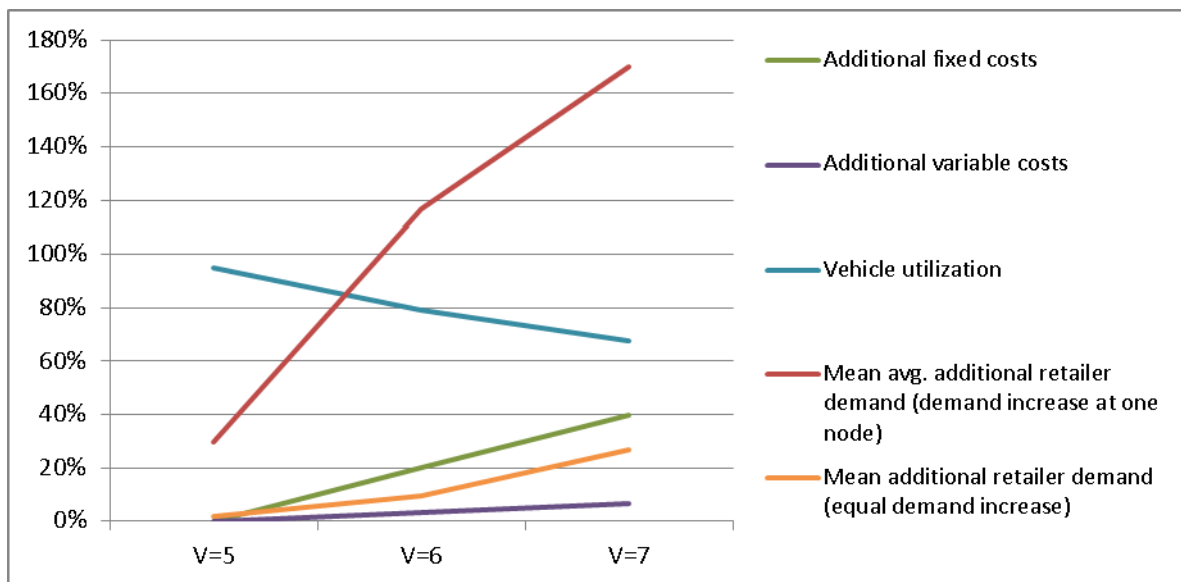


Figure 5: Comparison of additional costs and volume flexibility

The example application in a fictive milk-run scenario shows the possible evaluation of volume flexibility by means of the approach suggested in this paper. Volume flexibility can be matched against costs and thus the concept supports the determination of the desired level of flexibility.

Going one step further, the concept could be applied to more complex scenarios with additional planning methods. For example, a common action undertaken in situations where an unexpected increase of demand exceeds transportation capacity of already planned milk-runs is setting up additional direct deliveries. Direct deliveries, however, also require the assignment of additional vehicles and can lead to rather costly round-trips. Here, the permanent introduction of an additional vehicle in the transportation plan can be used as a means for implementing flexibility regarding demand fluctuations and for avoiding additional direct deliveries. This in turn depends on the extent and frequency at which such demand fluctuations occur, and thus the decision whether to implement volume flexibility by means of additional (unused) transportation capaci-

ty is highly situation-dependent. In such scenarios of different structure and with multiple planning methods (both milk-runs and direct deliveries in the example), the concept could be supportive in order to evaluate flexibility.

4 Conclusion and Future Research

The objective of this paper was to provide a concept which allows measuring and analyzing the volume flexibility of transportation planning. In order to achieve this, we first introduced quantitative performance measures for volume flexibility. Thereafter, we presented the concept and performed an evaluation in a milk-run scenario with a simple distribution network structure. In an environment with volatile demand, unused vehicle capacity was used as a means to demand compensation.

The evaluation shows that our approach supports the quantification and interpretation of volume flexibility in different milk-run scenarios. It supports companies to determine their desired level of flexibility by valuing the volume flexibility that can be reached against costs and can facilitate decisions on the volume flexibility to be implemented.

However, this is only a first step. This concept needs to be applied to alternative and more complex scenarios of different structure. Its use and applicability regarding the evaluation of volume flexibility in scenarios with multiple, mixed planning methods needs to be examined. The concept then still needs to be validated with data taken from industry in order to prove practicability and relevance. Besides volume flexibility, the measurement of other target flexibilities could be analyzed as well. Finally, adequate actions to improve supply chain flexibility should be subject of future research.

5 References

- Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K. (2008): Handbuch Logistik, 3. Aufl., Berlin.
- Beamon, B. (1999): Measuring supply chain performance, in: *International Journal of Operations & Production Management* 19 (3), pp. 275-292.
- Chan, F. (2003): Performance Measurement in a Supply Chain, in: *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 21 (7), pp. 534-548.
- Domschke, W. (1997): *Rundreisen und Touren*, 4. Aufl., München [u.a.].
- Fisher, M. L.; Hammond, J. H.; Obermeyer, W. R.; Raman, A. (1994): Making supply meet demand in an uncertain world,
- Garavelli, A. (2003): Flexibility configurations for the supply chain management, in: *International Journal of Production Economics* 85 (2), pp. 141-153.
- Hellingrath, B. (2010): Flexibilität von Supply Chains - Eine Charakterisierung auf der Grundlage des Dortmunder Prozesskettenmodells, in: Clausen, U.; Hompel, M. ten (Eds.): *Facetten des Prozesskettenparadigmas*, Dortmund, pp. 221-236.
- More, D.; Subash Babu, A. (2008): Perspectives, practices and future of supply chain flexibility, in: *International Journal of Business Excellence* 1 (3), pp. 302-336.
- More, D.; Subash Babu, A. (2009): Supply chain flexibility: a state-of-the-art survey, in: *International Journal of Services and Operations Management* 5 (1), pp. 29-65.

- Neely, A.; Gregory, M.; Platts, K. (2005): Performance measurement system design: A literature review and research agenda, in: *International Journal of Operations & Production Management* 25 (12), pp. 1228–1263.
- Pfeiffer, D.; Hellingrath, B. (2011): Performance Measures for Supply Chain Flexibility, in: Hammervoll, T. (Ed.): *Logistics and Supply Chain Management in a High North perspective*, The 23rd Annual NOFOMA Conference, Harstad, Norway, 9–10 June 2011. Harstad University College, pp. 989–1003.
- Pujawan, I. (2004): Assessing supply chain flexibility: a conceptual framework and case study, in: *International Journal of Integrated Supply Management* 1 (1), pp. 79-97.
- Sánchez, A.; Pérez, M. (2005): Supply chain flexibility and firm performance: a conceptual model and empirical study in the automotive industry, in: *International Journal of Operations & Production Management* 25 (7), pp. 681-700.
- Sethi, A.; Sethi, S. (1990): Flexibility in manufacturing: a survey, in: *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 2 (4), pp. 289-328.
- Slack, N. (1991): *The manufacturing advantage - Achieving competitive manufacturing operations*, London.
- Stevenson, M.; Spring, M. (2007): Flexibility from a supply chain perspective: definition and review, in: *International Journal of Operations & Production Management* 27 (7), pp. 685-713.
- Supply Chain Council (2010): *Supply Chain Operations Reference Model - Version 10.0*, Pittsburgh, PA.
- Swafford, P. M.; Ghosh, S.; Murthy, N. (2006): The antecedents of supply chain agility of a firm: Scale development and model testing, in: *Journal of Operations Management* 24 (2), pp. 170–188.
- Upton, D. (1994): The management of manufacturing flexibility, in: *California management review* 36 (2), pp. 72-89.
- Vickery, S.; Calantone, R.; Dröge, C. (1999): Supply chain flexibility: an empirical study, in: *Journal of Supply Chain Management* 35 (3), pp. 16-24.
- Vokurka, R. J.; O'Leary-Kelly, S. W. (2000): A review of empirical research on manufacturing flexibility, in: *Journal of Operations Management* 18 (4), pp. 485–501.

Integrierte operative Transportplanung: Ein Tabu Search Verfahren für die simultane Planung von Selbsteintritt und Fremdvergabe

Simon Holdorf

Lehrstuhl für Logistik,
Universität Bremen, Wilhelm-Herbst-Straße 5, 28359 Bremen

Felix Blümel

Lehrstuhl für Logistik,
Universität Bremen, Wilhelm-Herbst-Straße 5, 28359 Bremen

Maximilian Kopp

Lehrstuhl für Logistik,
Universität Bremen, Wilhelm-Herbst-Straße 5, 28359 Bremen

Xin Wang

Lehrstuhl für Logistik,
Universität Bremen, Wilhelm-Herbst-Straße 5, 28359 Bremen

Abstract

Der vorliegende Beitrag widmet sich dem integrierten Transportplanungsproblem (ITPP: Integrated Transportation Planning Problem) von Spediteuren, bei dem von Kunden vergebene Transportaufträge kostengünstig durchgeführt werden sollen. Für die Durchführung lassen sich nicht nur die eigene Flotte, sondern auch diverse Modi von Fremdvergaben mit unterschiedlichen Kostenstrukturen in die operative Transportplanung mit einbeziehen. Um dieses Planungsproblem besser lösen zu können, werden alle Erfüllungsmodi in diesem Beitrag simultan betrachtet. Es handelt sich dabei um eine Verknüpfung des klassischen Vehicle Routing Problems mit dem Minimum Cost Flow Problem, die in der Wissenschaft bis dato weitestgehend unerforscht ist und die vier Erfüllungsmodi (Selbsterfüllung, Fremdvergabe auf Tourenbasis, Fremdvergabe auf Tagesbasis, Frachtkonsolidierung) in einer Kostenfunktion vereint. Ziel ist zum einen, das ITPP zu modellieren. Zum anderen soll ein heuristisches Lösungsverfahren für dessen Lösung entwickelt werden, um anschließend Erkenntnisse für die Einplanung und den Einsatz von Frachtführern bei Speditionsunternehmen gewinnen zu können.

1 Einleitung

Spediteure stehen vor der Aufgabe, wie sie eine Menge von Aufträgen kostengünstig erfüllen können. Diese Frage besteht aus einer kurzfristigen und aus einer langfristigen Planungsdimension. Die kurzfristige Dimension beschäftigt sich mit dem kostenoptimalen Transport von Gütern von einem Ort zu einem anderen Ort. Die langfristige Dimension erörtert, welche Kapazitäten der Spediteur vorhalten sollte, um seine Dienstleistung gewinnmaximierend anbieten zu können.

Meist halten Spediteure eine geringere Kapazität vor, als Nachfrage besteht¹. Die fehlenden Ressourcen werden dann über Subunternehmerbeziehungen abgedeckt. Die Vorteile, Subunternehmer einzubinden, bestehen erstens darin, Nachfrageschwankungen mit flexiblen Kapazitäten abzufangen und so allzu hohe Fixkosten zu vermeiden. Zweitens ergeben sich positive Synergieeffekte, die eine sinnvolle Auftragsaufteilung zwischen der eigenen und fremden Flotte ermöglichen. So können von der eigenen Flotte schwer erreichbare Kunden über Fremdvergabe beliefert werden. Insgesamt ergeben sich Kostenreduzierungen für die globale Kostenfunktion, höhere Fahrzeugauslastungen und minimierte Leerfahrten².

Die Analyse eines Speditionsunternehmens hat gezeigt, dass der Ansatz der kostenoptimalen Auftragssteuerung häufig nur auf der eigenen Fahrzeugflotte basiert³. Zusätzlich zu der eigenen Flotte werden Subunternehmer eingebunden, ohne dabei eine simultane Kostenoptimierung über die eigene Flotte und die Weitervergabe von Aufträgen anzustreben. Diese sequenzielle Planung von Ressourcen verhindert eine optimale Planung. Das Integrated Transportation Planning Problem (ITPP) vereint die Tourenplanung von Spediteuren und Frachtführern, um eine durchgehend kostenoptimale Ressourcenausnutzung zu gewährleisten und Synergiepotenziale zu nutzen.

Ziel dieses Beitrags ist es, ein mathematisches Modell für das ITPP zu präsentieren und eine Heuristik zu entwickeln, die in der Lage ist, gute Lösungen zu generieren. Mit Hilfe von Analysen soll zudem untersucht werden, welche Vorteile sich durch die integrierte Planung von Ressourcen für beteiligte Partner ergeben. In Kapitel 2 werden zunächst die Grundlagen der integrierten Tourenplanung für Speditionsunternehmen erläutert. Anschließend folgt in Kapitel 3 die mathematische Formulierung des ITPP. Kapitel 4 gibt einen Überblick über die entwickelte Heuristik inklusive der ihr zugrunde liegenden Operatoren. Rechnerische Ergebnisse aus Versuchsreihen werden in Kapitel 5 vorgestellt. Abschließend gibt Kapitel 6 eine Zusammenfassung der Ergebnisse sowie einen Ausblick.

2 Integrierte Planung von Speditionsunternehmen

Ziel der integrierten Planung von Speditionsunternehmen ist die simultane Optimierung von unterschiedlichen Subproblemen, um eine durchgängige Ressourcenauslas-

¹ vgl. Krajewska, Kopfer 2009

² vgl. Krajewska, Kopfer 2009

³ vgl. Kopfer et al. 2006

tung zu erzielen. Zu diesem Zweck werden im Folgenden verschiedene Erfüllungsmöglichkeiten zur Kundennachfragebefriedigung, Anforderungen an die Tourenplanung sowie an die Frachtoptimierung vorgestellt.

2.1 Erfüllungsmodi

Neben der Selbsterfüllung, also die Befriedigung der Kundenachfrage durch den Einsatz der eigenen Fahrzeugflotte, gibt es für Speditionsunternehmen die Möglichkeit, komplette Touren an Subunternehmer weiterzugeben. In diesem Fall wird von Fremdvergabe gesprochen. Subunternehmer stehen meist vertraglich in Beziehung mit dem auftraggebenden Spediteur und können entweder auf Basis der gefahrenen Tourenlänge oder auf Tagesbasis gemietet werden. Die Struktur dieser Probleme ist ähnlich: in jedem Fall müssen Kunden einem Fahrzeug zugeordnet werden und für jedes Fahrzeug muss eine Sequenz gebildet werden, in der die Kunden angefahren werden.

Eine weitere Möglichkeit der Fremdvergabe ist, unabhängige Frachtführer für eine Ladung zu engagieren. Dies wird im Folgenden als Frachtkonsolidierung bezeichnet. Diese Frachtführer werden nach einem festen internen Tarif bezahlt, welcher sich häufig nach der transportierten Menge und der gefahrenen Entfernung richtet. Folgende Abbildung fasst die verschiedenen Erfüllungsmodi mit den zu lösenden Problemen zusammen:

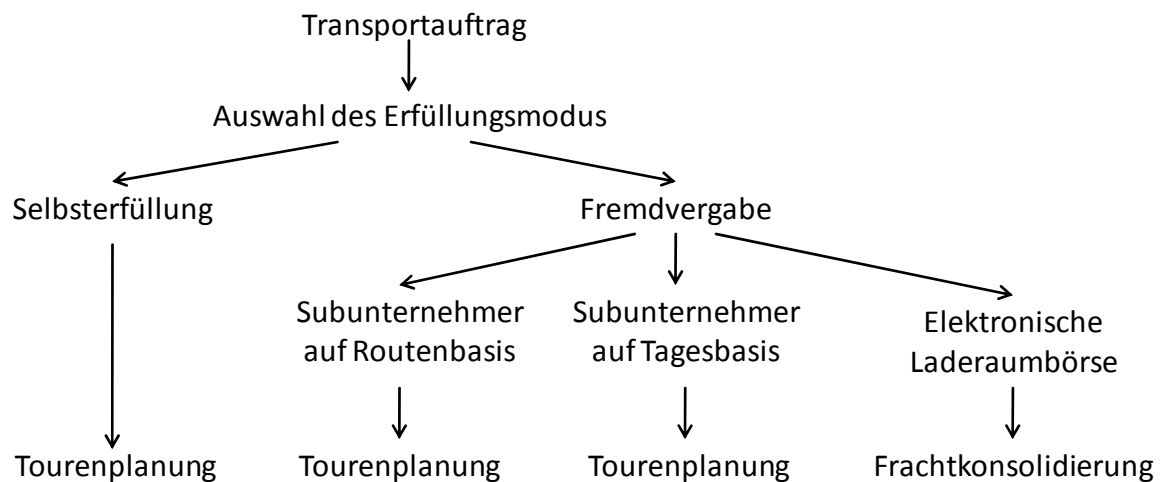


Abbildung 1: Erfüllungsmodi der integrierten Transportplanung (Eigene Darstellung)

2.2 Tourenplanungsprobleme

Die ersten 3 Erfüllungsmodi aus Abbildung 1 werden der Kategorie der Tourenplanungsprobleme zugeordnet. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass eine Menge an Kundenaufträgen in Touren geordnet und gebündelt und anschließend von einer Menge an Fahrzeugen bedient wird. Zusammen bilden die Touren einen Tourenplan. Zielsetzung der Tourenplanung ist in diesem Fall die Minimierung der gesamten Fahrtkosten.

2.3 Frachtoptimierungsproblem

Für Spediteure besteht die Möglichkeit, unabhängige Frachtführer für die Versendung einer Ladung zu engagieren. Diese Frachtführer werden nach einem festen internen Tarif bezahlt, welcher sich häufig nach der transportierten Menge und der gefahrenen Entfernung richtet. Nicht zuletzt gibt es noch die Möglichkeit, Aufträge auf elektronischen Laderaumbörsen anzubieten. Die Preisfindung ist hier allerdings sehr flexibel. Meist werden Preise eher durch die individuelle Situation der anbietenden Frachtführer, als auf einer festen Tarifstruktur getroffen⁴. Insofern können hier sehr günstige Transportpreise zustande kommen. Da beide Fremdvergabemöglichkeiten strukturell dennoch sehr ähnlich sind, werden sie im Folgenden zusammengefasst als Frachtkonsolidierung bezeichnet. Die Struktur des Problems für Frachtkonsolidierung ist anders als die anderen Erfüllungsmodi. Hier handelt es sich nicht um Subunternehmer, die komplette Touren von einem Spediteur übernehmen. Vielmehr wird eine Transportkapazität für eine Strecke von A nach B gemietet. Im Sinne der Optimierung wird ein kostenminimaler Fluss durch ein vorgegebenes Transportnetz gesucht, der zu minimalen Frachtkosten für ein vorgegebenes Auftragsbündel führt. Bezeichnet wird dies als Frachtoptimierungsproblem⁵.

2.4 Darstellung des ITPP

Abbildung 2 veranschaulicht die vorgestellten Modi der Kundenauftragserfüllung anhand eines Beispiels, bei dem Kunden von einem Depot aus mit Waren beliefert werden sollen. Für die Lösung der Tourenplanungsprobleme (Selbsterfüllung, Subunternehmer auf Tourenbasis, Subunternehmer auf Tagesbasis) eignet sich das Vehicle Routing Problem (VRP), dem sog. Standardproblem der Tourenplanung. Zu dessen Lösung werden Hamiltonkreise (Touren) gebildet (s. Abbildung 2a), wobei jeder Kunde genau einmal von einem Fahrzeug bedient wird. Die Fahrzeuge starten und enden in einem Depot, der gesamte Bedarf für eine Tour darf die Kapazität des entsprechenden Fahrzeugs nicht überschreiten und mehrere Touren werden als Cluster bezeichnet⁶. Ein Unterschied zwischen den Modi liegt in der Berechnung der Kosten, auf die in Abschnitt 3 eingegangen wird.

Der Modus Frachtkonsolidierung kann als Minimalkosten Netzfluss Problem (engl.: minimum cost flow, MCF) aufgefasst werden. Teilweise wird das MCF auch als Umladeproblem bezeichnet⁷. Auch bei diesem Modus sollen die Kunden vom Depot aus beliefert werden. Allerdings müssen keine Kreise gebildet werden. Die Struktur für diesen Modus ist ein Baum (siehe Abbildung 2c). Zur begrifflichen Abgrenzung zu dem VRP werden die Lösungen aus der Frachtkonsolidierung mit Fluss oder Bündel bezeichnet. Ein Fluss stellt einen gerichteten Pfad dar, also eine endliche Folge aus Knoten v_i : $W = (v_0, v_a, v_b, \dots, v_z)$, $z > 0$. v_0 ist das Depot. Wenn beispielsweise der

⁴ vgl. Krajweska, Kopfer 2009

⁵ vgl. Kopfer et al. 2008

⁶ vgl. Rieck 2008

⁷ vgl. Grünert, Irnich 2005

Kunde i über Frachtkonsolidierung beliefert wird, ergibt sich der Fluss $(0,i)$ (siehe Abbildung 2b). Wenn mehrere Kunden über Frachtkonsolidierung beliefert werden, kann es sein, dass mehrere Einheiten über dieselbe Kante transportiert werden. In einem solchen Fall spricht man von einem Bündel. Graphentheoretisch ist ein Bündel ein Baum, dessen Wurzel in v_0 liegt. In dieser Arbeit sollen Bäume über Arrays dargestellt werden. Dazu wird für jeden Knoten der Weg zu diesem Knoten als Fluss über die entsprechenden Umladeknoten dargestellt. Zum Beispiel ist Knoten 1 in Abbildung 2c Transitknoten von 2 und somit ergibt sich für den Fluss zu Knoten 2: $(0,1,2)$. Wenn man die über alle Kanten transportierten Mengen kumuliert, erhält man das Bündel.

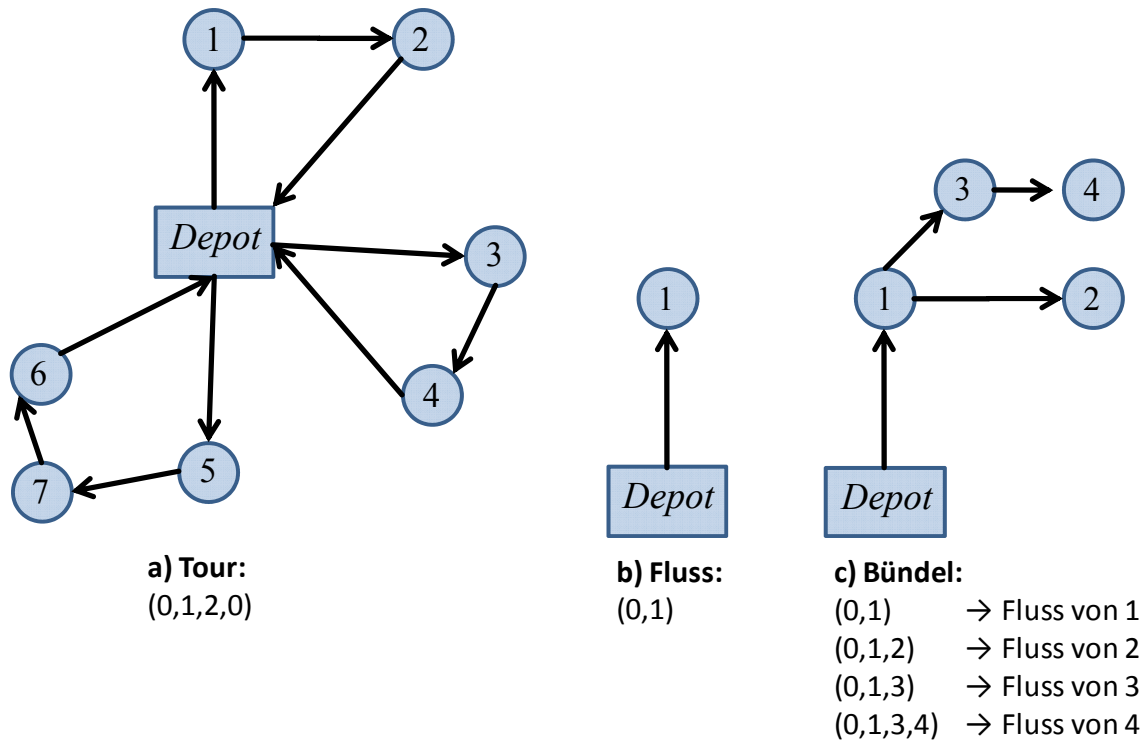


Abbildung 2: Struktur des integrierten Transportplanungsproblems (Eigene Darstellung)

3 Mathematische Formulierung

In diesem Abschnitt wird das ITPP formal beschrieben und entsprechend dem Szenario aus Abb. 2 mathematisch modelliert. Bevor jedoch auf das Modell eingegangen wird, sollen zunächst die getroffenen Annahmen und die Notation beschrieben werden.

3.1 Annahmen und Notationen

Ziel des integrierten Transportplanungsproblems ist, n Kunden mit minimalen Kosten zu beliefern. Jeder Kunde i hat eine Nachfrage von q_i . Mit $V = \{v_0, v_1, \dots, v_n\}$ wird die Menge der Knoten bezeichnet, wobei sich das Depot bei v_0 befindet. Die Menge der Kanten zwischen den Knoten wird mit $A = \{(v_i, v_j) | (v_i, v_j \in V; i \neq j)\}$ bezeichnet. D ist die Matrix nicht-negativer euklidischer Entfernungen $d_{ij} \geq 0$ zwischen den Kunden v_i und v_j für alle $i, j \in V$. Für D gilt $d_{ij} = d_{ji} \forall i, j \in V$.

Zur Belieferung der Kunden stehen m eigene Fahrzeuge zur Verfügung, die alle eine Kapazität von Q haben. Die Menge der eigenen Fahrzeuge wird mit K bezeichnet. Die eigene Fahrzeugflotte befindet sich im Depot v_0 . Eigene Fahrzeuge verursachen sowohl fixe als auch variable Kosten. Die fixen Kosten pro Fahrzeug sind c_f . Die variablen Kosten pro gefahrener Strecke für die eigene Fahrzeugflotte sind c_v .

Darüber hinaus gibt es noch die Möglichkeit, andere Fahrzeuge auf Tourenbasis zu mieten. Diese Fahrzeuge haben ebenfalls eine Kapazität von Q und befinden sich im Depot v_0 . Hier muss nur die gefahrene Strecke bezahlt werden, wodurch nur variable Kosten (c_r) entstehen. Für die Kosten gilt $c_r > c_v$. Die Menge der Fahrzeuge auf Tourenbasis wird mit K' bezeichnet.

Der dritte Modus sind Subunternehmer auf Tagesbasis. Die Fahrzeuge dieses Subunternehmertyps werden für einen ganzen Tag gemietet, weshalb nur ein fixer Kostensatz (c_d) gezahlt werden muss. Auch die Fahrzeuge dieses Modus starten im Depot v_0 und haben eine Kapazität von Q . K'' bezeichnet die Menge der Fahrzeuge auf Tagesbasis.

Wenn ein Kunde über Frachtkonsolidierung beliefert wird, müssen nur variable Kosten gezahlt werden. Die variablen Kosten steigen mit der gefahrenen Strecke (d_{ij}) und der transportierten Menge (f_{ij}). Der Frachtkostensatz für Frachtkonsolidierung wird mit c_{fr} bezeichnet. Die variablen Kosten für diesen Modus steigen degressiv, sodass der Funktionsverlauf konvex ist.

3.2 Mathematisches Modell

Die Subprobleme Selbsterfüllung, Fremdvergabe auf Tourenbasis und Fremdvergabe auf Tagesbasis haben dieselben Nebenbedingungen aus dem Vehicle Routing Problem. Die Zielfunktionen sind jedoch unterschiedlich. Frachtkonsolidierung kann mit Hilfe eines Minimalkosten Netzfluss Problems gelöst werden.

Vor der Ausführung des Modells sollen zunächst die Entscheidungsvariablen definiert werden.

Gleichung (1) definiert die boolesche Entscheidungsvariable x_{ijk} . Ist diese 1, so bedeutet dies, dass die Kante (i,j) von Fahrzeug k befahren wird.

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad , \forall i, j \in V, \forall k \in K \cup K' \cup K'' \quad (1)$$

Gleichung (2) definiert die boolesche Entscheidungsvariable y_{ik} . Ist diese 1, wird Knoten i von Fahrzeug k angefahren.

$$y_{ik} \in \{0,1\} \quad , \forall i \in V, \forall k \in K \cup K' \cup K'' \quad (2)$$

Gleichung (3) definiert die boolesche Entscheidungsvariable z_i . Diese ist genau dann 1, wenn Knoten i von Frachtkonsolidierung beliefert wird.

$$z_i \in \{0,1\} \quad , \forall i \in V \quad (3)$$

Die Zielfunktion besteht aus vier Kostentermen. Jeder Kostenterm beschreibt die Kosten für einen Erfüllungsmodus. Ziel ist, die Gesamtkosten zu minimieren (siehe Gleichung 4).

$$\min K = K_v + K_r + K_d + K_f \quad (4)$$

Die Kosten für die eigene Flotte bestehen aus den fixen Kosten c_f für den Unterhalt der Fahrzeuge und den variablen Kosten für die gefahrene Strecke. Die variablen Kosten ergeben sich aus dem Produkt der gefahrenen Strecken d_{ij} und den Kosten pro Strecke c_v . Die binäre Entscheidungsvariable x_{ijk} gibt an, ob Fahrzeug $k \in K$ die Strecke (i,j) fährt. Gleichung 5 zeigt die Kostenfunktion für Selbsterfüllung.

$$K_v = c_v \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} d_{ij} \sum_{k \in K} x_{ijk} + c_f \cdot m \quad (5)$$

Die Gesamtkosten für Subunternehmer auf Tourenbasis enthalten nur variable Kosten c_r für die gefahrene Strecke d_{ij} der Fahrzeuge $k \in K'$ und berechnen sich wie folgt:

$$K_r = c_r \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} d_{ij} \sum_{k \in K'} x_{ijk} \quad (6)$$

Wenn Fahrzeuge auf Tagesbasis genutzt werden, ergeben sich nur fixe Kosten c_d . Die binäre Entscheidungsvariable x_k gibt an, ob ein Fahrzeug $k \in K''$ auf Tagesbasis gemietet wird. Die Kostenfunktion ist in Gleichung (7) dargestellt.

$$K_d = c_d \sum_{k \in K''} x_k \quad (7)$$

Die Terme für die oberen Kostenfunktionen sind linear. Die Kostenfunktion für Frachtkonsolidierung hingegen hängt von der transportierten Menge und der gefahrenen Distanz ab und ist daher nicht linear. Um eine allgemeingültige Näherungsfunktion aufzustellen, die nicht nur von der Menge, sondern auch der Distanz abhängt, wird folgende stetige Funktion als Frachtkostenfunktion definiert⁸: $fr(d_{ij}, f_{ij}) = c_{fr} \cdot (d_{ij} \cdot (f_{ij})^\lambda)^{1-\lambda}$ mit $\lambda \in (0,1)$. f_{ij} ist eine ganzzahlige Entscheidungsvariable, die die Menge angibt, die über die Kante (i,j) transportiert wird. Abbildung 3 zeigt ein Beispiel für die Frachtkostenfunktion $fr(d_{ij}, f_{ij})$.

Die Frachtkostenfunktion für Frachtkonsolidierung ist in Gleichung (8) aufgeführt. Immer wenn eine Kante (i,j) von Frachtkonsolidierung genutzt wird, ist $f_{ij} > 0$ und die Frachtkosten werden berechnet.

$$K_f = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} fr(d_{ij}, f_{ij}) \quad (8)$$

⁸ vgl. Krajewska, Kopfer 2009

Die gesamte Zielfunktion ist in Gleichung (9) zu sehen.

$$\begin{aligned} \min K = & c_v \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} d_{ij} \sum_{k \in K} x_{ijk} + c_f \cdot m + c_r \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} d_{ij} \sum_{k \in K'} x_{ijk} + c_d \sum_{k \in K''} x_k \\ & + \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} fr(d_{ij}, f_{ij}) \end{aligned} \quad (9)$$

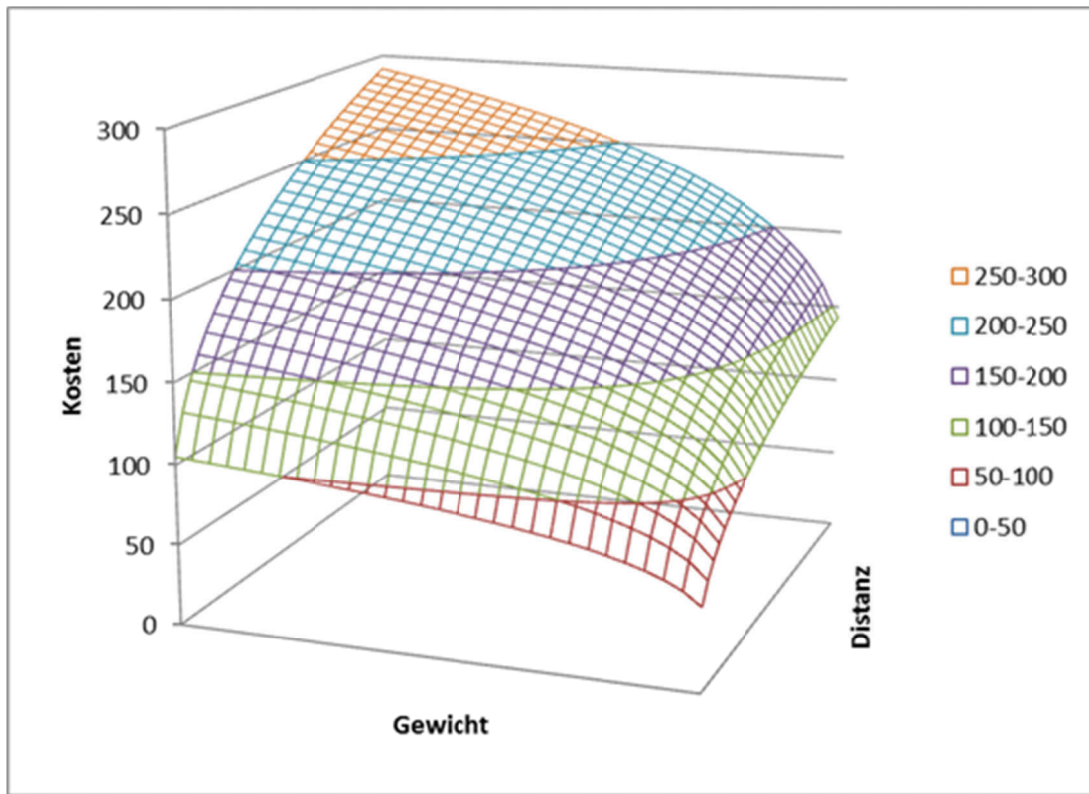


Abbildung 3: Frachtkostenfunktion $fr(d_{ij}, f_{ij})$ in Anlehnung an Krajewska, Kopfer⁹

Nachfolgend wird die Menge der Nebenbedingungen dargestellt. Die Gleichungen sind teilweise Anlehnungen an bereits bekannte Formulierungen zum VRP oder zum Umladeproblem, wie sie zum Beispiel in Ordonez et al. (2007)¹⁰ sowie Grünert und Irnich (2005a)¹¹ oder Domschke und Drexl (2007)¹² zu finden sind. Die formulierten Nebenbedingungen sind daher Erweiterungen und Verknüpfungen der verschiedenen Problemformulierungen.

Die erste Nebenbedingung (Gleichung (10)) stellt sicher, dass jeder Kunde von einem Erfüllungsmodus genau einmal bedient wird. Ist $z_i = 1$, dann wird der Kunde i über Frachtkonsolidierung bedient. Ansonsten wird der Kunde über einen der anderen drei Erfüllungsmodi bedient und die VRP-Gleichungen greifen. In diesem Fall würde y_{ik} den Wert 1 annehmen. Wichtig ist, dass hier nur Nachfrageknoten betrachtet werden,

⁹ vgl. Krajewska, Kopfer 2009

¹⁰ vgl. Ordonez et al. 2007

¹¹ vgl. Grünert, Irnich 2005

¹² vgl. Domschke & Drexl 2007

da das Depot von allen vier Modi angefahren wird und somit keinem Modus zugeordnet werden kann. Die Bedingung (11) erzwingt, dass nicht mehr Fahrzeuge der eigenen Flotte das Depot verlassen als vorhanden sind. Falls es nicht nur eine begrenzte Kapazität der eigenen Flotte, sondern auch der vorhandenen Fahrzeuge auf Touren- und Tagesbasis gibt, könnten an dieser Stelle weitere Gleichungen für K' und K'' aufgestellt werden. Diese Gleichungen würden genauso aussehen wie Gleichung (11) nur, dass statt K , K' oder K'' steht.

$$\sum_{k \in K \cup K' \cup K''} y_{ik} + z_i = 1, \forall i \in V \setminus 0 \quad (10)$$

$$\sum_{k \in K} y_{0k} \leq m \quad (11)$$

$$\sum_{k \in K''} y_{0k} = x_k \quad (12)$$

$$\sum_{i \in V \setminus 0} q_i \cdot y_{ik} \leq Q, \forall k \in K \cup K' \cup K'' \quad (13)$$

$$\sum_{j \in V} x_{ijk} = \sum_{j \in V} x_{jik} = y_{ik}, \forall i \in V, \forall k \in K \cup K' \cup K'' \quad (14)$$

$$u_{ik} - u_{jk} + Q \cdot x_{ijk} \leq Q - q_j, \forall i, j \in V \setminus 0, j \neq i, \forall k \in K \cup K' \cup K'' \quad (15)$$

$$d_i \leq u_{ik} \leq Q, \forall i \in V \setminus 0, \forall k \in K \cup K' \cup K'' \quad (16)$$

$$\sum_{j \in V} f_{ij} - \sum_{h \in V} f_{hi} = -d_i \cdot z_i, \forall i \in V \setminus 0 \quad (17)$$

$$f_{ij} \leq C, \forall i, j \in V \quad (18)$$

Nebenbedingung (12) stellt die Verknüpfung zu der Zielfunktion für den Modus „Subunternehmer auf Tagesbasis“ her. Immer wenn ein solches Fahrzeug genutzt wird, wird die binäre Entscheidungsvariable $x_k = 1$. Gleichung (13) hat die Aufgabe, die maximale Kapazität der Fahrzeuge zu begrenzen. Gleichung (14) erzwingt, dass ein Fahrzeug einen Knoten genau dann verlässt, wenn es diesen Knoten anfährt. Außerdem findet hier die Verknüpfung der Binärvariablen x_{ijk} (eine Kante wird von Fahrzeug k befahren) und der Binärvariablen y_{ik} (ein Kunde wird von Fahrzeug k angefahren) statt. Gleichungen (15) und (16) sind Subtour-Eliminations-Bedingungen. Die Flusserhaltungsgleichungen ist in (16) aufgeführt. Ziel der Bedingung ist sicherzustellen, dass alle Einheiten, die zu einem Knoten fließen entweder weiterfließen oder, wenn der Knoten eine Senke ist, dort endgültig ankommen. Wenn ein Knoten nur Transitknoten ist, wird er als Umladeknoten bezeichnet. Nur, wenn die binäre Entscheidungsvariable z_i den Wert 1 annimmt, kann ein Knoten mit Frachtkonsolidierung

angefahren werden. Falls die Kanten eine Kapazitätsrestriktion C haben, kann Bedingung (18) genutzt werden, um diese mathematisch umzusetzen.

4 Lösungsansatz für das integrierte Transportplanungsproblem

Für die Lösung des integrierten Transportproblems wird ein Tabu Search Algorithmus genutzt. Hierbei werden simultan Touren und Bündel gebildet. Tabu Search Algorithmen können sehr gute Lösungen finden, da sie kurzzeitig schlechtere Lösungen zulassen. Der Lösungsansatz für das integrierte Transportplanungsproblem ist zweistufig aufgebaut. In einem ersten Schritt wird eine Startlösung generiert, die im weiteren Programmverlauf iterativ verändert wird. Als Eröffnungsverfahren dient ein Savings Algorithmus, der die Auftragsrohdaten in Fahrzeugtouren überführt und somit das zugrundeliegende VRP löst. Nachdem das Eröffnungsverfahren abgeschlossen ist, wird die Startlösung mit verschiedenen Operatoren verbessert, indem noch die Modi Fluss und Subunternehmer auf Touren- und Tagesbasis in die Lösung einbezogen werden.

4.1 Startlösung

Algorithmus 1 illustriert den Ablauf zur Erstellung der Startlösung. Im ersten Schritt wird mittels einer klassischen Heuristik eine Eröffnungslösung aus Touren erstellt. Als Startheuristik wird der parallele Savings Algorithmus verwendet, wie er beispielsweise von Laporte und Semet (2002) beschrieben wurde¹³. Zuerst werden Pendelrouten $(0,i,0)$ für jeden Knoten gebildet. Diese Routen werden im Verlauf des Verfahrens schrittweise zusammengelegt. Dazu werden alle Savings (also Einsparmöglichkeiten) nach folgender Formel berechnet¹⁴:

$$s_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij} \quad (19)$$

Es entsteht eine Liste mit allen Savings, die absteigend sortiert wird. Diese Liste wird von Anfang bis Ende durchlaufen. Dabei wird versucht, die Savings zu realisieren, also i und j zusammenzuführen. i und j und damit deren Touren dürfen nur verbunden werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind¹⁵:

- i und j sind beides Endkunden zweier verschiedener Touren
- Der Gesamtbedarf der erweiterten Tour ist $\leq Q$

Der Savings Algorithmus wird abgebrochen, wenn die Liste vollständig durchlaufen wurde. Die mit dem Savings Algorithmus erstellte Lösung ist grundsätzlich zulässig und wird daher als aktuell beste Lösung gespeichert.

Der nächste Schritt initialisiert die Tabuliste, die bis hierhin keine Elemente enthält. Das bedeutet, dass alle Züge, die grundsätzlich zulässig waren, durchgeführt werden konnten.

Des Weiteren wird eine Lösung initialisiert, die durch die Operatoren verändert werden kann (L_n). Die folgenden Programmschleifen modifizieren die Lösung L_n für eine

¹³ vgl. Laporte, Semet 2002

¹⁴ vgl. Laporte, Semet 2002

¹⁵ vgl. Domschke 1996

Anzahl von Wiederholungen (startmove), die vor dem Programmstart festgelegt wird. Mit jeder Wiederholung wird ein Knoten aus dem aktuellen Tourenplan gelöst und als einfacher Fluss vom Depot zu diesem Knoten realisiert. Der Operator, der für diesen Vorgang zuständig ist, wird mit Single Shifting bezeichnet. Falls durch diese Operation eine kostengünstigere Lösung realisiert wird, wird diese als neue beste Lösung abgespeichert. Die durch den Operator ausgeführte Operation wird in der Tabuliste gespeichert. Anschließend wird die Tabuliste eine Iteration weiter gesetzt.

Der zweite Operator (Insert-Into-Flow-Move), der auf die aktuelle Lösung angewandt wird, bündelt einfache Flüsse, sofern dies einen Kostenvorteil ergibt. Anschließend wird die beste Lösung aktualisiert.

Algorithmus 1: Start-Move
Löse das Problem mit dem Savins Algorithmus Speicher die Lösung als beste Lösung ab Lb Initialisiere die Tabu Liste Initialisiere neue Lösung: $L_n = L_b$ Für alle $i = 0$ bis startmove Führe Single-Shifting für L_n durch Lösche eventuelle leere Touren Wenn Kosten der Lösung $L_n <$ Kosten der Lösung L_b $L_b = L_n$ Tabu Liste aktualisieren Für alle $i = 0$ bis startmove Führe Insert-Into-Flow-Move für L_n durch Lösche eventuelle leere Touren Wenn Kosten der Lösung $L_n <$ Kosten der Lösung L_b $L_b = L_n$ Tabu Liste aktualisieren Setze $L_n = L_b$

4.2 Operatoren

Die Operatoren werden gezielt eingesetzt, um vorhandene Lösungen zu modifizieren. Die Veränderungen, die durch einen Operator durchgeführt werden, werden dabei in einer Zwischenlösung gespeichert.

Single-Vehicle-Route-Shifting

Das Ziel dieses Operators ist es, aus Touren und Bündeln neue Touren der Form $(0,i,0)$ zu generieren. So können zum Beispiel aus Flüssen wieder Touren werden. Auch kann so die Anzahl der genutzten Fahrzeuge erhöht werden. Eine Tour $(0,i,0)$ wird als Single-Tour bezeichnet. Algorithmus 2 zeigt den Operator.

Für diesen Operator wird derjenige Knoten i als Single-Tour realisiert, der die größten Kosten im Tourenplan verursacht. Dazu wird die Distanzvergrößerung berechnet, die jeder Knoten in einer Tour oder in einem Fluss verursacht.

Algorithmus 2: Single-Vehicle-Route-Shifting

Wenn mindestens ein Knoten nicht tabu ist
 Für alle Knoten $i \in V \setminus 0$ in allen Routen
 Wenn i nicht tabu ist & i nicht letzter Knoten ist
 $k = \text{Vorgänger}$
 $l = \text{Nachfolger}$
 Berechne die Insertion-Kosten: $I_{i,kl} = d_{ki} + d_{il} - d_{kl}$
 Wenn i nicht tabu ist & i letzter Knoten ist
 $k = \text{Vorgänger}$
 Berechne die Insertion-Kosten: $I_{i,k} = d_{ki}$
 Wähle i mit den größten Insertion-Kosten
 Wenn i in einer Tour ist
 Lösche i aus der Tour
 Aktualisiere die Tabu-Liste
 Wenn i in einem Fluss ist
 Lösche den Fluss von i
 Lösche i aus allen anderen Flüssen
 Aktualisiere die Tabu-Liste
 Erstelle i als Single-Tour: $(0,i,0)$

Diese Distanzvergrößerung wird in Anlehnung an die Einfügeheuristik von Mole und Jamson als Insertion bezeichnet¹⁶. Insertion-Kosten lassen sich wie folgt berechnen:

$$I_{i,kl} = d_{ki} + d_{il} - d_{kl} \quad (25)$$

k und l sind der Vorgänger bzw. Nachfolger von i . Wenn ein Knoten letzter Knoten in einem Bündel ist, sind seine Insertion-Kosten:

$$I_{i,k} = d_{ki} \quad (26)$$

Es wird derjenige Knoten i gewählt, der die größten Insertion-Kosten verursacht. Wenn i aus einer Tour kommt, so muss i nur aus dieser Tour gelöscht werden. Wenn i jedoch aus einem Fluss kommt, kann es sein, dass i ein Single-Fluss ist oder in einem Bündel integriert ist. Daher muss i aus seinem Fluss und allen anderen Flüssen gelöscht werden. Zuletzt wird i tabu gesetzt werden und es wird eine neue Route für i gebildet werden: $(0,i,0)$.

Insert-Into-Vehicle-Route-Move

Der Insert-Into-Vehicle-Route-Move Operator soll den Knoten mit den geringsten Einfügekosten zwischen den Knoten k und l aus seiner aktuellen Tour oder seinem aktuellen Bündel entfernen und zwischen k und l setzen. Die Einfügekosten werden nach Gleichung (25) berechnet.

¹⁶ vgl. Laporte, Semet 2002

Algorithmus 3: Insert-Into-Vehicle-Route-Move

Wenn es mindestens eine Tour gibt & einen Knoten, der nicht tabu ist
 Für alle Knoten $i \in V \setminus 0$
 Für alle Touren T
 Wenn Kapazität T + Kapazität $i < Q$ **oder** i in T
 Für alle Knoten k von T für $k \neq i$
 Wenn i nicht tabu ist & k nicht letzter Knoten ist
 k = Vorgänger
 l = Nachfolger
 Berechne Einfügekosten: $I_{i,kl} = d_{ki} + d_{il} - d_{kl}$
 Wähle i , k und l mit den geringsten Insertion-Kosten
 Wenn i in einer Tour ist
 Lösche i aus der Tour
 Aktualisiere die Tabu-Liste
 Wenn i in einem Fluss ist
 Lösche den Fluss von i
 Lösche i aus allen anderen Flüssen
 Aktualisiere die Tabu-Liste
 Füge i in die Route zwischen k und l ein ($\dots, k, i, l, \dots$)

Single-Shifting

Der Single-Shifting Operator ist das Pendant zum Single-Vehicle-Route-Move: er fügt den Knoten als Single-Fluss, der die größten Insertion-Kosten aufweist.

Algorithmus 4: Single-Shifting

Wenn mindestens ein Knoten nicht tabu ist
 Für alle Knoten $i \in V \setminus 0$ in allen Routen
 Wenn i nicht tabu ist & i nicht letzter Knoten ist
 k = Vorgänger
 l = Nachfolger
 Berechne die Insertion-Kosten: $I_{i,kl} = d_{ki} + d_{il} - d_{kl}$
 Wenn i nicht tabu ist & i letzter Knoten ist
 k = Vorgänger
 Berechne die Insertion-Kosten: $I_{i,k} = d_{ki}$
 Wähle i mit den größten Insertion-Kosten
 Wenn i in einer Tour ist
 Lösche i aus der Tour
 Aktualisiere die Tabu-Liste
 Wenn i in einem Fluss ist
 Lösche den Fluss von i
 Lösche i aus allen anderen Flüssen
 Aktualisiere die Tabu-Liste
 Füge i als Single-Fluss ein: $(0, i)$

Insert-Into-Flow-Move

Der Insert-Into-Flow-Move wird immer direkt nach dem Single-Shifting ausgeführt. Nach dem Single-Shifting wurden viele Single-Flüsse generiert. Diese Flüsse werden in dem Insert-Into-Flow-Move zusammengefügt. Die Grundannahme ist, dass die marginalen Transportkosten mit der transportierten Menge sinken. Insofern wird versucht, so viele Flüsse zu Bündeln zusammenzufassen, wie es möglich ist.

Algorithmus 5: Insert-Into-Flow-Move

Wenn es mindestens zwei Bündel und mindestens ein Single-Bündel gibt
 Füge alle Knoten aus Single-Flüssen in die Menge ξ
Für alle Knoten i aus ξ
 Für alle Bündel R und Single-Flüsse SF
 Für alle Knoten k aus R und SF
 Berechne den Abstand d_{ik}
 Wähle i und k mit dem kleinsten Abstand
 Erstelle alle Paare der adjazenten Knoten a von k und baue i in deren Mitte ein
 Berechne die Insertion-Kosten (a,i,k)
 Berechne die Insertion-Kosten für das Paar (k,i)
 Wähle das Paar mit den geringsten Insertion-Kosten
 Lösche den Fluss von i
 Aktualisiere die Tabu-Liste
 Wenn (k,i) gewählt wurde
 Füge i in Fluss k hinter k ein
 Sonst
 Füge i zwischen das günstigste Paar (a,i,k) bzw. (k,i,a) in allen Flüssen ein

Swapping-Routes-Move

Der letzte Operator ist der Swapping-Routes-Move. Ziel ist hierbei, eine Tour entweder der eigenen Flotte, einem Subunternehmer auf Tagesbasis oder einem Subunternehmer auf Tourenbasis zuzuordnen. Von den drei Möglichkeiten wird die günstigste Möglichkeit gewählt. Da die Lösungsstruktur dieser Möglichkeiten gleich ist, brauchen die Touren nicht verändert zu werden. Es muss nur gespeichert werden, welchem Modus die Tour zugeordnet ist. Der Operator ist denkbar einfach. Es werden für alle drei Modi die Kosten einer bereits bestehenden Tour berechnet und dann wird der Modus mit den geringsten Kosten gewählt.

Algorithmus 6: Swapping-Routes-Move

Für alle Routen i
 Berechne die Kosten für i in allen VRP Modi V' , V'' und V'''
 Wähle den Modus mit den geringsten Kosten

4.3 Globale Beschreibung des Algorithmus

Der globale Algorithmus ist so aufgebaut, dass nach der Erstellung einer Startlösung die Nachbarschaft systematisch durchsucht wird. Diese Nachbarschaftssuche wird mittels der in Abschnitt 4.2 vorgestellten Operatoren umgesetzt. Die Nachbarschaftsstruktur ergibt sich durch die verschiedenen Operatoren, die in verschiedenen Reihenfolgen ausgeführt werden können und unterschiedlich oft aufgerufen werden können. Der hier präsentierte Aufbau hat sich in den Versuchen zum Algorithmus als geeignet erwiesen, gute Lösungen zu erzeugen.

Nachdem ein Operator ausgeführt wurde, wird die neu erzeugte Lösung L_n mit dem 2-Opt Verfahren verbessert. Der 2-Opt Operator gehört zu den klassischen Heuristiken der Tourenplanung und kann in zahlreichen Quellen nachgelesen werden¹⁷. Er dient zur Intensivierung der aktuellen Lösung. Nachdem die Tourenlösungen mit dem 2-Opt Verfahren verbessert wurden, wird der Swapping-Routes-Move ausgeführt, sodass jede Tour dem besten Subunternehmer oder der eigenen Flotte zugeordnet wird. Danach wird geprüft, ob die neu erzeugte Lösung besser als die zurzeit beste Lösung ist und gegebenenfalls wird die beste Lösung aktualisiert. Außerdem wird die Tabu Liste aktualisiert. Diese Schritte sind in Abbildung aufgezeigt. Sie werden als Intensivierung und Aktualisierung bezeichnet und sind hinter jeden Operator geschaltet.

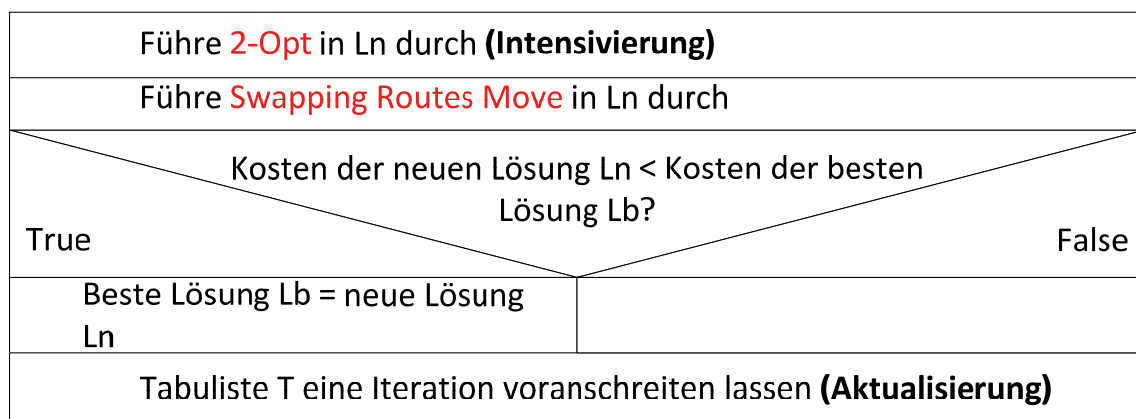


Abbildung 4: Intensivierung und Aktualisierung (Eigene Darstellung)

Der globale Algorithmus hat folgenden Ablauf: Zunächst wird die Startlösung erzeugt. Die Startlösung besteht aus einer gemischten Realisierung von Touren und Flüssen, da neben dem Savings Algorithmus zusätzlich der Single-Shifting-Move und der Insert-Into-Flow-Move eingesetzt werden.

Nachdem die Startlösung erzeugt wurde, wird sie in der Programmschleife mit den vorgestellten Operatoren verbessert. Wichtig sind zwei Merkmale des Algorithmus: Erstens sind die beiden Flussoperatoren Insert-Into-Flow-Move und Swapping-Routes-Move zwingend nacheinander auszuführen. Der erste Operator realisiert Knoten als Einzelflüsse ohne Bündelung. Der zweite Operator versucht diese Einzelflüsse zu bündeln und eine Frachtkonsolidierung zu realisieren. Zweitens sind die Operatoren, ähnlich wie bei der Erzeugung der Startlösung in eine Programmschleife eingebunden,

¹⁷ vgl. Domschke, 1997

die es ermöglicht, den Operator mehrfach auszuführen. Diese Parametrisierung ist wichtig, da sich Kostenvorteile häufig erst realisieren lassen, wenn entweder Touren an ihre Kapazitätsgrenze stoßen, beziehungsweise Flüsse durch einen hohen Grad an Frachtkonsolidierung auszeichnen.

In jeder Iteration der Operatoren können schlechtere Lösungen generiert werden, die aber am Ende zu einer globalen Verbesserung führen. Wenn nach einem Iterationsverlauf jedoch keine Verbesserung erzielt wurde, wird wieder auf der aktuell besten Lösung aufgesetzt und die Nachbarschaft weiter durchsucht. Innerhalb der Programmschleife wird zusätzlich die beste, durch VRP Operatoren erzeugte Lösung, abgespeichert, sodass die Flussoperatoren auf der besten VRP Lösung aufbauen können. Der hier vorgestellte Programmablauf hat sich unter den Aspekten Durchlaufzeit und Qualität der Lösung als gut herausgestellt.

5 Rechnerische Ergebnisse

5.1 Evaluation des Tabu Search Algorithmus

Da es bisher keine Vergleichswerte für diese Form der Optimierung gibt, sollen ein in OPL CPLEX generiertes Modell und die damit erzeugten Lösungen als Benchmark für die Heuristik dienen. Genutzt werden frei gewählte, kleine Probleminstanzen mit bis zu 11 Knoten. Es wurde eine stückweise-lineare Kostenfunktion verwendet, um Vergleichbarkeit mit OPL CPLEX zu gewährleisten. Die Versuche aus dem nächsten Kapitel nutzen die bereits erläuterte stetige Kostenfunktion.

	Gesamtkosten [GE]		Rechenzeit [s]		Lösungsgüte
	OPL CPLEX	Tabu Search	OPL CPLEX	Tabu Search	
Problem mit 5 Knoten	176,45	176,45	3	1	100%
Problem mit 6 Knoten	171,13	193,67	500	7	88,36%
Problem mit 11 Knoten	544,12	552,64	4123	10	98,46%

Tabelle 1: Gesamtkosten und Rechenzeit im Vergleich

Tabelle 1 zeigt drei Beispiele. Betrachtet wurden neben der Lösungsstruktur die Lösungsgüte und die Rechenzeit. Es ist zu sehen, dass die Lösungsgüte für dieses Set bei 96% liegt. Im Vergleich dazu ist deutlich zu sehen, dass die Rechenzeit sehr stark mit der Anzahl der Knoten ansteigt. Es wurde beobachtet, dass auch die Struktur der Knoten einen erheblichen Einfluss auf die Rechenzeit hat. Mit einer Knotenanzahl größer als 15 dauerte die Lösungsfindung häufig sogar länger als eine Stunde. Es lässt sich festhalten, dass die eingesetzte Tabu Search Heuristik für die betrachteten Probleme gute Lösungen in kurzer Zeit erzeugt.

5.2 Fremdvergabe vs. Selbsterfüllung

In diesem Abschnitt wird gezeigt, dass der Tabu Search Algorithmus durch die Erweiterung des Lösungsraumes profitiert und gute Ergebnisse erzielen kann. Dazu werden drei verschiedene Parametersettings gewählt. Die Iterationen der Fluss- und Routen-

operatoren werden jeweils auf 80 gesetzt, damit auch reine Fluss- und Routenlösungen bei Problemen mit 80 Knoten generiert werden können. Die Iterationen für die übergreifende Programmschleife und den Startmove werden auf 5 gesetzt. Der Frachtkostensatz für Frachtkonsolidierung ist 10GE und der Krümmungsparameter ist $\lambda = 0,7$ oder $\lambda = 0,6$. Dadurch ergeben sich stark degressive Frachtkostenverläufe. Die Kosten für die eigene Flotte werden auf $c_v = 10\text{GE}$ und $c_f = 100\text{GE}$ gesetzt. Subunternehmer auf Tourenbasis haben variable Kosten von 4 GE oder 2,5 GE. Subunternehmer auf Tagesbasis haben fixe Kosten von 300 GE. Die Länge der Tabuliste sind 25 Knoten, die Tabudauer 100 Iterationen. Mit diesen Settings werden integrierte Transportpläne erzeugt. Durch die unterschiedlichen Parameter soll ein gutes Setting für verschiedene Problemstellungen gefunden werden.

Parameter		A	B	C
Iterationen Programmschleife	I_P	5	5	5
Iterationen Startmove	I_S	5	5	5
Iterationen Flussmove	I_F	80	80	80
Iterationen Routemove	I_R	80	80	80
Lambda	λ	0,6	0,6	0,7
Frachtkosten für eigene Fahrzeuge	c_v	2	1	1
Frachtkostensatz auf Flussbasis	c_{fr}	10	10	10
Frachtkostensatz auf Tourenbasis	c_t	4	2,5	2,5
Fixkosten eigene Flotte	c_f	100	100	100
Fixkosten Tagesbasis	c_d	300	300	300
Tabudauer	T_D	100	100	100
Tabulänge	T_L	25	25	25

Tabelle 2: Parametersettings

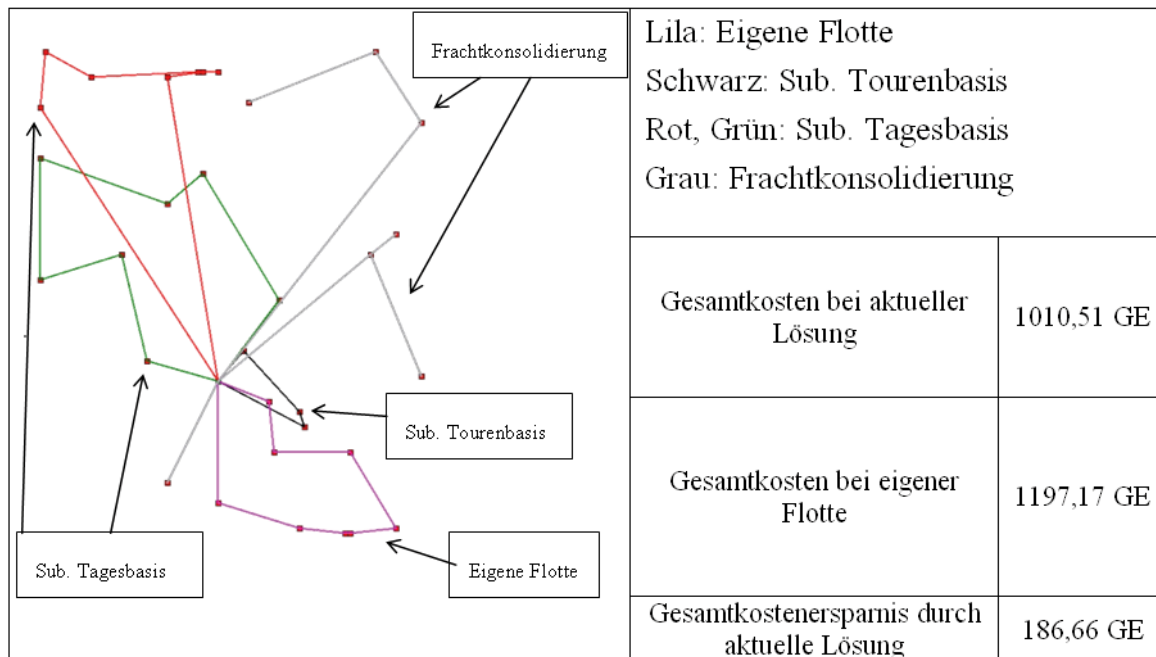


Abbildung 5: Lösung der integrierten operativen Transportplanung

Zum Test wird ein Problemset von Augerat et al.^{18,19} Verwendet, wie es in der nachfolgenden Tabelle zu sehen ist. Für jedes dieser Probleme wird das ITPP gelöst. Bei diesen Instanzen bestehen die optimalen Lösungen jeweils aus mindestens zwei Modi. Meist sind sogar alle vier Modi in der Lösung enthalten, wie dies bei dem Problem aus der folgenden Abbildung der Fall ist. Hier beträgt die Kostenersparnis durch Frachtkonsolidierung 187GE gegenüber einer reinen Belieferung mit der eigenen Flotte.

Für alle Probleme wurden mit allen Parametersettings die Kosten für den integrierten Transportplan und die Kosten für alle Einzelmodi berechnet. In jedem Fall waren die Kosten durch den Integrierten Transportplan günstiger.

Problem	Setting	Kosten ITPP	Kosten eigene Flotte	Kosten Frachtkonsolidierung	Kosten Sub. Tourenbasis	Kosten Sub. Tagesbasis	Ersparnis gegenüber dem günstigsten Einzelmodus
A-32n	A	1336	2160	2177	3315	1500	11%
	B	1238	1330	2177	2075	1500	7%
	C	1199	1339	1444	2096	1500	10%
A-34n	A	1700	2221	2183	3242	1800	6%
	B	1242	1403	2190	2009	1800	11%
	C	1394	1403	1480	2009	1800	1%
A-38n	A	1701	2132	2336	3063	1800	6%
	B	1349	1366	2327	1915	1800	1%
	C	1349	1366	1582	1915	1800	1%
A-44n	A	1852	2526	2878	3851	2100	12%
	B	1538	1668	2891	2419	2100	8%
	C	1493	1563	1926	1926	2100	4%
A-46n	A	1851	2564	2932	3746	2100	12%
	B	1575	1640	2989	2349	2100	4%
	C	1562	1640	1978	1879	2100	5%
A-53n	A	2068	2867	3263	4335	2100	2%
	B	1709	1774	3263	2148	2100	4%
	C	1718	1784	2198	2168	2100	4%
A-60n	A	2525	3712	3721	3515	2700	6%
	B	2254	2306	3724	3515	2700	2%
	C	2255	2310	4111	3526	2700	2%
A-69n	A	2509	3288	4043	2916	2700	7%
	B	2088	2094	4043	2986	2700	0%
	C	2067	2094	2777	2389	2700	1%
A-80n	A	2974	4714	5136	7428	3000	1%
	B	2669	2859	5725	3718	3000	7%
	C	2665	2857	3421	3714	3000	7%

Tabelle 3: Versuchsergebnisse

Die durchschnittliche Kostenersparnis für die drei Settings A, B, und C beträgt jeweils 7%, 5% und 4%. Für alle drei Settings insgesamt wurde im Durchschnitt 5% Kostenersparnis erreicht.

¹⁸ <http://www.coin-or.org/SYMPHONY/branchandcut/VRP/data/#A>

¹⁹ Vgl. Augerat et al., 1995

6 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde der kurzfristige Planungshorizont von modernen Speditionsunternehmen und die damit verbundene Frage, ob und wann es sinnvoll ist, neben der eigenen Fahrzeugflotte auch auf Subunternehmerbeziehungen zur Auftragserfüllung zurückzugreifen, analysiert. Zu diesem Zweck wurde eine Tabu Search Heuristik mit den ihr zu Grunde liegenden Operatoren entwickelt, die in der Lage ist, das Integrated Transport Planning Problem für verschiedene Probleme zu lösen. Für Testprobleme, die zum Vergleich auch mit der Optimierungssoftware OPL CPLEX gelöst wurden, ergaben sich Gesamtkosten auf Basis der Heuristik-Lösungen, die im Mittel lediglich 4,17% über den Kosten der optimalen Lösungen lagen. Daher lässt sich festhalten, dass der eingesetzte Algorithmus eine hohe Lösungsgüte erreicht.

Durch diverse Rechnungen wurde deutlich, dass es für Speditionsunternehmen unter bestimmten Prämissen sinnvoll ist, neben der eigenen Fahrzeugflotte auch Subunternehmer auf Touren- oder Tagesbasis sowie Frachtkonsolidierung (z.B. durch elektronische Frachtbörsen) zur Auftragserfüllung einzusetzen und dies ganzheitlich zu optimieren. In unterschiedlichen Versuchen konnte gezeigt werden, dass sich im Mittel Kosteneinsparungen von ca. 16% ergeben, wenn ein Mix aus den vorgestellten Erfüllungsmodi zur Nachfragebefriedigung eingesetzt wird, anstatt dies ausschließlich über Selbsterfüllung zu realisieren.

Die integrierte operative Transportplanung speditioneller Unternehmen wird zuerst formal beschrieben und mathematisch modelliert. Um dieses hochkomplizierte Planungsproblem auch für größere Instanzen zu lösen, wobei diverse Erfüllungsmodi simultane in die Planung einbezogen werden, wurde eine Tabu Search Heuristik im Rahmen dieses Beitrags entwickelt und getestet. Für kleinere Testinstanzen wurden die optimalen Lösungen mit Hilfe von CPLEX gefunden. Anschließend wurden die heuristischen Lösungen mit den optimalen verglichen. Das Ergebnis zeigt, dass die neu entwickelte Heuristik in kurzer Zeit sehr gute Lösungen finden kann. Die durchgeführten Versuche bzw. die dort ermittelten Lösungen können als Benchmark für weitere Forschungsarbeit dienen. Die Lösung und die Lösungsgüte eines Problems durch die Tabu Search Heuristik werden, wie für Heuristiken üblich, maßgeblich von den eingestellten Parametern beeinflusst. Unsere Rechenergebnisse zeigen, dass unterschiedliche Einstellungen von Parametern für unterschiedliche Testinstanzen notwendig sind. Eine universell gut funktionierende Parameterkombination lässt sich nicht festlegen. Zukünftig sollte der Algorithmus befähigt werden, adaptiv während des Suchverlaufs nach bessere Parametereinstellungen zu suchen, so dass die Lösungsgüte weniger volatil auf die eingestellten Parameter reagiert.

In das Optimierungsmodell dieser Arbeit wurde der Umfang der vorgehaltenen Fahrzeugflotte nicht einbezogen, obwohl dieser, unter anderem aufgrund von fixen Kosten, eine entscheidende Rolle für den langfristigen Erfolg der Spediteure spielt. In den zukünftigen Forschungen sollte auch beantwortet werden, wie eine optimale Größe der eigenen Flotte aussieht.

7 Literaturverzeichnis

- Augerat et al. Augerat, P.; Belenguer, J.M; Benavent, E.; Corberán, A.; Naddef, D.; Rinaldi, G. (1995): Computational Results with a Branch and Cut Code for the Capacitated Vehicle Routing Problem, Research Report 949-M, Universite Joseph Fourier, Grenoble.
- Chu, C. (2005): A heuristic algorithm for the truckload and less than truckload problem, in European Journal of Operations Research 165, S. 657-667.
- Domschke, W. (1997): Logistik: Rundreisen und Touren, 4th Ed., München/Wien.
- Grünert, T.; Irnich, S. (2005): Optimierung im Transport. Band I: Grundlagen, Aachen.
- Kopfer, H.; Krajewska, M.; Jurczyk, A. (2006): Kooperationen von Profit Centern im Transportwesen: Endbericht des Forschungsprojektes "Integrierte Auftragsdisposition in eigenständigen Profit Centern eines Speditionsunternehmens (INAPCE)", Bremen: Bremer Innovationsagentur, internal report.
- Kopfer, H.; Kopfer, H. W.; Stache, U. (2008): Strategien für die Auftragsdisposition in Speditionsunternehmen, in: Intelligente Entscheidungsunterstützung, S. 157, Wiesbaden
- Krajewska, M.A.; Kopfer, H. (2009): Transportation planning in freight forwarding companies: Tabu search algorithm for the integrated operational transportation planning problem, in: Journal of Operations Research 197, S. 741 – 751.
- Laporte, G.; Semet, F. (2002): Classical Heuristics for the Capacitated VRP, in: Toth, P.; Vigo, D. (Eds.): The Vehicle Routing Problem, Philadelphia, S. 109-128.
- Müller, K. (2003): Analyse und Verbesserung von iterierter lokaler Optimierung für das kapazitive Vehicle-Routing-Problem mit Zeitfenstern, Diplomarbeit an der FH Konstanz, 2003.
- Ordóñez, F.; Sungur, I.; Dessouky, M. (2007): A priori performance for arc-based formulations of the Vehicle Routing Problem, in: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 2032, S. 53-62.
- Rieck, J. (2008): Tourenplanung mittelständischer Speditionsunternehmen: Modelle und Methoden, Dissertation an der TU Clausthal, 2008
- Toth, P.; Vigo, D. (1997): An Overview of Vehicle Routing Problems, in: Toth, P.; Vigo, D. (Eds.): The Vehicle Routing Problem, Philadelphia, S. 1-26.

Route-based Combinatorial Auction for Collaborative Transportation Planning

Xin Wang

Chair of Logistics,
University of Bremen, Wilhelm-Herbst-Str. 5, 28359 Bremen,
xin.wang@uni-bremen.de

Herbert Kopfer

Chair of Logistics,
University of Bremen, Wilhelm-Herbst-Str. 5, 28359 Bremen,
kopfer@uni-bremen.de

Abstract

Combinatorial auctions have been proposed as a promising mechanism for request reallocation in collaborative transportation planning scenarios. We propose a route-based combinatorial auction mechanism, in which bids are generated based on vehicle routes. This scheme reduces the combinations to be considered to bid on and alleviates the complexity of their evaluation. Furthermore, the capacity restrictions of the own fleets of participants are also considered in this mechanism. For the generation of vehicle routes, we have implemented a simulated annealing heuristic based on the algorithm of Ropke and Pisinger (2006). In the winner determination problem, subcontractors on the spot-market have also been considered in case that the total capacity of the whole coalition cannot cover the requests under a certain collaborative solution. The mechanism is further tested on a new generated scenario. Based on computational results, the advantages and limitations of the proposed mechanism as well as topics for future researches are discussed.

1 Introduction

Confronting the fierce competition on the transportation market, freight carriers are forced to improve their profitability. However, since the internal potentials of cost-savings of many carriers have been almost exhausted by process optimization and by the application of new technologies, it becomes more difficult to further reduce the operational costs. New synergy effects could be achieved by merging, which can considerably reduce the empty driving distances. For small and middle-sized companies, who want to remain their identity and autonomy, collaboration is proposed as a promising remedy to increase the operational efficiency. Collaborating partners can be suppliers, customers, or even competitors. Vertical collaboration, such as collaboration between shippers and carriers has been well studied in the last decades. Another form of collaboration which happens between companies operating at the same level(s) is given by horizontal collaboration. In such a collaboration of freight carriers, which is referred to as a groupage system¹ (GS), transportation planning is not executed by each participant separately but in a collaborative fashion and thus referred to as collaborative transportation planning (CTP). Through request reallocation within the coalition, CTP intends to find out new request portfolios for collaborating partners, which can be more efficiently executed and thus make the total fulfillment costs for the whole GS reduced. Such planning will generate extra mutual benefits, which can be calculated as the cost reduction for the coalition. These mutual benefits that cannot be achieved alone are to be shared by the members. With the shared benefits, freight carriers in the GS can improve their profitability without losing their autonomous identity.

Combinatorial auctions (CA) have been proposed as a promising mechanism for request reallocation in collaborative transportation planning scenarios². In such scenarios, requests acquired by different collaborating partners are gathered in a common pool for reallocation. All partners can bid on possible combinations of the requests in the pool for a certain price. After all partners have proposed their bids, a winner determination problem (WDP) will be solved to reallocate the requests in the pool to partners so that all partners will benefit from the collaboration.

An important issue for the mechanism design of CA is to develop appropriate techniques for the generation of bids, which is extremely difficult in the transportation planning context. First of all, like all CA, each bidder can theoretically bid on all possible combinations of requests in the request pool, which makes the number of possible bids to be considered astronomically great. Furthermore, to evaluate these combinations is also quite complicated. Another important problem that has mostly been ignored in literature is to deal with the capacity restrictions of the partners, which makes the problem even tougher to solve. Since all partners in the coalition only have fleets with limited capacity, it has to be ensured that no partner would win more bids and accordingly requests than his own capacity will allow. Otherwise, subcontractors have

¹ Kopfer/Pankratz (1999)

² cf. Krajewska/Kopfer (2006) and Berger/Bierwirth (2010)

to be encountered for the fulfilment of those requests, that cannot be executed by the own fleet. Such kind of subcontracting would cause extra costs and eventually lead to losses, since subcontracting is mostly more expensive than the own fleet.

In this paper, we propose a route-based CA mechanism for the CTP with less-than-truckload (LTL) transportation requests. The underlying routing problem in our research is the pickup and delivery problem with time windows (PDPTW)³, while each freight carrier has only a limited number of vehicles in his fleet. Bids for the auction are then generated based on vehicle routes. The advantages of this scheme include the reduction of combinations to be considered to bid on as well as the alleviation of the complexity of their evaluation. Also, the capacity restrictions can be handled with this scheme. Moreover, in order to aid partners with merely local information to generate meaningful bids leading to overall better solutions for the whole coalition, some important information which is only available for the auctioneer has to be filtered and given back to the partners. For the generation of vehicle routes, we have implemented a simulated annealing heuristic based on the algorithm of Ropke and Pisinger⁴. With the version of the algorithm that we have developed we obtained new better results for two of the benchmark test instances generated by Li and Lim⁵ compared with those reported by Ropke and Pisinger. In the WDP, subcontractors on the spot-market have also been considered in case that the total capacity of the whole coalition cannot cover the requests under a certain collaborative solution. The proposed mechanism has been exemplarily tested on a newly generated test scenario.

The remainder of this paper is organized as follows. A brief literature review is presented in Section 2. In Section 3 the problem of model design for CTP is discussed in detail. The route-based CA for request exchange is then presented in Section 4. Computational results are shown in Section 5. In Section 6, the advantages and limitations of the proposed mechanism are discussed.

2 Literature review

Small and middle-sized freight carriers are suggested to use CTP for efficiency increment because of its potential cost-savings that cannot be achieved individually. The commonly estimated achievable cost reduction lies between 5% and 15% and the decrement of utilized vehicles between 7.3 and 10 percent⁶. The common method used for the determination of the cost-saving potentials is to calculate the cost differences between the non-collaborative solutions without any exchange of requests among the partners and the solution of a central planning. Cruijssen et al. present the results of their large-scale survey on the potential benefits of and impediments for horizontal cooperation in logistics in general⁷. Based on a case study and simulations, Cruijssen

³ Dumas/Desrosiers/Soumis (1991)

⁴ Ropke/Pisinger (2006)

⁵ Li/Lim (2001)

⁶ cf. Cruijssen/Salomon (2004), Krajewska et al. (2008) and Schwind et al. (2009)

⁷ cf. Cruijssen et al. (2007)

and Salomon discuss factors affecting request sharing with its impact on clients, collaborating companies and the society⁸. Kopfer and Kopfer review some difficulties of applying CTP among profit centers of a large freight carrier company, especially the conflicts among parties in the distribution logistics including management, sales, drivers, schedulers and accounting personnel⁹. Bloos and Kopfer give some insights about the evaluation of the efficiency of transport collaboration mechanisms¹⁰. Wang and Kopfer analyze both the possibilities to reduce operational fulfillment costs for freight carriers in a GS and the challenges for the future researches on CTP¹¹.

Another research direction is the design of CTP models. Schönberger develops a CTP model that also considers the usage of coalition external resources¹². Krajewska and Kopfer propose a model concept including a profit sharing scheme based on game theory and CA¹³. In the auction, each participant has to give bid prices not only for a bundle of requests but also for all single elements in this bundle. Schwind et al. present an exchange mechanism for intra-enterprise order exchange among profit centers with the purpose of reducing total costs of the entire company¹⁴. They reduce the complexity of the problem enormously by employing a cluster building method while considering time windows and capacity constraints. Berger and Bierwirth develop a framework of request re-assignment where only a small part of requests to be exchanged is processed in each round. The marginal costs of this part are then determined by solving the traveling salesman problem with precedence constraints¹⁵. Auction-based mechanisms are also proposed to solve CTP problems in dynamic environment¹⁶. Some concepts for the profit sharing problem have also been proposed for GS of freight carriers¹⁷.

3 Design of collaborative transportation models

Although CTP can provide new potentials of cost-savings, the question is how to quantify these potentials and convert them to true benefits. In order to achieve this goal, appropriate models for CTP for different scenarios must be well designed. A three-phase framework including preprocessing, profit optimization and profit sharing is proposed by Krajewska and Kopfer for the design of such complex models¹⁸. In this Section, we first discuss some general issues and then the three phases in detail.

⁸ cf. Cruijssen/Salomon (2004)

⁹ cf. Kopfer/Kopfer (2009)

¹⁰ cf. Bloos/Kopfer (2008)

¹¹ cf. Wang/Kopfer (2011)

¹² cf. Schönberger (2004) pp.135-148

¹³ cf. Krajewska/Kopfer (2006)

¹⁴ cf. Schwind et al. (2009)

¹⁵ cf. Berger/Bierwirth (2010)

¹⁶ cf. Dai/Chen (2011)

¹⁷ cf. Krajewska/Kopfer (2006) and Krajewska et al. (2008)

¹⁸ Krajewska/Kopfer (2006)

3.1 *General issues*

The primary incentive of a freight carrier to join in a GS is to gain additional benefits that cannot be achieved alone. The goal of keeping the whole coalition profitable has two impacts. There must be enough cost-saving potentials and they have to be exhausted as much as possible. The first impact requires complementary request portfolios of participants, so that more synergy effects can be achieved. However, to identify how “complementary” two partners’ portfolios actually are, will not be easier than to specify the potential gains of the coalition. A heuristic resolution might be, to encourage partners to offer more requests for exchange. Exhausting the synergy effect means to find the best possible matching between the offered requests and capacities. For this purpose, coalition has to provide participants both sufficient information for their local decision-making processes and enough incentives for cooperative behaviors. Nevertheless, transactional costs of CTP have to be limited.

The second basic rule for CTP design is fairness. However, it seems impossible to give a definition of “absolute” fairness. Participant may have their own understandings of fairness, especially when it concerns with exposure of private information or transferring of decision competences, as well as with their shares of mutual benefits. The fairness principle can be relaxed such that the rules of a CTP must be enough fair perceived by individual participants to join in it.

Also, autonomy of partners must be acknowledged within the collaboration. It concerns primarily private information and decision competences. For different grades of autonomy with dissimilar willingness to expose private information and to abdicate decision competences, different models have to be developed.

Last but not least, a CTP model should be easily understandable and executable. This will increase its acceptance and help reducing transactional costs.

3.2 *Preprocessing*

The major task in this phase is to identify customer requests for exchange within the coalition and to specify the payments for transferring them to partners.

To decide which requests in the own portfolio should be offered for exchange is a pure local decision of autonomic collaborating partners and seems to be irrelative to the design of CTP models. However, in which form should a participant specify his requests, must be given by the coalition and constitutes an important element of the design. Participants may offer requests both as single objects and as request bundles, which are supposed to be completely transferred.

Generally, there are two principles for the evaluation of requests or request bundles. The first one is to use the customer payments as transfer price¹⁹. The challenge is how to encourage participants to report the real customer payments, which is normally strictly hidden as business secret. Another shortage of this method is that it must not be a rational decision. Consider the situation where some requests can be well bundled

¹⁹ cf. Schönberger (2004) pp. 137-138

together, and the resulting potential costs for this bundle are much less than the sum of customer payments. To offer less than transfer price seems more rational than to offer all customer payments, so long as it will not affect the exchange.

Alternatively, request bundles can be evaluated based on their potential fulfillment costs using own disposable resources. The first advantage is that participants don't have to worry about disclosing secret information like customer payments. Another benefit is that participants won't pay more than the own costs for the fulfillments of their requests. However, to determine the costs for a given request or request bundle may be quite complicated, since it relies on the composition of the whole request portfolio. It is especially intricate for the LTL business, when the request(s) would be executed with some others in a same route.

3.3 Profit optimization

It is aimed in the profit optimization phase to find out a mapping between the offered requests and the partners executing these requests, so that the profit of the entire coalition is maximized²⁰. An appropriate exchange mechanism has to be established to ensure an efficient exploration of cost-saving potentials.

Any exchange mechanism will not work properly if it ignores the given autonomy grade of the collaborating partners. Consider an extreme situation where participants possess no autonomy, which makes the collaboration as a quasi-fusion. All information would be processed centrally and the problem of profit optimization would be a routing problem for all vehicles of all participants. In another extreme situation, where all participants solve the request reallocating problem without mediators with accordingly competences, the CTP will work like an electronic transportation market. For these two extreme situations, no mechanism with elaborated profit optimization function is needed. Between these two extreme values for the grade of autonomy, participants may commit more or less decision competences to a mediator. Depending on the mediator's competences and available information from participants, the configurations of the exchange mechanisms will vary from each other.

Cost-saving potentials are embodied in the complementarities of single LTL requests and explored by combining them into bundles. As a result, the units that should be exchanged in CTP have to be request bundles. Notice that, a single request is also a request bundle with only one request. This can be realized by using CA as the exchange mechanism. Because of the capability of exploring more synergy effects²¹, CA has also been proposed to solve other collaborative planning problems²². However, in these examples each participant plays only one role, either as seller or buyer. In the CTP scenarios, the freight carriers are both seller and buyer of transportation services at the same time. This fact makes the design of an appropriate CA even more difficult. In a

²⁰ Krajewska/Kopfer (2006)

²¹ cf. Abrache et al. (2007)

²² cf. Hunsberger/Grosz (2000)

GS, freight carriers propose their customer requests, which are supposed to be transferred to other partners, in a common pool for reallocation. Moreover, a transfer price has to be specified and paid to the auctioneer if someone else in the coalition is willing to execute these requests. All partners can then bid on any combination of the requests in the pool for a certain price, which is called as bid price. Based on the bid information, a WDP will be solved aiming to minimize the total costs for the requests. For the winning bids, the bid prices will be paid by the auctioneer. At last, the difference of the total transfer prices paid to the auctioneer and the total bid prices of winning bids paid by the auctioneer will be shared as mutual benefits among all participants. An important issue for the mechanism design of CA is to develop appropriate techniques for the bid generations, which is extremely difficult in the transportation planning context. Three important questions have to be: to bid on which requests, what kind of bundles to build, and how much the bid prices should be.

The ideal situation for a single participant is to win exactly those requests that can be most efficiently fulfilled by his own fleet, while transferring all his left requests to others for low prices. However, the strategy of bidding only on those requests that are most attractive to him may lead to another problem. Since other partners may also be not interested in these “left” requests and not bid on them at all, they will be sent back. To plan these requests together with the winning bids may be even more difficult than without any exchange, especially when the own capacity has already been exhausted by the winning bids. In that case, external resources have to be used. This could cause extra costs and worsen the situation of the partner at last. On the other side, if the partners bid only on their own requests, exchanges could hardly be realized.

Like all CA, each bidder can theoretically bid on all combinations of requests in the request pool, which makes an astronomical number of possible bids to be considered. To evaluate these combinations is another complicated problem. The fulfilment costs, based on which the bid price will be determined, can only be calculated for vehicle routes and thus only for the corresponding combinations consisting of requests in these routes, rather than for each possible combination. For other bundles, the potential fulfilment costs can only be approximately estimated. In that case, if the estimated costs are much higher than the real costs, the bids will be less competitive in the auction. If they are lower than the real costs, it will directly bring losses to the participants.

The tasks of the auctioneer in such CA are complicated either. Since all partners in the coalition only have fleets with limited capacity, it has to be ensured that no partner would win more bids and accordingly requests than his own capacity allows to him. Otherwise, subcontractors have to be encountered for the fulfilment of those requests, that cannot be executed by the own fleet. Such kind of subcontracting could also lead to losses for the freight carriers similar to the situation of bidding on inappropriate requests. Subcontracting may cause extra costs compared to the bid prices, which have been determined on the basis of the potential own execution costs in the bidding phase, since the costs for subcontracting are mostly much higher than the own costs.

The dilemma, to encourage bids on “troublesome” bundles and to offer enough incentives for inevitable splitting gives another great challenge to auctioneers. A decisive

factor for the success of a CTP model is to assist participants to excavate synergy effects by generating better bundles. However, this may lead to conflicts if some requests are included in more bundles. For the auctioneer, a simple splitting of certain bundles is definitely not always the best solution, since the synergy effect would be destroyed. In auctions, the problem of not obtaining a complete set of offered objects in a multi-object auction is called the exposure problem²³. This trouble may be so severe that the new portfolio after exchange could be even less profitable for partners, when lots of centrally reallocated bundles are cut down for more mutual profits.

3.4 Profit sharing

A profit sharing scheme is the last component of a CTP model. Mutual benefits achieved through profit optimization will be divided and given back to partners fairly.

The first step is to identify each partner's contribution to the coalition that should be awarded. Both the impacts on the short-term and long-run have to be deliberated during this identification. For the short-term, contributions leading directly to successful and profitable exchanges as well as the mutual benefits have to be awarded. For the sustainability and stability of the GS in the long-run, more activities may be valued. An example may be to prize the offering of more attractive requests for exchange, even if they have not actually been exchanged in the auction. After that, all identified elements must be given an appropriate weight, representing the evaluation of the importance of these contributions. Unfortunately, each participant will have their individual opinion on both the identification and weighting of awardable contributions. A pragmatic solution is to make an agreement that is fair enough for all participants.

The information required for a specific profit sharing scheme must be in accordance with those needed for the other parts of a CTP model. For instance, the idea to use the Shapley value or its variants²⁴ needs to know the collaborative benefits of all possible sub-coalitions. It is appropriate only if it is possible to employ a central planning or to repeat the same procedure of the first two stages of the models to get out the collaborative benefits for all sub-coalitions. The related computational workloads for both the auctioneer and the participants in the coalition may also limit its application. These workloads may grow exponentially with increasing number of participants. It is preferable to reduce these calculations to make the scheme easy for the implementation.

4 Route-based combinatorial auction for request exchange

In this section, the route-based CA is presented as a new mechanism for the request exchange within a GS of freight carriers. In our design, the highest priority is to deal with the difficulties discussed in the last section that may cause unpredictable losses to participants after exchanges. It is tried to ensure that the accepted CTP solutions will not worsen any participant's situation even when only limited capacities are available

²³ Kwasnica et al. (2005)

²⁴ cf. Krajewska et al. (2008)

in their own fleets. Although unlimited capacities from subcontractors may be acquired if necessary, they are normally much more expensive than the own fleets. It is then tried to realize more mutual benefits through exchanges. The scenario for which this mechanism is designed and the assumptions are specified in Section 4.1. After that, the whole process of the mechanism and the optimization problems to be solved within the process are described in more detail.

4.1 Assumptions and scenario specification

Suppose a coalition containing of m freight carriers with similar characteristics with respect to business size and service quality. Each freight carrier comes along with a request portfolio R_i containing n_i pickup and delivery LTL requests, $i=1, \dots, m$. A fleet K_i with k_i homogeneous vehicles in terms of both cost rates and loading capacity is stationed at the depot of each collaboration partner. However, cost rates and loading capacities of vehicles must not be the same for different participants. Requests are similar so that all of them can be exchanged and fulfilled by any vehicle in the coalition. The existing set of requests will be totally offered for exchange within the GS. Although integrating diverse modes of subcontracting may reduce the fulfillment costs²⁵, it is assumed for simplicity that only the requests that cannot be fulfilled within any route in a certain routing plan $\Pi(R)$ will be subcontracted. This simplification is made based on the following phenomenon in the practice. Freight carriers prefer to plan firstly as many (profitable) requests as possible for their own fleets to cover the high fixed costs and not until then try to subcontract the remaining requests. In this research, it is assumed that all partners can execute their whole request portfolios without subcontracting in the non-collaborative scenario. The last important assumption is that all participants have strong willingness to cooperate and behave honestly.

In order to evaluate the CTP solutions, two reference scenarios must be specified: the isolated planning and the central planning. In the first scenario, each participant performs separately the transport planning for his own request portfolio by solving a PDPTW instance. Sum of costs of all freight carriers constitutes then the upper bound for the CTP scenario. In the central planning scenario, all requests from all partners are planned centrally altogether. Thus, the planning problem is a multi-depot PDPTW. The total execution costs of the plan are then the lower bound for the CTP scenario. If a CTP solution is worse than the isolated planning result, it will be denied by the coalition. On the other side, a collaborative planning solution can theoretically not be better than the central planning solution, unless the complexity of the central planning becomes so extraordinary, that good solutions can hardly be found.

The two reference as well as the CTP scenarios can be formally described as follows²⁶. Each freight carrier i can serve all his requests R_i following the routing plan $\Pi(R_i)$ with the execution costs of $C(\Pi(R_i))$. The total execution cost in the isolated planning scenario for all freight carriers are noted as:

²⁵ Krajewska/Kopfer (2009) and Kopfer/Wang (2009)

²⁶ cf. Schönberger (2004) pp. 139-141

$$TC_{iso} = \sum_{i=1}^m C(\Pi(R_i)) \quad (1)$$

In the central planning scenario, a routing plan $\Pi(R)$ will be created for the entire request set $R = R_1 \cup R_2 \cup \dots \cup R_m$ with $R_i \cap R_j = \emptyset$, $i \neq j$, and the total execution costs for R of a central routing plan are referred to as

$$TC_{cp} = C(\Pi(R)) \quad (2)$$

These two values, TC_{iso} and TC_{cp} define the acceptable range of the CTP solutions.

In the CTP scenario, the request portfolio can be divided into two parts. The first part is a set of requests $R_i^0 \subseteq R_i$, that have not been transferred to other partners. The transferred requests constitute the set $R_i^- = R_i \setminus R_i^0$. The new request portfolio after the exchange is $R_i' = R_i^0 \cup R_i^+$, where R_i^+ is the set of requests acquired from other partners in the winning bids. The execution costs for the new request portfolio R_i' according to a plan $\Pi(R_i')$ are $C(\Pi(R_i'))$. The CTP can be modeled as the optimization model

$$\min. TC_{CTP} = \sum_{i=1}^m C(\Pi(R_i')) \quad (3)$$

subject to:

$$R_i' \cap R_j' = \emptyset \quad \forall i, j \in M, i \neq j \quad (4)$$

$$\bigcup_{i=1}^m R_i^- = \bigcup_{i=1}^m R_i^+ \quad (5)$$

4.2 Process description

The whole process including the preprocessing and request reallocation is illustrated in Fig. 1, while profit sharing is not considered in this paper.

Since all requests are offered for exchange, the left problem of preprocessing is to determine the transfer prices. Each participant solves a corresponding PDPTW for his own requests as described in the isolated planning scenario. The total costs are set as the transfer price for his entire request portfolio. The sum of transfer prices of partners altogether are then the total fulfillment costs for the entire coalition without any request exchange. In order to satisfy the capacity restrictions, the maximal number of bids one could win has also to be announced to the auctioneer.

After all partners have proposed their requests into the request pool, the whole set of requests for exchange R will be open for all participants. However, the transfer prices are kept unsealed by the auctioneer. It means participants can only see the requests' information without knowing the potential payments for their execution.

The next step is the bid generation. Without knowing the payment information, the purpose of the bid generation of participants is then to build up vehicle routes, which can be efficiently executed in terms of fulfillment costs. Since each freight carrier can

fulfill only a small part of R , he has to choose the requests he wants to serve and create vehicle routes for their executions. The problem to be solved is thus a request selection and routing problem, which is presented in more details in Section 4.3. The vehicle routes are then submitted to the auctioneer as bids. Bid prices are the route costs.

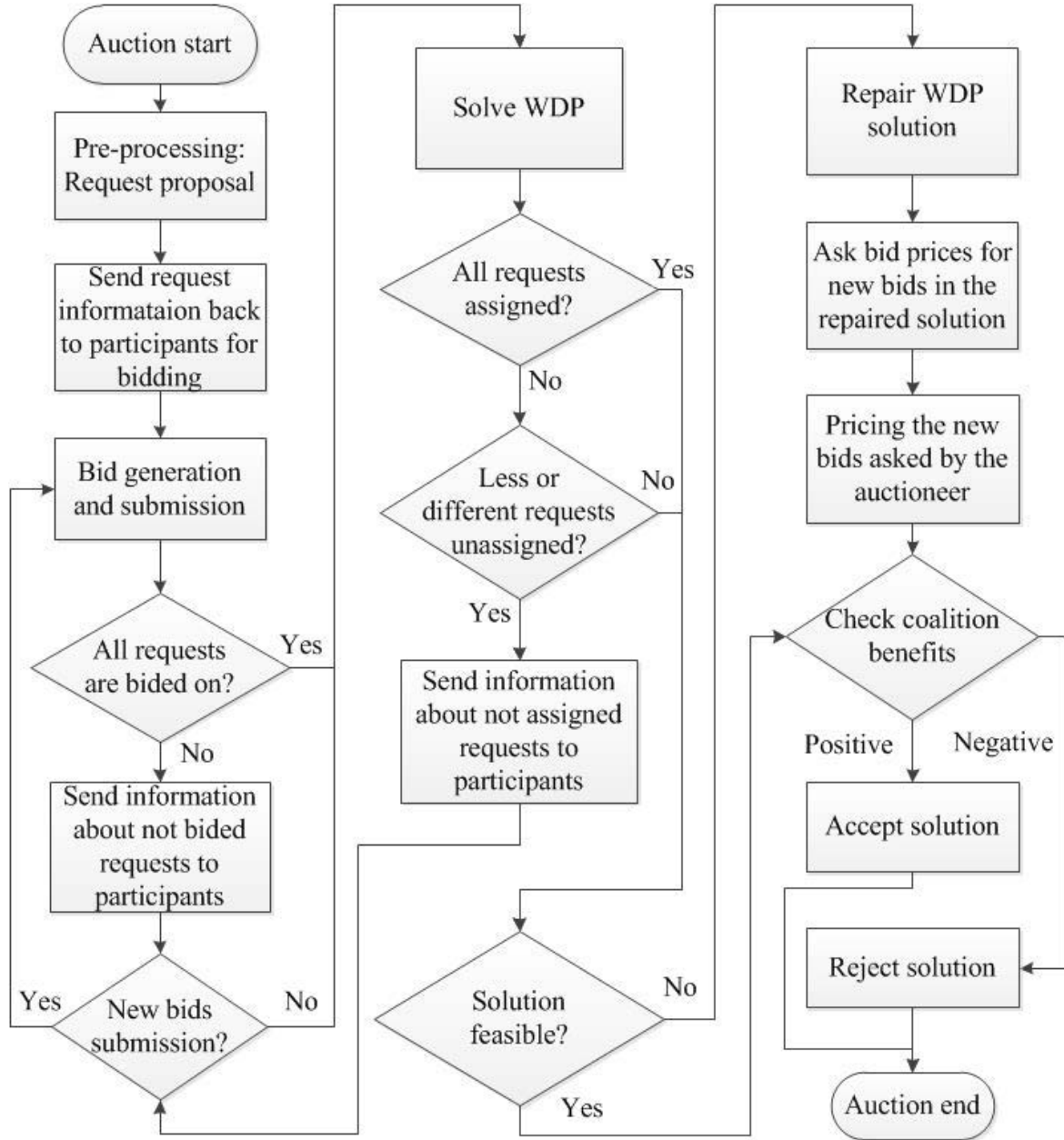


Fig. 1 Process of the combinatorial auction

Bids proposed by all participants have to be firstly checked by the auctioneer before the WDP is solved. As discussed in Section 3.3, requests that have not been bided on and must be returned back may cause serious problems to partners. In order to alleviate such kind of harms, the auctioneer exams if some requests have not been bided on at all. If so, the partners who offered them for exchange will be noticed.

Being aware that some own requests for exchange are not interesting for other partners, the offering participant may resolve his bid generation problem and submit new bids.

However, a resubmission is not always necessary if these requests are supposed to be outsourced anyway to subcontractors even in his isolate planning.

When no participant wants to submit new bids, the auctioneer will solve the WDP. It is tried to find out a solution in which as many as possible requests can be assigned to partners. The capacity restriction of the fleet size is ensured by assigning no more bids to a freight carrier than the number of vehicles announced by himself in the first step. The mathematical models will be described in Section 4.4. The temporary results will not be announced to participants. If some requests cannot be assigned, this information will be sent back to participants, who can generate and submit new bids containing these requests. This process will be repeated until either all requests have been assigned or no improvement regarding the unassigned requests can be achieved. Notice that before the WDP has been solved for the first time, no request is assigned.

In the next step, the solution of the WDP will be checked whether it is also a feasible set-partitioning solution for all assigned requests. If some requests have been assigned to more than one freight carrier, the solution will be repaired by the auctioneer so that all requests are assigned only once. The bids resulted by the repair procedure will be asked to be newly evaluated by the corresponding participants. After getting feedbacks from the partners, the solution will be rechecked by the auctioneer if mutual benefits have been realized through potential exchanges. If so, the solution will be accepted and the exchanges will be made. Otherwise no exchange will happen.

4.3 Routing problem and bid generation

The underlying routing problem considered in this paper is the PDPTW. Let P be the set of pickup nodes and D the set of delivery nodes. Each request r in the portfolio R with load l_r must be from its pickup location to delivery location. A vehicle fleet K is available for the fulfillment of requests. A given vehicle $k \in K$ with a capacity Q_k is stationed at its start depot os_k and has to end its route at the depot od_k . The sets of start and end depots of all vehicles are O_s and O_e respectively. The node set of the graph V can be represented as $V = P \cup D \cup O_s \cup O_e$. For each edge on the graph (i, j) in $A = (V \times V)$, a distance $d_{ij} \geq 0$ and a travel time $dt_{ij} \geq 0$, $i, j \in V$ are assigned. For each node $i \in V$, a time window $[a_i, e_i]$ and a service time s_i are given. Services must be started within the time windows. Each vehicle has a fixed cost cf_k and variable cost rates for each distance unit cd_k and for each time unit ct_k , $k \in K$. The binary decision variable x_{ijk} , $i, j \in V$, $k \in K$, will be one iff vehicle k travels from node i to j . Variable t_{ik} defines the time when the service at node i starts and is only relevant when node i is visited by vehicle k . The objective function can be formulated as follows²⁷:

$$\min. \sum_{k \in K} cf_k + \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} cd_k d_{ij} x_{ijk} + \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} ct_k dt_{ij} (t_{oe_k} - a_{os_k}) \quad (6)$$

²⁷ cf. Desaulnier et al. (2001) and Ropke/Pisinger (2006)

This objective function minimizes the total costs, which are composed of the fixed costs, distance costs and time costs. For the operational transportation planning, the fixed costs do not affect the solution. Thus, the equivalent objective function omitting the fixed costs term is:

$$\min. \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} c d_k d_{ij} x_{ijk} + \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} c t_k d t_{ij} (t_{oe_k} - a_{os_k}) \quad (7)$$

In order to generate bids, vehicle routes have to be created. Bid prices can be defined as the costs of the routes that can be exactly evaluated. Even if the combinations of requests have been limited to vehicle routes and the complexity of the bid generation problem can be numerous reduced, it is still unrealistic to enumerate all possible routes. Nonetheless, a freight carrier has to consider the complementarity of the potential winning bids generated by him and try to get more requests to maximize the utilization of his fleet. Since a participant can win no more bids than his reported fleet size, the efficiency of the plan $\Pi(R_i')$ will be strongly diluted when some requests are contained in more of his winning bids but can be actually executed in only one route.

Thus, instead of generating single routes, entire PDPTW solutions are generated. Since each partner can execute only a small subset of R , the objective function for the bid generation has to be changed accordingly. Partners' purposes can be specified as 1) to get enough requests for their fleets and 2) to generate more efficient routes. The first one improves the possibility to increase the utilization of the own fleet, while the second one makes their bids more competitive and could help exhausting more cost-saving potentials. The primary purpose is thus to plan as many requests as possible in the routes and the secondary purpose is to reduce the route costs. A "penalty cost" pen_i , $i \in P$ is thus introduced, which will be calculated if request i is not planned in any route. A binary variable z_i , $i \in P$, representing whether a request has been planned in vehicle route is added into the model. If a request denoted as $(i, i+n)$ has not been inserted into any route, z_i will be one. The objective function (7) can be extended to:

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} c d_k d_{ij} x_{ijk} + \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} c t_k d t_{ij} (t_{oe_k} - a_{os_k}) + \sum_{i \in P} z_i pen_i \quad (8)$$

Through adjusting the "penalty cost" for different requests, preferences of partners to specific requests can be set. Requests with higher penalty costs will be preferred to be planned in some routes than those having less penalty costs. An extremely high value will guarantee that the corresponding request will be planned in some route.

4.4 Winner determination problems

The winner determination is the second important component of CA.²⁸ In the WDP a set of bids have to be selected by the auctioneer to maximize his benefits. WDP in a normal CA where the auctioneer wants to purchase n distinct objects from m bidders can be described as follows. For every subset S of the entire object set $R = \{1, 2, \dots, n\}$,

²⁸ The reader is referred to the comprehensive survey on this problem of de Vries/Vohra (2003)

let $p_h(S)$ be the bid price announced by bidder h that he asks for selling the objects in S to the auctioneer. Suppose no capacity restriction on the bidder side, which means all bidders can offer the whole object set R . The bid price for each S can be determined as the lowest price in the WDP because they will dominate other bids for the same subset S . Denote this price as p , so that $p \leq p_h(S)$, $h = 1, \dots, m$. Suppose there are b bids all together to be considered in the WDP after this selection, where b is the number of all possible subsets of R . We use $a_{ij}=1$ to mark out if an object i is contained in a bid j and $a_{ij}=0$ otherwise. The problem can now be modeled as follows by introducing the binary variable x_j , $j=1, \dots, b$, whereas $x_j=1$ implies that bid j is chosen as a winning bid.

$$\min. \sum_{j=1}^b x_j p_j \quad (9)$$

subject to:

$$\sum_{j=1}^b a_{ij} x_j = 1 \quad \forall i \in R \quad (10)$$

$$x_j \in \{0, 1\} \quad \forall j = 1, \dots, b \quad (11)$$

This formulation of the WDP is a set-partitioning problem, where each object must be assigned exactly to one bid and no object is allowed to be left unassigned.

In the CTP scenario, since it is assumed that freight carriers have only a limited number of vehicles in their own fleets, this model must be extended. Suppose there are m freight carriers (bidders) in the GS. The first difference compared to the WDP in its normal form is that we cannot exclude those bids for the same subset S with higher prices. The reason is that a freight carrier i can win maximal k_i bids. After his capacity has been exhausted, he can win nothing any more, even if he could offer bids for the same subsets with lower prices. Suppose freight carrier i has submitted b_i bids. There will be in total b bids in the CA, where

$$b = \sum_{j=1}^m b_j \quad (12)$$

Let $fb_{ij}=1$ if a bid j has been proposed by freight carrier i and $fb_{ij}=0$ otherwise. The set-partitioning formulation of the WDP in our CTP scenario can be extended by introducing the capacity restriction:

$$\sum_{j=1}^b fb_{ij} x_j \leq k_i \quad \forall i = 1, \dots, m \quad (13)$$

The objective function (9) together with restrictions (10), (11) and (13) constitute the set-covering model of the WDP in our route-based CA. However, this formulation is too restrictive to be directly used for our auction. Since only a very limited number of vehicle routes can be practically submitted, two problems may happen. The first one is that some requests may not have been bided on at all. The other one is that even for those requests that have been bided on, there exists no feasible solution. We thus use a

modified set-covering formulation to model the WDP in our CA for the CTP. The primary objective is to assign as many requests as possible to winning bids and the secondary purpose is to minimize the total price for the winning bids. An additional binary decision variable y_i is then introduced into the model, while $y_i=1$ means that i has not been assigned to any bid and $y_i=0$ otherwise. For each unassigned request, a high virtual price M_0 has to be calculated. Compared to the set-covering formulation, it is allowed to have some requests to be multiply assigned to more than one freight carrier in the WDP. The new WDP in the set-covering formulation is now:

$$\min. \sum_{j=1}^b x_j p_j + \sum_{i \in R} M_0 y_i \quad (14)$$

subject to:

$$\sum_{j=1}^b a_{ij} x_j + y_i \geq 1 \quad \forall i \in R \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^b f b_{ij} x_j \leq k_i \quad \forall i = 1, \dots, m \quad (16)$$

$$x_j \in \{0, 1\} \quad \forall j = 1, \dots, b \quad (17)$$

$$y_i \in \{0, 1\} \quad \forall i \in R \quad (18)$$

4.5 Solution reparation

Although we can obtain solutions using the set-covering form of the WDP, these solutions may be infeasible according to the set-partitioning formulation, which also represent the feasible CTP solutions. Solutions may be infeasible because some of requests cannot be assigned as a result of the capacity restrictions, or because some requests have been multiply assigned to more than one bidders.

Infeasible solutions in terms of the set-partitioning formulation must be repaired by the auctioneer, so that each request in R will be assigned to exactly one freight carrier. First of all, unassigned requests are returned back to participants who offered them for exchange. We then use a simple heuristic rule to solve the multiple assignment problem. With the hope to minimize the damage of the synergy effects embedded in the bids, it is tried to give the multiply assigned requests to those partners who have won the most of these requests. Let the set of multiply assigned requests of freight carrier i be R_i^{mul} , $i \in \{1, \dots, m\}$ and the set of all multiply assigned requests be R^{mul} . The set of freight carriers that have won at least one multiply assigned request is $FC^{mul} = \{i | i = 1, \dots, m, R_i^{mul} \neq \emptyset\}$. The outline of this simple heuristic is shown in Fig. 2.

Algorithm Repair WDP Solution

```

1 while  $|R^{\text{mul}}| > 0$  do
    2 sort  $FC^{\text{mul}}$  such that for all  $j < k \Rightarrow |R^{\text{mul}}_{FC^{\text{mul}}[j]}| \leq |R^{\text{mul}}_{FC^{\text{mul}}[k]}|$ ;
    3 assign all requests in  $R^{\text{mul}}_{FC^{\text{mul}}[1]}$  to freight carrier  $FC^{\text{mul}}[1]$ ,
      who has won the most requests in  $R^{\text{mul}}$ ;
    4  $R^{\text{mul}} = R^{\text{mul}} \setminus R^{\text{mul}}_{FC^{\text{mul}}[1]}$ ;
    5  $FC^{\text{mul}} = FC^{\text{mul}} \setminus FC^{\text{mul}}[1]$ ;
6 end while

```

Fig. 2 Outline of the solution repair heuristic

5 Computational experiments

The auction mechanism described in Section 4 will now be illustrated with a computational example. The method used to generate the collaboration scenarios for the example will be introduced at first. The bid generator that solves the request selection and routing problem will be presented later. CTP results obtained by applying the route-based CA will be demonstrated at the end of this section.

5.1 Scenario generation

In our simulation, CTP scenarios are derived from the benchmark test instances of the PDPTW generated by Li and Lim²⁹. Instances with same characteristics and size are combined together into CTP test scenarios. Coordinates of all nodes in a test instance will be adjusted with the same small amount, so that all freight carriers are distributed in different regions. The number of vehicles in the own fleets are given as the number of used vehicle in the best-known solutions published by CINTeF³⁰. The test CTP scenario generated with PDPTW instances LR103, LR104 and LR105 is shown in Fig. 3. For simplicity, all vehicles are set to be equal with the same capacity and same cost structure. The route costs are calculated as the route length by setting $cd_k=1$ and $ct_k=0$.

5.2 Route generator

In order to generate bids for the CA, as well as to solve the routing problems for the reference scenarios, we have implemented a heuristic algorithm based on the large neighborhood search heuristic developed by Ropke and Pisinger³¹, which is one of the most competitive heuristic algorithms for the PDPTW. Another reason to choose this algorithm is that the insertion heuristics used in this algorithm try to insert requests into vehicle routes as long as it is possible. This character fits the objectives of the request selection and routing problem to be solved within the bid generation process. In

²⁹ Li/Lim (2001)

³⁰ <http://www.sintef.no/Projectweb/TOP/Problems/PDPTW/Li--Lim-benchmark/>

³¹ Ropke/Pisinger (2006). For a comprehensive description of the heuristic, the reader is referred to their original paper.

our implementation, instead of using the adaptive mechanism we just do a more thorough search in the “cost optimization” phase. In each iteration, all insertion operators are used on the current solution after a removal heuristic has been applied.³² We then choose the best one as candidate solution for the next iteration in a normal simulated annealing framework. Purpose of the adjustment proposed in our algorithm is to intensify the search and to get more solutions as well as more bids generated.

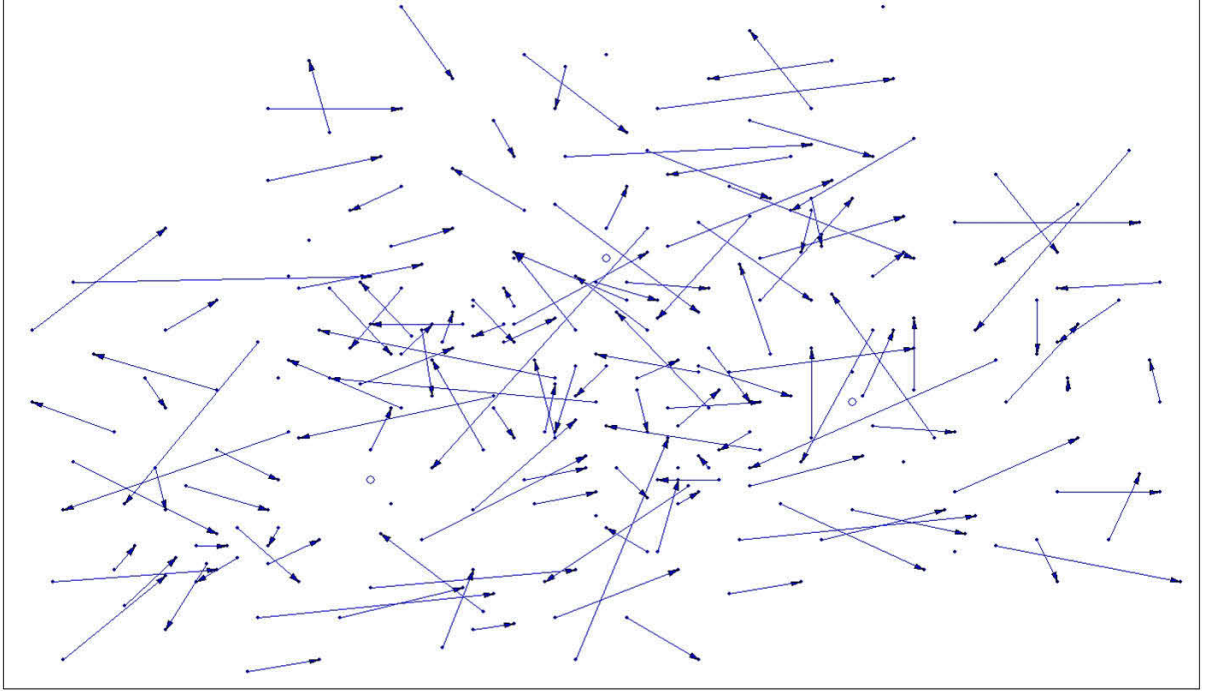


Fig. 3 Test scenario of the collaborative transportation planning

We ran our heuristic on each of the 100-cases and 200-cases instances ten times. We have found the best-known solution for 53 in 56 of the 100-cases and 29 in 60 of the 200-cases respectively. The average deviation between the best-known solutions and our best solutions of all test instances in the 100-cases is 0.08%. For the 200-cases it is 1.14%. All of our best solutions have the same numbers of vehicles as the best-known ones. For the two test instances LR2_210 and LRC2_2_3, we have found better solutions than those published by CINTEF. The total distances we found are 3316.39 with 3 vehicles for LR2_210 and 2934.98 with 4 vehicles for LRC2_2_3.

For the bid generation, up to θ of the best solutions found in the search process are recorded. Routes in these solutions are submitted as bids to the auctioneer.

5.3 Simulation results

The route-based CA has been tested on the CTP scenario depicted in Fig. 3. The upper bound of the total execution costs can be calculated by adding up the total costs of the three single instances. The best-known values reported in the literature can be directly

³² In the original heuristic by Popke and Pisinger, only one insertion heuristic is chosen and used. The possibility of an insertion heuristic being chosen is adaptively adjusted within the search process.

used for the isolated planning scenario. The total execution costs in the central planning scenario are obtained by solving the multi-depot PDPTW using our heuristic.

In order to test the functionality of the proposed CA, we have done some simulations on the newly generated test scenario with 3 freight carriers and 157 requests in total. To generate the first bids at the beginning of each test, the penalty costs are set to be 100. After that, penalty costs are set to be 400 for those requests that have not been bided on or remain unassigned after the WDP is solved. Up to $\theta=50$ best solutions are recorded for the bid generation. The WDP can be very efficiently solved by using IBM ILOG CPLEX 12.0 in less than 10 seconds.

The results of our simulations are reported in Tab. 1. Although all requests in R can be fulfilled by the available capacity as in the isolated planning scenario, we still got some CTP solutions with a small number of requests being subcontracted. However, the number of subcontracted requests may differ from the number of unassigned requests in the WDP solution. The reason is that the unassigned requests are returned back to the freight carriers who offered them for exchange, and they can perform anew the planning for their new request portfolios and try to insert the returned unassigned requests into newly generated vehicle routes. The possibility of getting a new plan without subcontracted requests can be further increased when multiply assigned requests are removed from some winning bids through the WDP solution reparation, since more capacities are set free for the returned requests. This happens in the Test 2. Although there is a request unassigned after the WDP, it can be integrated into the vehicle routes of the updated transportation plan of the corresponding partner.

If the unassigned requests that are returned back to freight carriers cannot be inserted into any route, they will be subcontracted and evaluated based on their subcontracting costs. Only when the sum of both the total subcontracting costs and the total bid prices are less than the total transfer prices paid to the auctioneer, which is the total fulfillment costs of the entire GS in the isolated planning scenario, the CTP result will be accepted. For example in Test 5, a single request must be subcontracted. The subcontracting costs have not been added in the total costs. However, since the average fulfillment costs per request in the central planning are only 22.52, this solution may still be attractive for the coalition due to the great cost reduction of 150.92.

Scenario	Isolated planning	Central planning	Collaborative transportation planning				
			Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5
Total costs	3683.18	3535.24	3621.02	3618.06	3640.08	3622.94	3532.26
Unassigned requests	0	0	1	1	0	0	1
Subcontracted requests	0	0	0	1	0	0	1
Cost reduction	-	147.94	62.16	65.12	43.10	60.24	150.92
Cost reduction (%)	-	4.02	1.69	1.77	1.17	1.64	4.10

Tab. 1: Test results of the collaborative transportation planning

In all tests, participants of the GS need to generate and submit bids for at most 4 times. It means that they only have to solve up to 4 times the request selection and vehicle

routing problem. The tasks of the auctioneer can be performed easily too. Compared with the simple process and relatively low computational workloads of our mechanism, the results are exciting. The average cost reduction of tests 1, 3 and 4, where no request is subcontracted lies on 1.50%, which is 37.3% of the whole potential. Even the two solutions with subcontracting of tests 2 and 5 may still be acceptable, since the cost reductions are much more than the average fulfillment costs per request.

6 Discussion and conclusion

In this paper, we propose a new combinatorial auction for the request reallocation within a GS consisting of a number of autonomy freight carriers. The highest priority of our design is to ensure that no participant would be harmed through request exchange even when capacities of the own fleets are limited. In practice, capacity shortages may be covered by subcontracting. However, the costs of using subcontracting are generally higher than the (variable) costs of the own fleet. Losses may thus be caused by split winning bids and unassigned requests, which may result in request portfolios that can hardly be executed efficiently.

Compared with all other approaches reviewed previously in Section 2, our mechanism is the first one that deals with such a complicated scenario. The CTP design problem considered in this paper turns out to be extremely difficult by considering the capacity restrictions and by having a strictly limited exposure of private information. None of the sensitive information including their cost structures, customer payments or planning preferences has to be revealed to other parties in the GS. Some simple simulations on a new generated scenario instance show that the route-based CA can offer satisfying solutions to CTP with limited computational workloads.

The most important component of this mechanism is realized by the facilities for communication between auctioneer and bidders about different information, which are only available to some parties. In order to reduce the number of unassigned requests in the auction, information about requests that have not been bided on and have not been assigned in the temporary WDP solutions are sent back to participants, so that they can submit new bids. Another decisive factor in this design is the interaction with regard to bid generation. It has been made possible in our design for the auctioneers to generate new bids without knowing any private and sensitive information of the freight carriers. After the solution repair step, where a set-covering solution is heuristically converted to a set-partitioning solution, the auctioneer has generated some new bids. Since they have been obtained by removing some requests in possible vehicle routes, they will never violate the capacity or time window restrictions and thus always are executable for participants. These bids can then be evaluated by concerned freight carriers, who keep their cost structure and other preference information as secrete.

Another advantage is the simple pre-processing. Only one grand bundle of requests has to be evaluated which can be easily done by solving the isolated transport planning once. Through the price asking for the new bids generated by the auctioneer in the solution repair step, possible negative effects have been already considered in the auction.

As long as a solution with positive mutual benefits is found, it is also guaranteed that no one will be worsened by the collaboration.

In the future research, the suitability of this CA mechanism has to be tested on other CTP scenarios. In order to improve the performance of this mechanism, it is interesting to identify more useful information that should be exchanged among the parties in the auction. Nevertheless, an appropriate profit sharing scheme has to be developed, which is compatible with the CTP model and which can also work with the limited available information.

Acknowledgement

This research was supported by the German Research Foundation (DFG) as part of the project “Kooperative Rundreiseplanung bei rollierender Planung”.

7 References

- Abrache, J.; Crainic, T.G.; Gendreau, M.; Rekik, M. (2007): Combinatorial auctions, in: *Annals of Operations Research* 153, pp. 131-164.
- Berger, S.; Bierwirth, C. (2010): Solutions to the request reassignment in collaborative carrier networks, in: *Transportation Research Part E* 46, pp. 627-638.
- Bloos, M.; Kopfer, H. (2008): Efficiency of Transport Collaboration Mechanisms, in: *Communications of SIWN* 6, pp. 23-28.
- Crujssen, F.; Cools, M.; Dullaert, W. (2007): Horizontal cooperation in logistics: Opportunities and impediments, in: *Transportation Research Part E* 43, pp. 129-142.
- Crujssen, F.; Salomon, M. (1998): Empirical Study: order sharing between transportation companies may result in cost reductions between 5 to 15 percent. *CentER Discussion Paper*.
- Dai, B.; Chen, H. (2011): A multi-agent and auction-based framework and approach for carrier collaboration, in: *Logistics Research* 3, pp. 101-120.
- Desaulniers, G.; Desrosiers, J.; Erdmann, A.; Solomon, M.M.; Soumis, F. (2002): The VRP with Pickup and Delivery, in: Toth, P. and Vigo, D. (eds.): *The Vehicle Routing Problem*, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications 9, SIAM, Philadelphia, pp. 225-242.
- Dumas, Y.; Desrosiers, J.; Soumis, F. (1991): The pickup and delivery problem with time windows, in: *European Journal of Operational Research* 54, pp. 7-22.
- Hunsberger, L.; Grosz, B.J. (2000): A combinatorial auction for Collaborative Planning, in: *Proceedings of the Fourth International Conference on Multi-Agent Systems* (Boston, Massachusetts), IEEE Computer Society Press, pp. 151 - 158.
- Kopfer H.W.; Kopfer, H. (2009): Hemmnisse horizontaler Kollaboration in der Speditionsbranche, in: Ivanov, D.; Meinberg, U. (Hrsg.): *Logistics and Supply Chain Management: Modern Trends in Germany and Russia*, Cuvillier Verlag, Göttingen, S. 354-362.
- Kopfer, H.; Pankratz, G. (1999): Das Groupage-Problem kooperierender Verkehrsträger, in: *Operations Research Proceeding 1998*, Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 453-462.
- Kopfer, H.; Wang, X.: Combining Vehicle Routing with Forwarding - Extension of the Vehicle Routing Problem by Different Types of Sub-contraction, in: *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers (JKIIE)* 35, pp. 1-14.
- Krajewska, M.; Kopfer, H. (2006): Collaborating freight forwarding enterprises – request allocation and profit sharing, in: *OR Spectrum* 28, pp. 301-317.
- Krajewska, M.; Kopfer, H. (2009): Transportation planning in freight forwarding companies - Tabu Search algorithm for the integrated operational transportation planning problem. In: *European Journal of Operational Research*, 197, pp. 741-751.

- Krajewska, M.; Kopfer, H.; Laporte, G.; Ropke, S.; Zaccour, G. (2008): Horizontal cooperation of freight carriers: request allocation and profit sharing, in: *Journal of the Operational Research Society* 59, pp. 1483-1491.
- Kwasnica, A.M.; Ledyard, J.O.; Porter, D.; Dellartini, C. (2005): A New and Improved Design for Multiobject Iterative Auctions, in: *Management Science* 51, pp. 419-434.
- Li, H.; Lim, A. (2001): A Metaheuristic for the Pickup and Delivery Problem with Time Windows, *The 13th IEEE Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)*, pp. 160-170.
- Schönberger, J. (2005) *Operational Freight Carrier Planning*, Springer, Berlin Heidelberg New York, pp.135-148.
- Schwind, M., Gujo, O., Vykoukal, J. (2009): A combinatorial intra-enterprise exchange for logistics services, in: *Information Systems and E-Business Management* 7, 447-471.
- de Vries, S.; Vohra, R.V. (2003): Combinatorial Auctions: A Survey, in: *INFORMS Journal on Computing* 3, pp. 284-309.
- Wang, X.; Kopfer, H. (2011): Increasing Efficiency of Freight Carriers through Collaborative Transport Planning: Chances and Challenges. In: Ivanov, D.; Kopfer, H.; Haasis, H.-D.; Schönberger, J. (eds.): *Dynamics and Sustainability in International Logistics and Supply Chain Management - Proceedings of the 6th German-Russian Logistics and SCM Workshop (DR-LOG 2011)*. Cuvillier Verlag, 2011, pp. 41-50.

Vehicle Routing and Refueling: The Impact of Price Variations on Tour Length

Thomas Bousonville

Institute for Supply Chain and Operations Management,
Saarland University of Applied Sciences,
Altenkesseler Straße 17, D 66115 Saarbrücken, Germany,
thomas.bousonville@htw-saarland.de

Alexandra Hartmann

Institute for Supply Chain and Operations Management,
Saarland University of Applied Sciences,
Altenkesseler Straße 17, D 66115 Saarbrücken, Germany,
alexandra.hartmann@htw-saarland.de

Teresa Melo

Institute for Supply Chain and Operations Management,
Saarland University of Applied Sciences,
Altenkesseler Straße 17, D 66115 Saarbrücken, Germany,
teresa.melo@htw-saarland.de

Herbert Kopfer

Chair of Logistics,
University of Bremen, Wilhelm-Herbst-Straße 5, D 28359 Bremen, Germany,
kopfer@uni-bremen.de

Abstract

Fuel prices may vary significantly at different gas stations and therefore may have a strong impact on the total cost of vehicle routing schedules. It is therefore reasonable to consider an approach that optimizes the cost of a schedule by including the choice of the refueling stops and the quantities of fuel to be purchased. In this contribution we propose an extension of the vehicle routing problem with time windows (VRPTW) to include refueling decisions. A new fuel optimization model is developed which takes into account detours to reach gas stations with attractive fuel prices. The new model is embedded in the insertion heuristic developed by Solomon (1987) for solving the VRPTW. By extending the well-known Solomon benchmark instances to our problem, we investigate the relationship between the magnitude of the fuel price variation and the resulting length of the vehicle routes. Our computational experiments indicate that the larger the price fluctuation, the longer the schedule will be. Nonetheless, the increase is rather moderate which can be explained by the way decisions on refueling are integrated in the overall algorithm.

1 Introduction

Fuel represents an important cost driver in transportation logistics. Given a set of scheduled routes, different factors influence the total associated fuel cost. Usually, the longer the total length of the routes, the higher the fuel consumption will be. Minimizing the travel distance is therefore a typical planning objective in vehicle routing optimization. Although of practical importance the impact of the driving behavior on fuel consumption is beyond the scope of vehicle routing models.

However, fuel expenditure is not only impacted by the amount of fuel consumed by the vehicle but also by the fuel price itself. Naturally, transportation companies cannot influence the prices but they can make a selection among different gas stations. In the United States regional prices may vary as much as 20%¹. Therefore, it is interesting to investigate the impact that the selection of gas stations and the decision on quantities to purchase have on the construction of an optimal tour schedule. More precisely, we will address the question to which extent price variations influence the total length of the routes if the refueling decision is included in the vehicle routing model.

Our study is based on the assumption of a uniform fleet of vehicles all located at the same depot and having the same capacity. Routes are to be constructed to service a set of customers with given time windows and service times. We extend this well-known vehicle routing problem with time windows^{2,3} (VRPTW) by assuming that a vehicle has constant fuel consumption per distance unit. The quantity of fuel in the vehicle tank has to be above a minimum level (for safety reasons) and cannot exceed the tank capacity at all times. The objective function is decomposed into two parts. The first objective is to serve the customer requests with a minimal number of vehicles. The second objective is to minimize the total fuel cost (instead of the common criterion of minimizing the total distance).

The remainder of the paper is organized as follows. In Section 2 we present the results of a survey on regional fuel price variations in Germany. Section 3 describes a basic fuel optimization model as well as the necessary extensions and adaptations to our case. The following section deals with the integration of the extended refueling model into a construction heuristic for solving the VRPTW. In Section 5 we describe how test instances have been constructed on the basis of the well-known Solomon benchmark instances⁴. Furthermore, computational results obtained for these instances with the previously described heuristic are reported. We conclude in Section 6 with a summary of the major findings and directions for further research.

¹ Khuller, Malekian, Mestire (2007)

² Cordeau et al. (2002), pp. 157-194

³ Golden, Raghavan, Wasi (2008)

⁴ Solomon (1987)

2 A survey on regional fuel price variations

In the United States, fuel prices can fluctuate significantly among gas stations in a certain region and within a short period of time. For example, in the Washington DC area fuel price variation can be as much as 20% on a given day⁵. To validate this observation in Europe and to assess the practical relevance of fuel price variations we conducted a survey in the Saarland region (Germany) by comparing the fuel prices of 53 gas stations within a radius of 50 kilometers. Fig. 1 presents a sub-set of diesel prices that were collected on June 17, 2011 (we do not include all prices in order not to overburden the chart). The difference between the lowest (1.369 EUR) and the highest price (1.474 EUR) per liter amounts to 10.5 cents, thus yielding a variation of almost 8%. Data was collected from an internet service which relies on price information conveyed by private consumers on a voluntary basis⁶. Hence, price information may be incomplete and prices may well vary more than 8%.

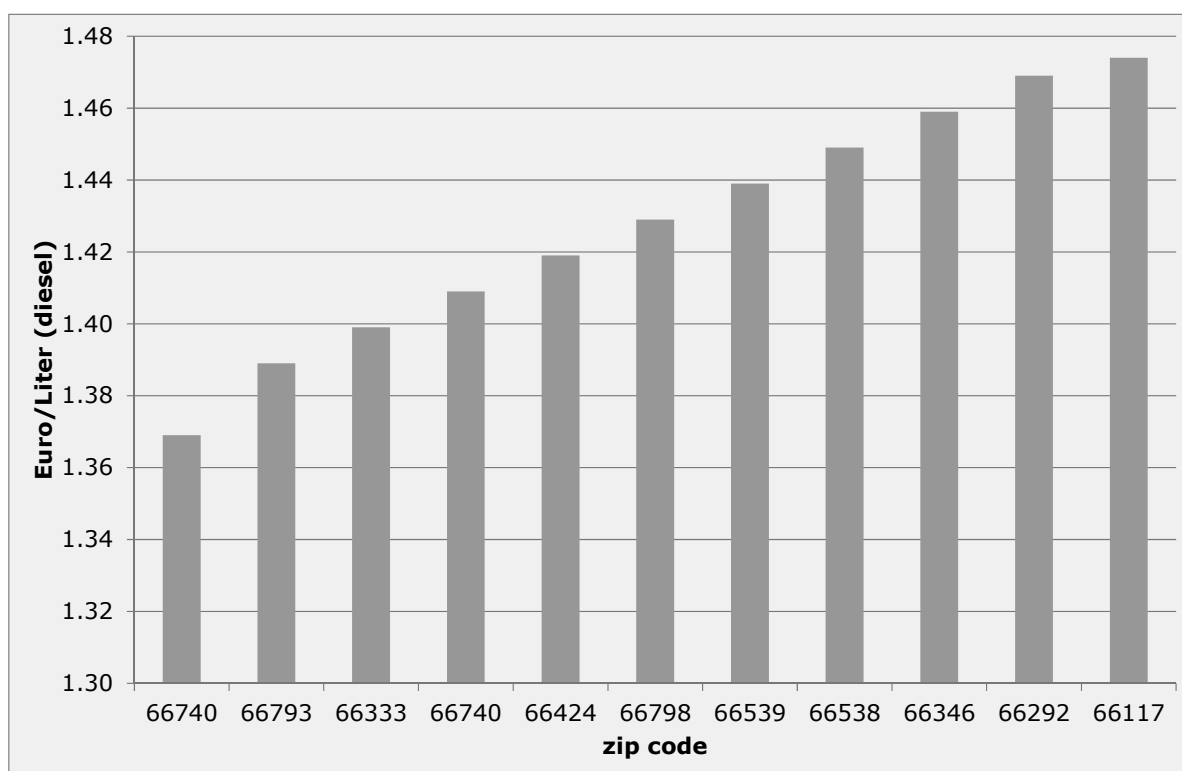


Fig. 1: Diesel prices on June 17, 2011 in the Saarland region

Fig. 2 displays the geographical locations of the gas stations whose prices are reported in Fig. 1. The cheapest price is offered by a gas station in Saarlouis (northwest) while the most expensive gas station is located in Saarbrücken (the capital of Saarland)⁷.

⁵ Khuller, Malekian, Mestre (2007)

⁶ Clever Tanken (2011)

⁷ We explicitly excluded gas stations on the French and Luxembourg side of the border which would have given much wider price variations.

A similar survey was also conducted on the same day and in the same area with respect to the price of unleaded 98 octane petrol. Prices ranged from 1.529 EUR to 1.779 EUR thus yielding a variation twice as large as that of diesel. A survey performed in the same region in 2008 and based on the same data source yielded a comparable result. Thus, the price spread seems to be quite consistent over time.

Clearly, there is a significant potential for cutting fuel costs which was not explored in the vehicle routing literature so far. In fact, the literature dedicated to vehicle refueling is rather scarce and many factors relevant to real-life problems (e.g. customer time windows, pickup and delivery of goods, working hours and rest periods of drivers, etc.) are neglected by the existing models⁸. To the best of our knowledge, the model to be presented in the next section is the first attempt at integrating refueling decisions into the VRPTW.

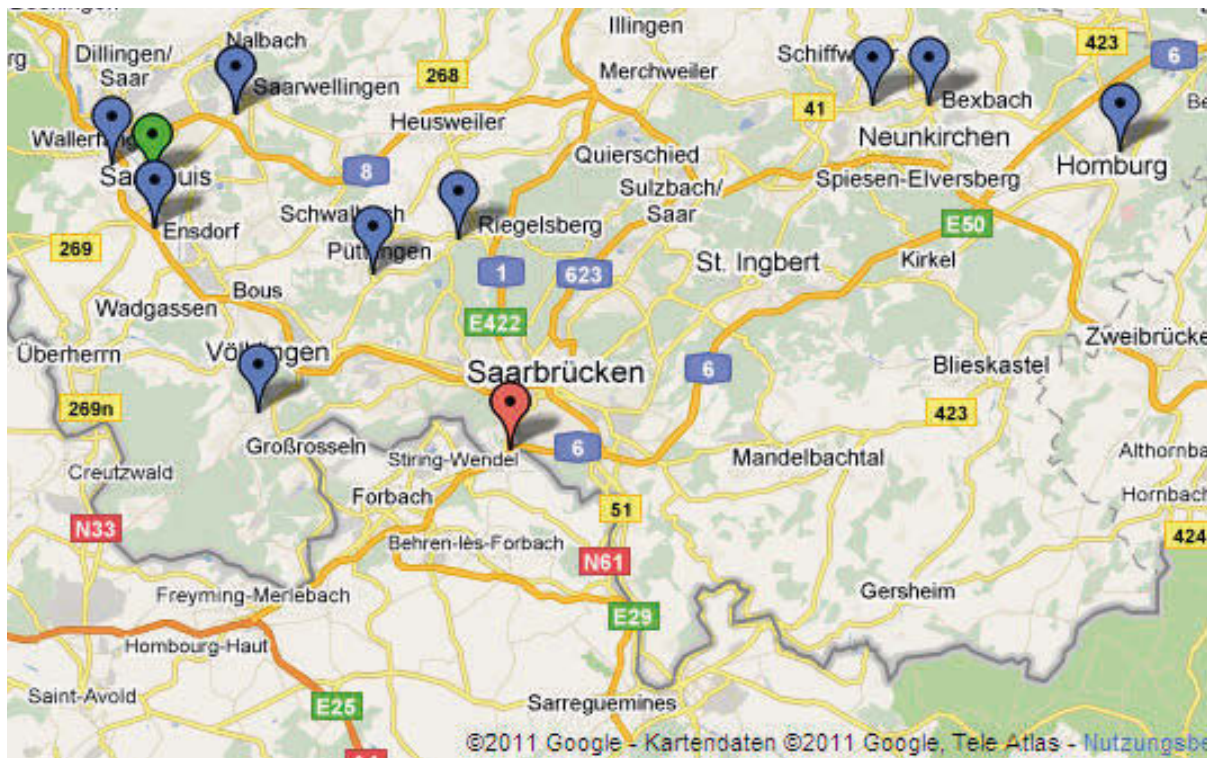


Fig. 2: Locations of selected gas stations in the Saarland region

3 A new fuel optimization model

As will be shown in Section 4, the heuristic for solving the VRPTW constructs a vehicle route through the gradual insertion of customers in a given sequence and according to certain criteria. Upon the insertion of a customer in the route, it is verified if a feasible refueling strategy exists. Hence, for each (sub-)route, a fuel optimization problem needs to be solved.

⁸ Khuller, Malekian, Mestre (2007); Lin, Gertsch, Russel (2007); Suzuki (2008, 2009)

In this section we first describe a simple fuel optimization model⁹ to select gas stations between an origin and a destination and to determine the quantities of fuel to be purchased. We then extend this basic model to our case, in which multiple customers are to be visited in a given sequence within specific time windows.

3.1 A standard fuel optimization model

Motivated by commercial fuel optimization software in use in the United States, Suzuki (2008) presented a mathematical model to determine an optimal refueling policy between an origin and a destination. The aim is to select the gas stations at which the vehicle should stop and the quantity of fuel it should purchase at the chosen stations. The overall objective is to minimize the total fuel cost.

In the basic model it is assumed that the vehicle starts its trip with an initial fuel quantity and that fuel is consumed at a constant rate per distance unit. Moreover, for safety reasons, a given minimum fuel quantity is to be maintained at all times in the tank. Upon arrival at the destination the tank must contain at least a pre-specified fuel quantity. Gas stations along the path from the origin o to the destination d as well as the corresponding retail diesel prices are also assumed to be known in advance. In each selected gas station at least a given quantity of fuel has to be purchased. Observe that some gas stations may deviate from the (shortest) path from o to d . In this case, the vehicle must leave the main route to reach a gas station. In particular, it may be worth taking a detour to purchase cheaper fuel.

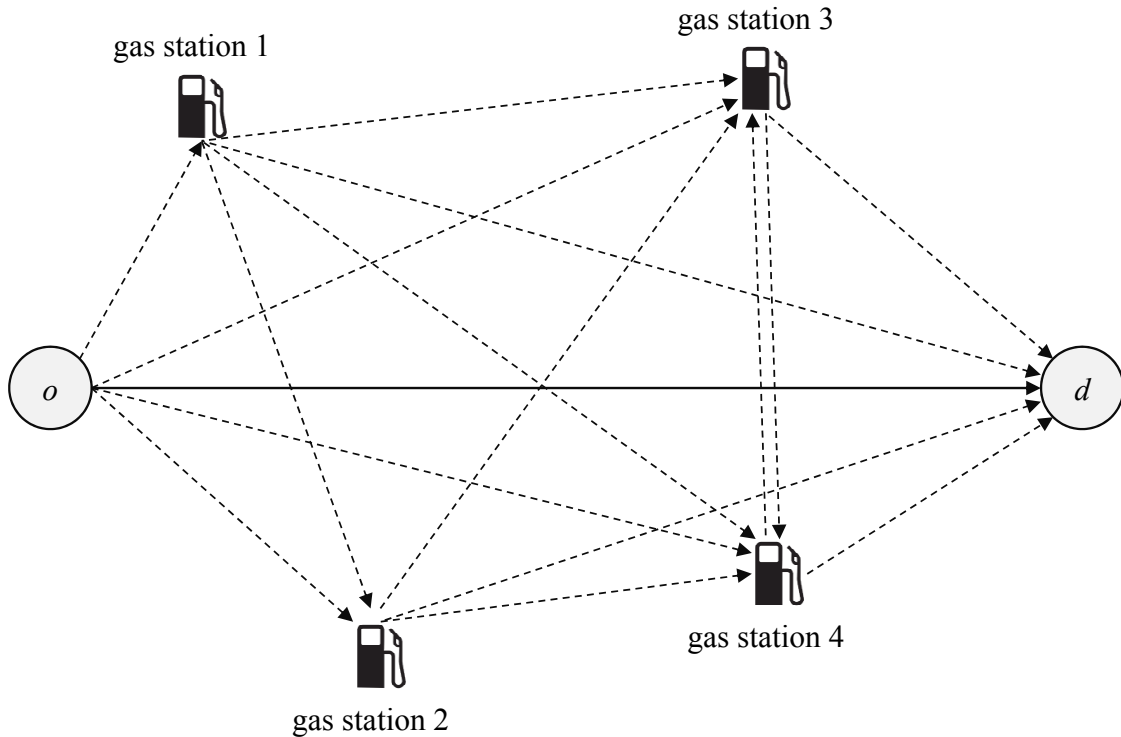


Fig. 3: Representation of a gas station network between an origin and a destination

⁹ Suzuki (2008)

Fig. 3 shows an example of a route and four gas stations for potential refueling stops. Distances to and from gas stations are represented by dashed arcs while the straight arc represents the direct path from o to d . A binary decision is associated with each arc indicating whether or not the vehicle traverses the arc in an optimal solution. It can be easily seen that such a graph is not a suitable representation for real-world situations due to the fast growth of the number of arcs as the number of gas stations increases. To overcome this drawback, Suzuki (2008) assumes that if a vehicle leaves the main path to reach a gas station then it will return to the path at the same point of departure after refueling. Furthermore, the out-of-route distance is considered to be the same to and from a gas station with respect to the main path. These assumptions simplify the associated graph as displayed in Fig. 4.

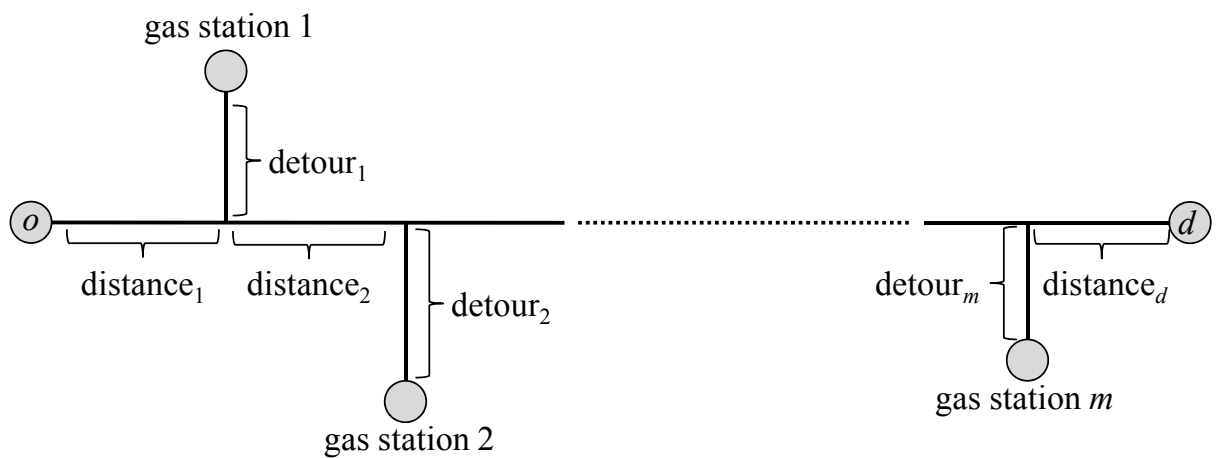


Fig. 4 Representation of detours to gas stations¹⁰

Assuming that a vehicle visits n customers ($n > 0$) in a given sequence and a route starts at vertex “0” (the origin depot) and ends at vertex “ $n+1$ ” (the destination depot), it seems natural that in order to apply the approach shown in Fig. 4 to our problem it suffices to split the route into pairs of consecutive vertices. For each such origin-destination pair this entails knowing beforehand the quantity of fuel in the vehicle tank upon departure from the origin. However, in our case the starting fuel is only specified at the origin depot. The exact tank fuel level at each subsequently visited vertex is in fact the outcome of the optimal refueling strategy. Hence, a straightforward application of the basic model to our problem is not possible. Furthermore, in contrast to Suzuki (2008) we would like to consider the real distance associated with a detour (both to reach a gas station and to return to the main path). Finally, customer time windows must also be taken into account when devising an optimal refueling strategy, an aspect that was disregarded by Suzuki (2008).

To cover all these features we extended the basic fuel optimization model. The new model relies on a specific graph structure which is obtained by mapping gas stations

¹⁰ Suzuki (2008)

into the main path linking two consecutive vertices, as will be shown in the following section.

3.2 Mapping gas stations into the main route

A graph is required that includes the vertices to be visited by the vehicle (i.e. $0, 1, \dots, n, n+1$) as well as the gas stations that are potentially attractive for a refueling stop (e.g. all gas stations within 20 km of the main route). Table 1 introduces the notation required to describe the mapping of gas stations into the main route.

Symbol	Description
N	Set of vertices, $N = \{0, 1, \dots, n, n+1\}$
F_i	Set of gas stations between vertices i and $i+1$ ($i \in N$); note that $F_{n+1} = \emptyset$
$\bar{d}_{f,f+1}^i$	Travel distance (in units) from gas station $f \in F_i$ to gas station $f+1$ with $i \in N$
$\bar{d}_{0,i+1}^i$	Direct travel distance (in units) from vertex i to vertex $i+1$ ($i \in N$)
$\bar{d}_{0,f}^i$, $\bar{d}_{f,i+1}^i$	Travel distance (in units) from vertex $i \in N$ to gas station $f \in F_i$, resp. travel distance from gas station $f \in F_i$ to vertex $i+1$; observe that these distances are only defined if $ F_i > 0$
dF_f^i	Distance that a vehicle goes <i>out-of-route</i> after visiting gas station $f \in F_i$ to <i>return</i> to the direct path from vertex i to vertex $i+1$ ($i \in N$)
dT_f^i	Distance that a vehicle goes <i>out-of-route to reach</i> gas station $f \in F_i$, $i \in N$

Table 1: Notation

Let us consider two consecutive vertices i and $i+1$ in the vehicle route ($0 \leq i \leq n$). If the vehicle deviates from the direct path to visit gas station f then the travel distance increases by $\bar{d}_{0,f}^i + \bar{d}_{f,i+1}^i - \bar{d}_{0,i+1}^i$ due to the detour (see Fig. 5).

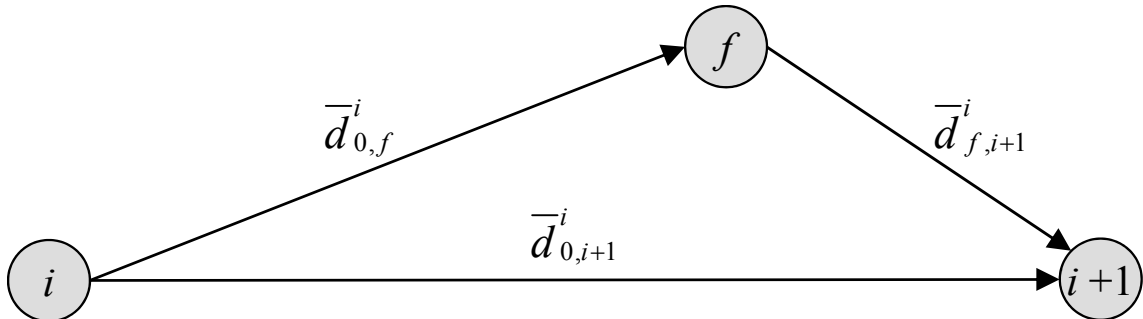


Fig. 5: Detour for refueling at gas station f

To construct a new graph, every gas station f between two consecutive vertices i and $i+1$ is mapped into the direct path, thus creating a new vertex f' . The corresponding out-of-route distances for leaving and returning to the path are also determined (i.e.

dF_f^i and dT_f^i). The mapping procedure considers three different cases. In what follows, we simply use a lower-case d to denote the arc lengths in the *new graph*. The total distance traveled by a vehicle during its trip from i to $i+1$ that goes through a mapped gas station f' is given by

$$d_{0,f'}^i + d_{f',i+1}^i + dT_{f'}^i + dF_{f'}^i$$

Case 1: $\bar{d}_{0,f}^i < \bar{d}_{0,i+1}^i$ and $\bar{d}_{f,i+1}^i < \bar{d}_{0,i+1}^i$

This is exactly the situation depicted in Fig. 5. As shown in Fig. 6, the gas station f is represented by vertex f' which is inserted between i and $i+1$. The following distances are assigned to the new arcs:

$$d_{0,f'}^i = \bar{d}_{0,f}^i, \quad d_{f',i+1}^i = \bar{d}_{0,i+1}^i - \bar{d}_{0,f}^i \quad (1)$$

If no refueling stop takes place from i to $i+1$ and therefore, gas station f' is not visited then the distance traveled by the vehicle is equal to $d_{0,i+1}^i = \bar{d}_{0,i+1}^i$. In contrast, if the vehicle stops at gas station f' then an out-of-route distance has to be taken into account in addition to the distances given in (1):

$$dT_{f'}^i = 0, \quad dF_{f'}^i = \bar{d}_{0,f}^i + \bar{d}_{f,i+1}^i - \bar{d}_{0,i+1}^i$$

Hence, in this case the total distance traveled by the vehicle corresponds to $d_{0,f'}^i + d_{f',i+1}^i + dT_{f'}^i + dF_{f'}^i = \bar{d}_{0,f}^i + \bar{d}_{f,i+1}^i$.

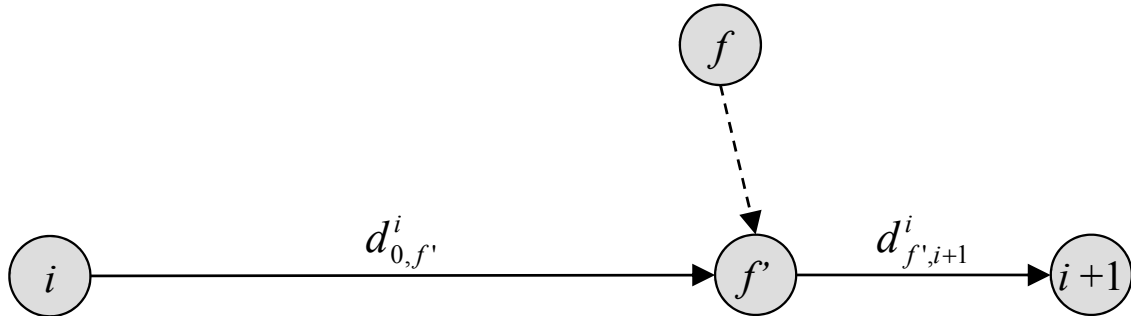
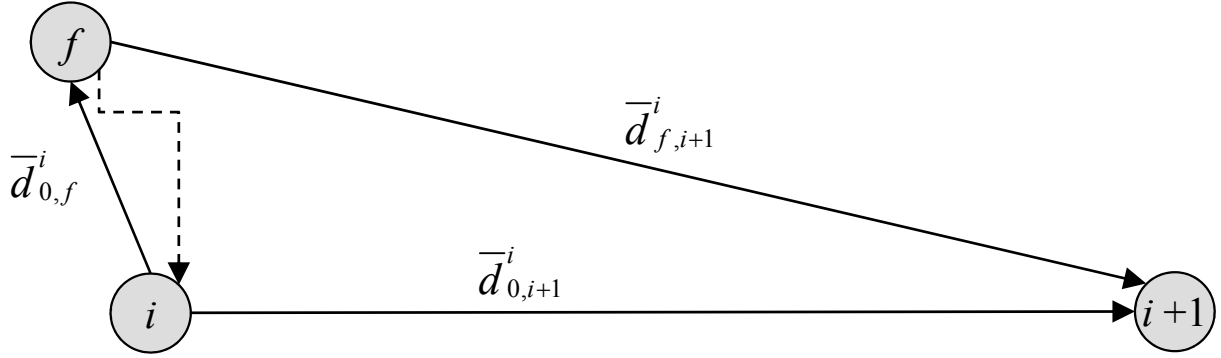


Fig. 6: Mapping a gas station f into the main path (case 1)

Case 2: $\bar{d}_{0,f}^i < \bar{d}_{0,i+1}^i$ and $\bar{d}_{f,i+1}^i \geq \bar{d}_{0,i+1}^i$

Fig. 7 depicts this case. The projection of the gas station is indicated by a dashed arc and coincides with vertex i . As before, we denote by f' the new vertex (which is omitted from the figure for the sake of clarity).


 Fig. 7: Mapping a gas station into the origin vertex i (case 2)

The following distances and detours are defined:

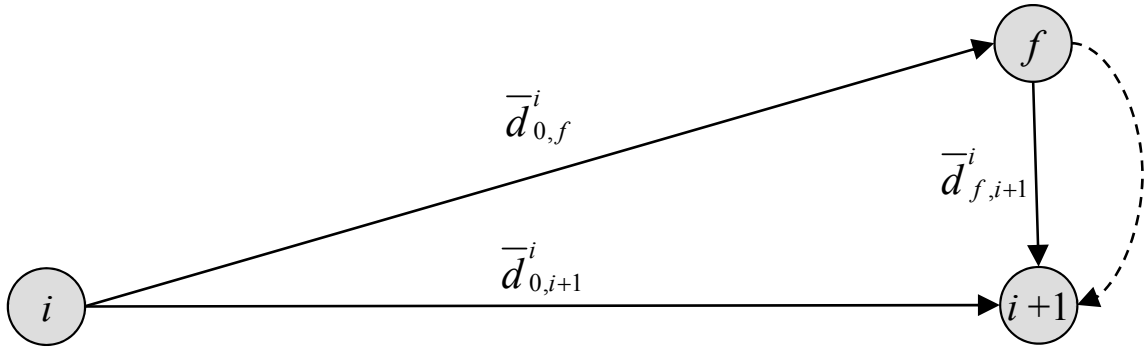
$$\begin{aligned} d_{0,f'}^i &= 0, & d_{f',i+1}^i &= \bar{d}_{0,i+1}^i \\ dT_{f'}^i &= \bar{d}_{0,f}^i, & dF_{f'}^i &= \bar{d}_{f,i+1}^i - \bar{d}_{0,i+1}^i \end{aligned}$$

As a result, a refueling stop at vertex f' incurs a total distance which is equal to

$$d_{0,f'}^i + d_{f',i+1}^i + dT_{f'}^i + dF_{f'}^i = \bar{d}_{0,f}^i + \bar{d}_{f,i+1}^i.$$

Case 3: $\bar{d}_{0,f}^i \geq \bar{d}_{0,i+1}^i$

As shown in Fig. 8, the mapping results in a new vertex f' that coincides with vertex $i+1$ (the dashed arc indicates the projection).


 Fig. 8: Mapping a gas station into the destination vertex $i+1$ (case 3)

Moreover, the following distances and detours are defined:

$$\begin{aligned} d_{0,f'}^i &= \bar{d}_{0,i+1}^i, & d_{f',i+1}^i &= 0 \\ dT_{f'}^i &= \bar{d}_{0,f}^i - \bar{d}_{0,i+1}^i, & dF_{f'}^i &= \bar{d}_{f,i+1}^i \end{aligned}$$

Again, the total traveled distance from i and $i+1$ through f' is equal to

$$d_{0,f'}^i + d_{f',i+1}^i + dT_{f'}^i + dF_{f'}^i = \bar{d}_{0,f}^i + \bar{d}_{f,i+1}^i.$$

After having mapped all gas stations it is necessary to insert them in the direct path between vertices i and $i+1$ in the appropriate sequence. This entails sorting the mapped gas stations in ascending order with respect to their distances to vertex i (ties are broken arbitrarily). The sorted stations are then inserted between i and $i+1$ and linked by arcs as displayed in Fig. 9. The length of an arc connecting two consecutive gas stations f'_j and f'_{j+1} is given by $d_{0,j+1}^i - d_{0,j}^i$ with $j \in F_i$ and $|F_i| = m$.

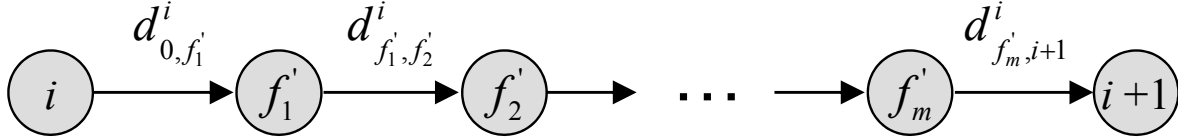


Fig. 9: Potential gas stations to be visited on the path from i to $i+1$

The above procedure is applied to every pair of consecutive vertices in a given vehicle route. Observe that the structure of the new graph preserves the original sequence in which customers are to be serviced.

Finally, it should be emphasized, that contrary to Suzuki (2008), the out-of-route distances to reach a gas station and to return to the main path may not necessarily be the same. This means that the construction of the new graph takes into account that the point of return to the path may not coincide with the point of departure. This is an important aspect since in practice road distances instead of Euclidean distances are relevant. Hence, we are able to model realistic detours. However, if the vehicle visits two or more gas stations between two customers then the total traveled distance may not be accurate according to our graph. This is the case, for example, when the shortest path between two consecutive gas stations does not go through the original route. This case rarely occurs in the Solomon test instances¹¹ for the VRPTW that we consider in Section 5. This is due to the fact that the distances between two customers as well as the distances between a depot and a customer are not too large. Moreover, the tank capacity makes it almost always possible to reach a customer without having to stop for refueling more than once. Thus, the accuracy of the graph constructed for each one of the Solomon instances is acceptable.

3.3 A new mathematical formulation for the fuel optimization problem

Before describing the new model, additional notation is introduced in Table 2. Recall that N is the set of customer vertices along with the origin and the destination depot (“0”, resp. “ $n+1$ ”). To keep the notation simple, we use a lower-case f to indicate a gas station in the new graph. The parameters δ and λ are required to convert distance units into fuel consumption, resp. travel time. Linear dependencies are assumed both for fuel consumption and travel time per distance unit. Observe that it is only worth to stop for refueling if at least a meaningful quantity, specified by MF , is purchased.

¹¹ Solomon (1987)

Symbol	Description
$[a_i, b_i]$	Time window of vertex $i \in N$
s_i	Service time at vertex $i \in N$; we assume that $s_0 = s_{n+1} = 0$
P_f^i	Fuel price (per distance unit) at gas station $f \in F_i$, $i \in N$
δ	Fuel consumption per distance unit (e.g. $\delta=1$)
λ	Travel time per distance unit (e.g. $\lambda=1$)
SF, EF	Amount of fuel (in distance units) in the vehicle tank at origin 0 (starting fuel), resp. at destination $n+1$ (end fuel)
LF	Lower bound fuel, i.e. minimum amount of fuel (in distance units) to be maintained in the tank at all times
MF	Minimum amount of fuel (in distance units) to purchase at a gas station
TF	Time needed for refueling
TC	Vehicle tank capacity (in distance units)

Table 2: Input parameters

Table 3 describes the decision variables in our model.

Symbol	Description
x_f^i	= 1 if gas station $f \in F_i$ located between vertices i and $i+1$ is selected as refueling point; 0 otherwise ($i \in N$)
y_f^i	Amount of fuel (in distance units) to purchase at gas station $f \in F_i$, $i \in N$
z_f^i	Remaining fuel (in distance units) in the tank upon arrival at gas station $f \in F_i$, $i \in N$ (before buying fuel)
z_0^i	Remaining fuel in the tank (in distance units) at vertex $i \in N$
α_i	Begin of service at vertex $i \in N$

Table 3: Decision variables

The mathematical formulation is as follows:

$$\min \sum_{i \in N} \sum_{f \in F_i} P_f^i y_f^i \quad (2)$$

subject to

$$MF x_f^i \leq y_f^i \leq TC x_f^i \quad i \in N, f \in F_i \quad (3)$$

$$z_f^i + y_f^i \leq TC \quad i \in N, f \in F_i \quad (4)$$

$$z_0^0 = SF \quad (5)$$

$$z_0^{n+1} \geq EF \quad (6)$$

$$z_f^i \geq LF \quad i \in N, f \in F_i \quad (7)$$

$$z_{f+1}^i = z_f^i + y_f^i - dF_f^i \delta x_f^i - d_{f,f+1}^i \delta - dT_{f+1}^i \delta x_{f+1}^i \quad i \in N, f, f+1 \in F_i \quad (8)$$

$$z_1^i = z_0^i + d_{0,1}^i - dT_1^i \delta x_1^i \quad i \in N, |F_i| > 0 \quad (9)$$

$$z_0^{i+1} = z_k^i + y_k^i - dF_k^i \delta x_k^i - d_{k,i+1}^i \delta \quad i \in N, k = |F_i|, k > 0 \quad (10)$$

$$z_0^{i+1} = z_0^i - d_{0,i+1}^i \delta \quad i \in N, |F_i| = 0 \quad (11)$$

$$\alpha_0 = 0 \quad (12)$$

$$\alpha_{i+1} \geq \alpha_i + s_i + d_{0,i+1}^i \lambda + \sum_{f \in F_i} x_f^i (dT_f^i \lambda + dF_f^i \lambda + TF) \quad i \in N \quad (13)$$

$$a_i \leq \alpha_i \leq b_i \quad i \in N \quad (14)$$

$$x_f^i \in \{0, 1\} \quad i \in N, f \in F_i \quad (15)$$

$$y_f^i \geq 0, z_f^i \geq 0 \quad i \in N, f \in F_i \quad (16)$$

$$\alpha_i \geq 0 \quad i \in N \quad (17)$$

The objective function (2) minimizes the total cost of purchasing fuel. Constraints (3) ensure that the quantity of fuel purchased at any gas station is at least a given amount MF and never exceeds the tank capacity. Constraints (4) guarantee that the tank does not carry more fuel than its capacity. Constraints (5) and (6) rule the starting and end fuel. Constraints (7) impose that the remaining fuel in the tank does not fall below a given minimum level at any point in the route. The remaining quantity of fuel upon arrival at each location (i.e. gas station, customer, depot) is determined by equalities (8)-(11). This quantity depends on the quantity available in the tank in the previous visited vertex, on the quantity purchased in a gas station (provided that $x_f^i = 1$) and on the fuel consumed during the trip to reach the current vertex. If the previously visited vertex is a gas station then the fuel consumed due to the detour is also taken into account (see constraints (8) and (10)). Observe that the remaining fuel in the tank is computed for every vertex in the new graph (recall Fig. 9). If the vehicle does not

stop for refueling between two vertices i and $i+1$ then the fuel consumed is proportional to the direct distance from i to $i+1$. Constraints (12) and (13) determine the beginning of service in every location. Constraints (14) guarantee that the time windows are satisfied. If the vehicle arrives at customer i before the beginning of his time window then it waits until a_i to service this customer. In this case, the corresponding constraint (13) is satisfied as a strict inequality. Finally, constraints (15)-(17) represent binary and non-negativity conditions. Observe that constraints (7) guarantee implicitly the non-negativity of the decision variables z_0^i for every $i \in N$.

4 Integrating the refueling decision into a VRPTW heuristic

A variety of different heuristics have been developed for the VRPTW¹². Besides satisfying time windows and capacity constraints we now have to make sure that a solution to the refueling problem exists. As a gas station usually will not be located directly on the route, this implies a detour. Obviously, the time needed for this detour and the time needed to refuel will make especially those base solutions¹³ with tight time windows infeasible.

Hence, we cannot solve the problem sequentially by first running a VRPTW heuristic and then finding an optimal refueling strategy. As a consequence, using the model presented in the previous section we ensure feasibility each time a route is modified, e.g. a node is added. Before constructing the refueling model for a given route we perform a preprocessing step to eliminate those gas stations that cannot be part of the solution. This is for instance the case if the detour to the gas station plus the refueling time takes longer than the slack on any of the subsequent time windows allows.

The time for solving the model depends on various factors (we will analyze the impact of the route length on solving time in Section 5.2). In any case, the embedded graph transformation and the call of the MIP solver to solve the refueling problem are relatively expensive. As local search requires an efficient evaluation of moves this technique would be extremely time-consuming as well. The same also holds for Large Neighborhood Search¹⁴. Therefore, we limit the algorithmic approach in this paper to an integration of the fuel optimizer into a construction heuristic, namely the well-known Solomon II heuristic¹⁵.

In this heuristic the routes are constructed in a sequential manner. Starting with a seed node for each new route, further nodes are added subsequently. Those nodes are selected by a heuristic criterion. Once none of the remaining nodes can be added to the current route – due to capacity or time window restrictions – a new route is started.

¹² B  sy, Gendreau (2005a, 2005b)

¹³ By a “base solution” we mean a solution with routes that only include customer locations and no intermediate stops at refueling points.

¹⁴ Pisinger, Ropke (2010), pp. 399-420

¹⁵ Solomon (1987)

Selecting a node (apart from the seed node) is a two-step process. First, for each node the best insertion point is determined. This includes performing a feasibility test for each remaining node and each possible insertion point. Second, the best node among the feasible insertions is chosen. As verifying if a feasible refueling solution exists is costly, we modify the approach slightly. In the first step we only test the classical feasibility (time windows, capacity) as before. Then, when selecting the best node we perform the feasibility check on refueling and select the best feasible node or continue with a new route if no feasible solution is found.

The original heuristic can be parameterized for the selection of the seed node (earliest time window vs. farthest away) as well as for the other nodes (distance minimization vs. shift of beginning of service at the next customer). Together with another parameter that controls the preference for nodes far away from the depot, in total eight parameter combinations are possible and the best of the corresponding eight solutions is kept at the end. We keep this logic as well as the selection criteria.

5 Numerical experience

In this section we first describe how the Solomon benchmark instances were extended to include parameters concerning refueling. Computational results are then presented.

5.1 Test instances

The well-known Solomon benchmark instances¹⁶ for the VRPTW consist of 56 instances distributed over 6 sets. The locations of all 100 customers are either clustered (sets C1 and C2), or randomly generated (sets R1 and R2) or include a mix of both types (sets RC1 and RC2). Each set contains between 8 and 12 instances. In test instances with a short scheduling horizon (C1, R1 and RC1) routes have approximately 5-10 customers. In contrast, a long scheduling horizon allows routes with more than 30 customers. Furthermore, both tight and large time windows are considered. However, the percentage of customers with time windows varies between 25% and 100%. The Euclidean distance between two customers also corresponds to the travel time.

We extended the Solomon test instances to include the additional information needed for the model, i.e. the candidate locations for refueling, the associated fuel prices as well as the refueling parameters described in Table 2. As fuel consumption is assumed to be constant per distance unit, the price per liter can be mapped into a price per distance unit and therefore, the vehicle tank capacity can also be expressed in a maximum distance reach.

The gas stations are positioned on an equally spaced grid between the point (0, 0) and the point (100, 100). For each of the 56 original test instances we derive two new versions, one in which the grid is spaced by 5 distance units and one where the grid is spaced by 10 units. In the first case 441 gas stations are created, while the second case

¹⁶ Solomon (1987)

comprises 121 gas stations. Fig. 10 shows an example of an instance with clusters of customers. A gas station is located at each intersection of two grid lines.

As for the investigated price differences between the gas stations we compare variations of 0, 10 and 20 percent. The price at each station is determined by a uniformly distributed random variable in the interval $[100, 100 + x]$ with x denoting the price variation in percent. Recall that the price is given per distance unit traveled.

Start and end fuel are equally fixed to 30 distance units. This implies that the total refueling quantity equals the length of the overall schedule. Furthermore, the tank capacity is set to 60. As the mean length of a route over all instances (in the best known solutions¹⁷) is 200.3, four refueling stops is a lower bound for the mean number of refueling stops per route. The parameters LF and MF take the values 0, resp. 0.01. The time needed for refueling TF is set equal to 2.

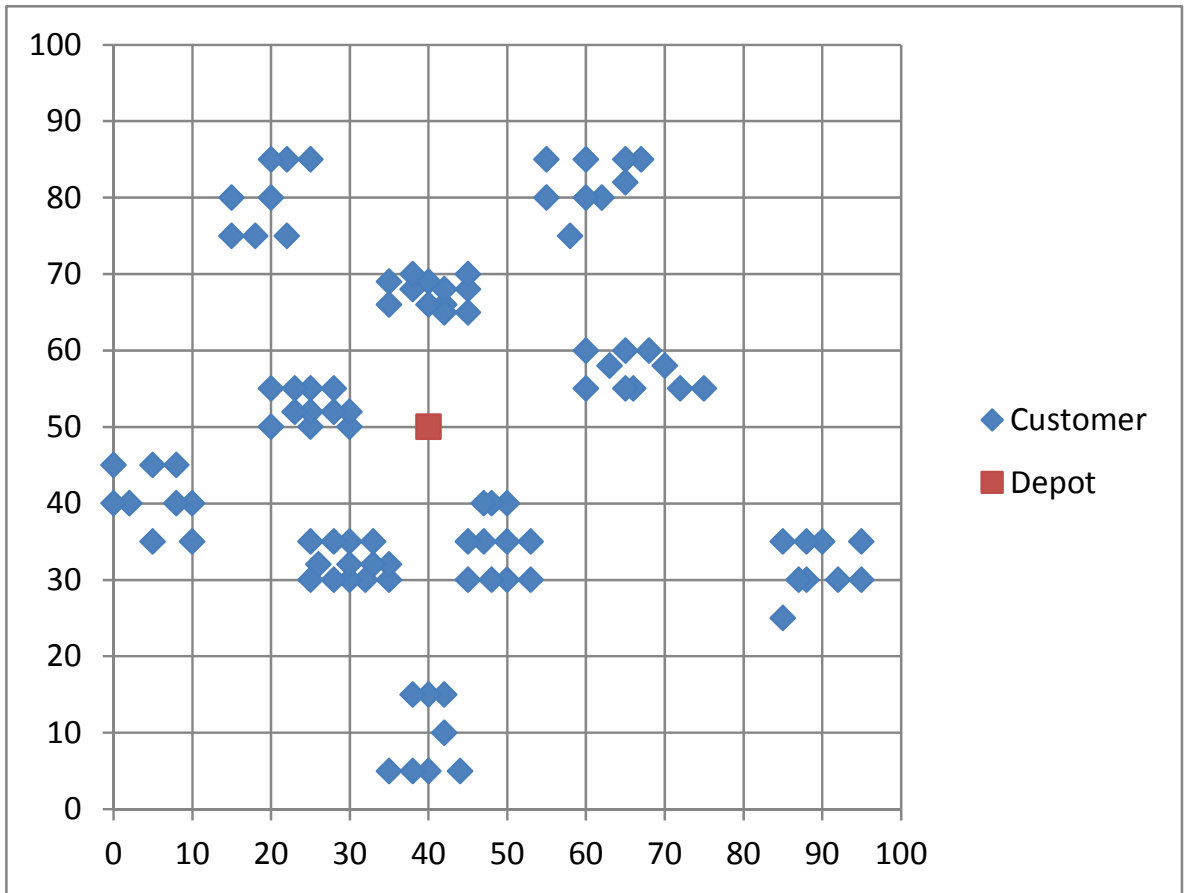


Fig. 10: Depot and customer coordinates in the Solomon's instance C101, gas stations are located on the intersections of the grid

5.2 Computational results

By combining the three price structures with the two versions of the gas station grid, we derived in total six variants of each original Solomon test instance. The following

¹⁷ SINTEF (2011)

analysis refers to experiments performed on this set and on the resulting 336 solutions. All runs were executed on a PC with 2.53 GHz and 3 GB RAM. The implementation was done in JAVA. The refueling optimization problem described in Section 3.3 was solved with Cplex 12.1.

Price variation	Gas station distance	Total nb of routes	Total tour length	Total fuel cost
Without refueling ¹⁸		458	71,612.10	-
0	5	466	72,567.22	7,256,722.43
	10	469	73,181.67	7,318,164.69
10	5	467	72,831.59	7,352,358.53
	10	469	73,541.19	7,545,596.50
20	5	467	72,906.82	7,468,975.69
	10	469	73,765.64	7,783,212.85

Table 4: Computational results for the 6 parameter sets; each line sums up the results of the 56 runs

Table 4 shows the results in terms of the resulting number of routes, tour length and fuel cost summed up over all 56 instances for the six parameter combinations. Not surprisingly, compared to the original situation without refueling, the total number of routes increases and this increase is higher for the instances with the wider gas station grid. A closer inspection of the problem sets reveals that the contribution stems mainly from the RC1 and R1 sets.

Price variation	Gas station distance	Increase in tour length over price variation of 0%
10	5	0.36%
	10	0.49%
20	5	0.47%
	10	0.80%

Table 5: Relative increase of the tour length when considering a spread of 10%, respectively 20% over a constant price structure (no variations)

Table 5 reports the impact of price variation on the tour length. It turns out that the increase in tour length is quite moderate when increasing the price variation. Observe that when gas stations are farther apart the vehicle may have to drive longer to reach refueling points with cheaper prices. Therefore, in test instances with a wider gas station grid the probability of obtaining longer routes is higher. However, the length increase does not seem to be very significant. In instances with tight time windows, detours for refueling are certainly restricted. In contrast, larger deviations from the main

¹⁸ Note that the results of our implementation differ slightly from those reported in the original paper by Solomon (1987). We use our results as a basis for the comparison because the solutions to our problems with refueling were obtained by relying on the same implementation.

route are possible in those instances with wider time windows. As the results shown in Table 5 refer to average values, a balance between these two cases is achieved.

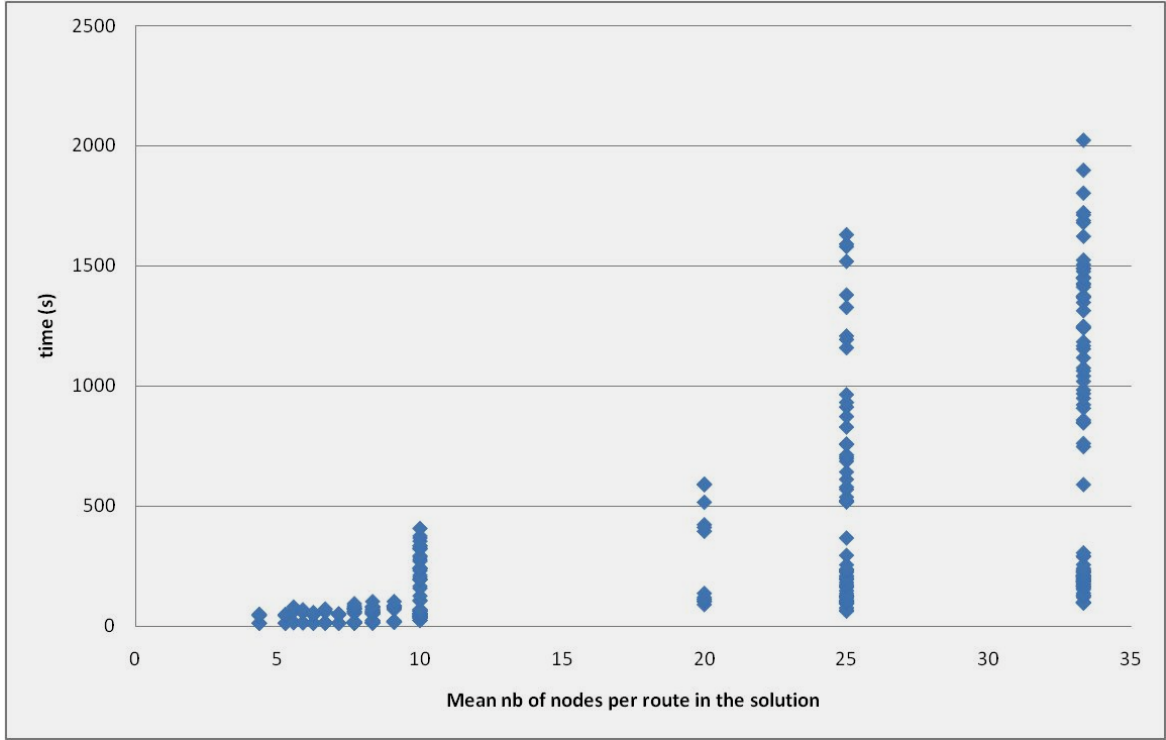


Fig. 11: Runtime for one instance as a function of the mean number of nodes per route in the solution of this instance

Although all Solomon test instances comprise 100 customers, the vehicle capacity is larger in the C2, R2 and RC2 sets compared to the C1, R1 and RC1 sets. As a consequence, the resulting routes are longer and the size of the refueling problem is also larger. Fig. 11 displays information on the runtime behavior of the MIP solver as a function of the route size. We plotted the total runtime per instance against the mean number of customers per route in the final solution¹⁹. The runtimes vary between 10.5 seconds and 2023.9 seconds. While the instances with resulting short routes (on average at most 9 customers) are solved mostly in less than one minute, among the instances with longer routes there are also cases with considerably longer runtimes. As in some test instances Cplex was not able to find a feasible solution to the refueling problem after several hours, we imposed a time limit of 10 seconds. If no feasible refueling solution is found within this time limit, the next best node insertion is tried out. Table 6 contains information on the number of times Cplex failed to find a solution within the given time limit per instance set. The number of fails represents a small percentage of all internal MIP calls²⁰. It is interesting to note however, that the sets that

¹⁹ While constructing the routes obviously most of the calls to the MIP solver are performed with input routes of (much) smaller size.

²⁰ E.g. the number of calls of the MIP solver for the set R2 is approximately 63,408.

seem to contain the harder instances for the basic VRPTW (namely R2 and RC2²¹) keep this characteristic when solving the refueling problem on a single route basis.

Instance set	No. of fails due to time limit
C1	1
C2	71
R1	0
R2	387
RC1	0
RC2	239

Table 6: Discarded node inserts due to having reached the time limit to obtain a feasible refueling solution

6 Conclusions

In this paper we delivered evidence for significant fuel price variations even on a regional basis. Starting from this observation, we adapted and extended an existing model for fuel optimization that has originally been developed for long-haul transportation. Major extensions are the integration of time windows and a mapping of a network structure into a linear sequence of customer nodes and gas stations for an existing route. In a first approach to solve the VRPTW with refueling we integrated this model into the Solomon I1 heuristic.

In order to have a test-bed for our problem, we enriched the well-known Solomon benchmark instances with locations of gas stations, their prices and other necessary parameters for the refueling model. In total 336 instances were solved and the results obtained indicate that the length of the overall schedule moderately increases as the spread in fuel prices becomes larger. We also reported on runtime and showed that the maximal computational effort is a function of the mean tour length in the solution.

A possible direction for further research is to apply local search to solve the problem even at the expense of longer runtimes. Alternatively, a genuine heuristic reflecting the refueling decision more directly in the selection process would be desirable. The success of such an approach remains uncertain as during the route construction phase emphasis should be put on minimizing the number of routes. Only after that the secondary objective of minimizing fuel cost would become the dominant direction of search.

A natural extension of the problem studied in this paper is to take EU driver regulations into account. In this case, the duration of travel between two nodes is not only influenced by the travel time but also by any driver rest periods and breaks taken along the route. This feature impacts both the choice of refueling stops as well as the compliance with time windows. In the context of long-haul transportation it is not uncommon

²¹ Especially in R2 recent improvements of the best known solution were reported (see SINTEF 2011).

to have alternative multiple time windows for each customer order. The selection of a time window is then part of the decision set and is also influenced by routing, scheduling and refueling decisions.

7 References

- Bräysy, O.; Gendreau, M. (2005a): Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and Local Search Algorithms, in: *Transportation Science* 39(1), pp. 104-118.
- Bräysy, O.; Gendreau, M. (2005b): Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part II: Metaheuristics, in: *Transportation Science* 39(1), pp. 119-139.
- Clever Tanken (2011), www.clever-tanken.de, accessed on September 15, 2008 and on June 17, 2011.
- Cordeau, J.-F.; Desaulniers, G.; Desrosiers, J.; Solomon, M.M.; Soumis, F. (2002): VRP with Time Windows, in: Toth P.; Vigo, D. (Eds.): *The Vehicle Routing Problem*, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications, Philadelphia, MA, pp. 157-194.
- Golden, B.; Raghavan, S.; Wasil, E. (2008): *The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges*, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Khuller, S.; Malekian, A.; Mestre, J. (2007): To Fill or not to Fill: The Gas Station Problem, *ESA'07 Proceedings of the 15th Annual European Conference on Algorithms*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 4698, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 534-545.
- Lin, S.-H.; Gertsch, N.; Russel, J.R. (2007): A Linear-time Algorithm for Finding Optimal Vehicle Refueling Policies, in: *Operations Research Letters* 35(3), pp. 290-296.
- Pisinger, D.; Ropke, S. (2010): Large Neighborhood Search. in: Gendreau, M.; Potvin J.-Y. (Eds.): *Handbook of Metaheuristics*, 2nd ed., Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 399-420.
- SINTEF (2011), <http://www.sintef.no/Projectweb/TOP/Problems/VRPTW/Solomon-benchmark/100-customers>, accessed on June 18, 2011.
- Suzuki, Y. (2008): A Generic Model of Motor-Carrier Fuel Optimization, in: *Naval Research Logistics* 55(8), pp. 737-746.
- Suzuki, Y. (2009): A Decision Support System of Dynamic Vehicle Refueling, in: *Decision Support Systems* 46(2), pp. 522-531.
- Solomon, M.M. (1987): Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Windows, in: *Operations Research* 35(2), pp. 254 - 265.

Die operative Steuerung von Cross-Docking-Centern mit Multiagentensystemen

Falko Zimmermann

Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik,
Universitätsallee 11-13, 28359 Bremen,
zimmermann@isl.org

Hans-Dietrich Haasis

Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik,
Universitätsallee 11-13, 28359 Bremen,
haasis@isl.org

Abstract/Zusammenfassung

Beim Cross-Docking werden an einem Umschlagpunkt, dem Cross-Docking-Center (CDC), die Warenein- und -ausgangsverkehre so aufeinander abgestimmt, dass die Güter im Optimalfall direkt vom Wareneingangstor zum Warenausgangstor transportiert werden. Falls notwendig, kann dazwischen noch ein kundenbezogener Sortierprozess stattfinden. Die Vorteile dieser Umschlagstechnik liegen in einer Vermeidung der kapitalintensiven Lagerung von Gütern und dem Einsparen von Lagerungsprozessen. Entscheidend hierfür ist unter anderem eine möglichst optimale Steuerung der operativen Prozesse. Hierzu zählen die Tourenplanung der ein- und ausgehenden Lkw, die Torbelegungsplanung am CDC und die interne Ressourcensteuerung. Die Touren- und Torbelegungsplanung sind hochkomplexe dynamische Problemstellungen; es handelt sich jeweils einzeln bereits um NP-harte Probleme, die daher häufig mit Heuristiken gelöst werden. Für die einzelnen Teilprobleme wurden bereits verschiedene Lösungswege und Algorithmen erarbeitet, eine Verknüpfung der Teilprobleme findet in der Literatur jedoch weitestgehend nicht statt. Für Arbeiten, die sich mit der Abstimmung der Teilbereiche beschäftigen, ergibt sich darüber hinaus das Problem, dass sich aufgrund der Komplexität der Teilprobleme eine zufriedenstellende Lösung kaum darstellen lässt. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Problemstellungen und realistisch großen Problem instanzen treten hier massive Laufzeitprobleme bei der Lösungsgenerierung zu Tage. Aus diesem Grund wird im Rahmen des Beitrags ein Multiagentenansatz als Methode zur operativen Steuerung von Cross-Docking-Centern vorgeschlagen. Der Einsatz der Multiagententechnologie eignet sich besonders für Systeme, die eine hohe Komplexität und Dynamik aufweisen sowie für Aufgaben, bei denen das Problem selbst oder auch die Informationen verteilt vorliegen. Im Beitrag wird aufbauend auf den Ausführungen zur Forschungslücke zunächst die grundsätzliche Eignung von Multiagentensystemen zur operativen Steuerung von Cross-Docking-Centern herausgestellt. Im Anschluss wird ein Multiagentensystem - basierend auf Softwareagenten - zur Steuerung der ein- und ausgehenden Touren- und der Torbelegungsplanung konzipiert. Es werden die beteiligten Agenten und der Prozessablauf innerhalb des Systems vorgestellt. Weiterhin wird ein Einblick in das Verrechnungseinheitensystem gegeben, welches die Grundlage für die markt-basierte Allokation der im Cross-Docking-Prozess anfallenden Aufgaben darstellt. Das entwickelte Multiagentensystem schafft damit einen Beitrag zur Verknüpfung der bisher einzeln behandelten Teilprobleme.

1 Einleitung

Das Konzept des bestandslosen Warenumschlags, das sogenannte Cross-Docking, wird sowohl in der Praxis angewandt als auch in vielfältigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen behandelt. Hierbei werden an einem Umschlagspunkt, dem Cross-Docking-Center (CDC), die Warenein- und -ausgangsverkehre so aufeinander abgestimmt, dass die Güter direkt vom Wareneingangstor zum Warenausgangstor transportiert werden. Die Vorteile dieser Umschlagstechnik liegen in einer Vermeidung der kapitalintensiven Lagerung von Gütern und dem Einsparen von Lagerungsprozessen. Hierdurch lassen sich die Durchlaufzeiten der Produkte verringern und das Reaktionsvermögen hinsichtlich externer Einflüsse - wie z.B. Nachfrageschwankungen - verbessern.¹

Um die positiven Effekte des Cross-Dockings voll ausschöpfen zu können, ist eine umfassende strategische Planung des Centers sowie eine möglichst optimale Steuerung der operativen Prozesse erforderlich. Planungsprobleme, die der strategischen Planung zuzuordnen sind, wie die Positionierung im Logistiknetzwerk, die Form des CDC oder die Anzahl der benötigten Tore, werden im Rahmen dieses Beitrags nicht betrachtet. Der Fokus liegt vielmehr auf der Steuerung und Abstimmung der verschiedenen operativen Teilprobleme. Hierzu zählen die Tourenplanung der ein- und ausgehenden Lkw, die Torbelegungsplanung am CDC und die interne Ressourcensteuerung.

Die strategische Auslegung des Cross-Docking-Centers hat selbstverständlich Auswirkungen auf die operativ zu steuernden Prozesse. Hinsichtlich des Umschlagsprozesses ist insbesondere die Entscheidung zwischen einem ein- oder mehrstufigen CDC relevant. Die Unterscheidung der Konzepte orientiert sich hier an Stickel², der die einschlägigen Beiträge von Gue und Kang (2001) sowie Bartholdi, Gue und Kang (2001) äußerst zweckmäßig kombiniert hat. Bei einem einstufigen Umschlagsprozess sind die eingehenden Paletten bereits für die entsprechenden Destinationen kommissioniert; es erfolgt nur der Umschlag der Palette. Ein mehrstufiger Prozess bezieht weitere Arbeitsschritte mit ein. Diese können bspw. eine weitere Kommissionierung oder eine neue Etikettierung sein. Als Grundlage für die operative Betrachtung bezieht sich der Beitrag auf einen einstufigen Prozess. Eine Anpassung für einen mehrstufigen Prozess ist jedoch möglich.

Ziel des Beitrags ist es, ein System zu konzipieren, welches in der Lage ist, die verschiedenen operativen Planungsprobleme zu verknüpfen. Hierzu erfolgt zunächst eine Betrachtung relevanter wissenschaftlicher Beiträge. Im Anschluss wird die Multiagententechnologie als adäquates Instrument zur Lösungsgenerierung identifiziert. Darauf aufbauend wird ein Multiagentensystem zur operativen Planung von Cross-Docking-Prozessen entwickelt. Maßgeblich bei der Konzeption des Multiagentensystems ist, dass das System menschliche Disponenten bei der Planung unterstützen soll. Hieraus

¹ Vgl. Stickel (2006), S. 7 f.

² Vgl. Stickel (2006), S. 10 f.

ergeben sich die Berücksichtigung realer Restriktionen und eine besondere Anforderung hinsichtlich der Laufzeit des Systems zur Lösungsgenerierung. Es wird daher bei der Lösungssuche kein optimales Ergebnis angestrebt, sondern eine umsetzbare, robuste und schnelle.

2 Operative Planungsprobleme beim Cross-Docking

Im Folgenden werden verschiedene Beiträge zu den einzelnen Teilproblemen der operativen Planung betrachtet. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die Touren- und Torbelegungsplanung gerichtet. Eine Übersicht hierzu gibt Abbildung 1.

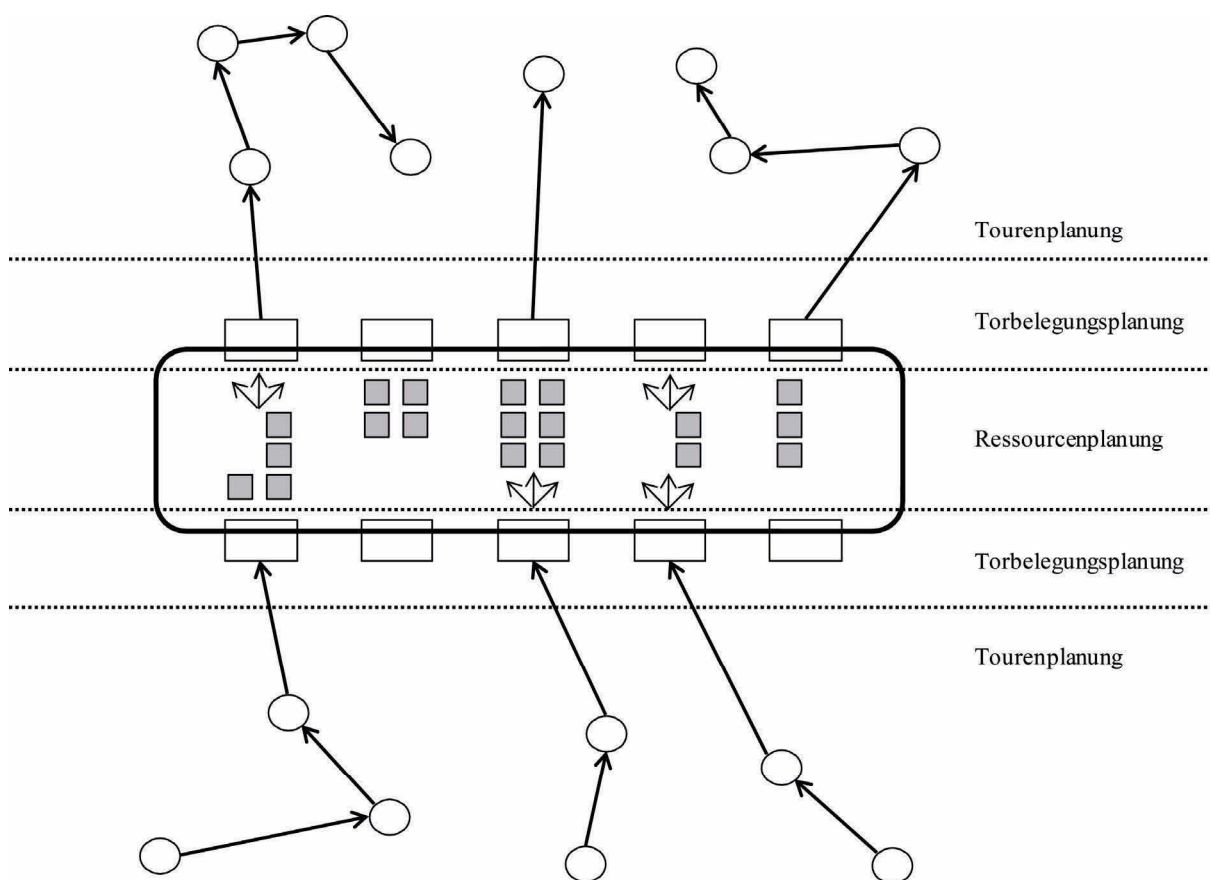


Abb. 1: Planungsprobleme - Übersicht [Eigene Darstellung, in Anlehnung an Stickel (2006), S. 31]

2.1 Tourenplanung für Cross-Docking-Center

Die Tourenplanung für Cross-Docking-Center umfasst die Planung aller ein- und ausgehenden Transporte. Die Waren werden von einem bzw. mehreren Lieferanten eingesammelt und zum CDC transportiert. Hier werden die Lieferungen zu neuen Touren für verschiedene Endkunden (bspw. Handelsfilialen) zusammengestellt. Hierbei gilt es Zeitfenster sowohl bei den Sammel- wie auch den Verteilfahrten einzuhalten und dies möglichst effizient im Hinblick auf Kosten und benötigte Zeit zu realisieren. Die Tourenplanung für CDC ähnelt damit bekannten Problemen, wie dem Pickup and Delivery Problem (PDP) und dem Vehicle Routing-Problem with Time Windows (VRPTW).

Die Literatur hierzu ist vielfältig, gezielt mit Cross-Docking setzen sich jedoch nur wenige Arbeiten auseinander.

Lee, Jung und Lee haben als erste einen Beitrag zur gezielten Integration von Cross-Docking und Vehicle Routing Problem geliefert.³ Da das Tourenplanungsproblem als NP-hart einzustufen ist, verwenden sie einen Tabu-Search-Algorithmus zur Lösung des mathematischen Modells. Ziel ist die Bestimmung der Fahrzeuganzahl und des besten Tourenplans, um die Transportkosten zu minimieren. Die Touren starten und enden am CDC. Als Nebenbedingung wird u.a. eine gemeinsame Ankunft der Sammeltouren am Cross-Docking-Center gestellt. Weitere Arbeiten in diesem Feld stammen von Wen et al. (2009) sowie Liao, Lin und Shih (2010). Letztere greifen in ihrem Beitrag auf die Problemformulierung von Lee, Jung und Lee zurück, erarbeiten aber einen effizienteren Tabu-Search-Algorithmus. Wen et al. entwickeln eine ähnliche Problemformulierung. Minimiert wird in diesem Fall die gesamte Fahrzeit und die Nebenbedingung für eine gemeinsame Ankunft am CDC fällt weg. Dafür werden Zeitfenster an den einzelnen Knoten des Netzwerks eingeführt.

Es zeigt sich, dass es unterschiedliche Lösungsansätze hinsichtlich Zielfunktion und der Verwendung von Zeitfenstern gibt. Die Einführung von Zeitfenstern und der Möglichkeit Ladungen aufzuteilen wird bereits von Liao, Lin und Shih als weiterer Ausbau ihres Ansatzes vorgeschlagen.⁴

2.2 Torbelegungsplanung

Im Rahmen der Torbelegungsplanung gilt es, den an- und abfahrenden Fahrzeugen sowohl räumlich als auch zeitlich ein Tor am Cross-Docking-Center zuzuordnen. Die Belegung der Tore kann sich auf zwei Arten auf die Effizienz des CDC auswirken. Die Zuordnung der Fahrzeuge zu den Toren beeinflusst maßgeblich die Umschlagsprozesse innerhalb des Cross-Docks. In diesem Zusammenhang ist der Weg bzw. die Zeit, die die Waren zwischen den Eingangs- und Ausganstoren zurücklegen, der entscheidende Faktor. Eine Minimierung der Wegstrecke ermöglicht einen höheren Durchsatz in einem gegebenen Zeitraum, bzw. einen ähnlichen Durchsatz mit geringerem Personalaufwand. In diesem Zusammenhang muss berücksichtigt werden, dass es je nach Anwendungsfall bei einer reinen Wegoptimierung zu Staus oder Behinderungen innerhalb des CDC kommen kann, was sich negativ auf den Zeitansatz zum Umschlag bzw. den Durchsatz auswirkt.⁵ Eine weitere Beeinflussung der Effizienz des Cross-Docks durch die Torbelegungsplanung findet sich in der Reihenfolgeplanung der Fahrzeuge. Wenn zu einem Zeitpunkt mehr Fahrzeuge als Tore vorhanden sind, kommt es zwangsläufig zu Wartezeiten. In diesem Fall sollte eine Priorisierung erfolgen, um z.B. beinahe versandfertige Sendungen zu komplettieren oder besonders zeitkritische Ware dem Umschlagsprozess zuzuführen.

³ Vgl. Lee/Jung/Lee (2006), S. 249.

⁴ Vgl. Liao/Lin/Shih (2010), S. 6873.

⁵ Vgl. Bartohldi/Gue (2000), S. 824.

Mit die ersten Beiträge zur Torbelegungsplanung stammen von Tsui und Chang (1990, 1992). Ziel ihres Modells ist es, die Distanz zwischen den Ent- und Beladetoren zu minimieren. Die entwickelten Lösungsansätze weisen dabei u.a. folgende Probleme auf: Vernachlässigung von Fahrzeugkapazitäten und die feste Zuordnung jeweils nur einzelner Tore für Herkunfts- bzw. Zielorte. Diese Annahmen eignen sich nicht für einen Einsatz in realen Szenarien, da eine Flexibilität vorliegen muss, die es ermöglicht, Zielen mit besonders großen Transportaufkommen mehrere Fahrzeuge/Tore zuzuweisen, um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten. Gue (1999) stellt einen anderen Lösungsansatz vor, der die Kapazität berücksichtigt. Jedoch wird bei der Anwendung des vorgestellten Algorithmus schon von einer vorher festgelegten Torbelegungsplanung ausgegangen und es werden nur wartende Fahrzeuge der Reihe nach zugeordnet. Das Modell bietet also nicht die Möglichkeit einer dynamischen Zuordnung der Tore. Auf diesen Beiträgen aufbauend haben Cohen und Keren (2009) einen Algorithmus entwickelt, der Kapazitäten, eine dynamische Torzuordnung und die Zuteilung eines Zielortes zu mehreren Toren berücksichtigt. Die Notation des Modells orientiert sich hierbei grundsätzlich an Tsui und Chang. Ein anderer Ansatz, nämlich die zeitliche Taktung bzw. die Paarbildung von ein- und ausgehenden Lkw, wird von Soltani und Sadjadi (2010) sowie von Vahdani und Zandieh (2010) gewählt. Hier werden Reihenfolgen gebildet, in denen die Lkw am Cross-Dock abgearbeitet werden sollen, um die Gesamtdurchlaufzeit der Ware zu minimieren. Die Modelle basieren auf bzw. ähneln der von Yu und Egbelu (2008) formulierten Notation und stellen eine reine Reihenfolgeplanung mit jeweils nur einem Eingangs- und Ausgangstor dar.

Eine realitätsnahe Modellierung der Torbelegungsplanung ist aufgrund der Komplexität eine anspruchsvolle Aufgabe. Die vorgestellten Beiträge zeigen hierbei verschiedene Ansätze und etliche Vereinfachungen, die einem Einsatz in der Realität entgegenstehen. Die von Cohen und Keren erarbeitete Heuristik berücksichtigt von den vorgestellten Lösungsansätzen die meisten Einflüsse.

2.3 *Kombination der Planungsprobleme*

Es zeigt sich, dass für die verschiedenen Problemstellungen eines CDC eine Reihe von Arbeiten zu dessen Optimierung existieren. Es handelt sich hierbei allerdings zumeist um die vereinzelte Betrachtung bestimmter Teilbereiche und dies häufig mit deutlichen Einschränkungen hinsichtlich der Anwendbarkeit, aufgrund von stark vereinfachenden Annahmen. Um jedoch einen möglichst effizienten Cross-Docking-Prozess zu gewährleisten, müssen die verschiedenen Interdependenzen der Teilbereiche berücksichtigt und ein umfassenderer Ansatz gewählt werden. Dieses Problem wird grundsätzlich von Stickel (2006) aufgegriffen. Er entwickelt ein Modell, welches den gesamten Prozess berücksichtigt und diesen kostenminimal optimieren soll. Da dieses Problem jedoch hochkomplex und NP-hart ist, gelingt es nicht, mittels dieses Modells zufriedenstellende Lösungen zu generieren. Daher wird auf ein anderes Szenario zurückgegriffen, in dem nur die Torbelegung mittels Agenten und einer Vickery-Auktion durchgeführt wird. Dem Agenteneinsatz liegt bei der Durchführung ein Branch and Bound Verfahren zugrunde.

Ein Teilplanungsproblem - die innere Ressourcensteuerung - wird im Rahmen dieses Beitrags zunächst ausgeklammert. Beiträge zu diesem Thema liefern bspw. Vis und Roodbergen (2008) oder Li, Lim und Rodrigues (2004). Der Grund hierfür liegt in der vorrangigen Verknüpfung der beiden ausführlicher behandelten Planungsprobleme, da diese den Grundstein für eine möglichst effiziente Abwicklung des Umschlagsprozesses legen. Eine bestmögliche Allokation von Mitarbeitern zu Transportaufträgen innerhalb des Cross-Docks bietet Optimierungspotential; um jedoch auf der Ebene der gesamten Lieferkette effizient zu agieren, müssen zunächst die Touren- und Torbelegungsplanung möglichst optimal durchgeführt werden. Weiterhin lässt sich die Ressourcensteuerung anteilig der strategischen Planung zuordnen. Das Vorhalten einer entsprechenden Anzahl von Mitarbeitern, Ladehilfsmitteln und Flurfördermitteln ist eine grundlegende Voraussetzung für einen reibungslosen Umschlagsprozess. Bei entsprechenden Ressourcen wird die Wartezeit der Transportaufgaben innerhalb des CDC als nicht weiter relevant angesehen. Die Möglichkeit für eine spätere Berücksichtigung dieses Planungsproblems soll gegeben bleiben.

Die einzelnen Teilprobleme sind an sich bereits hoch komplex und NP-hart⁶, ihre Kombination verkompliziert daher die Lösungsgenerierung noch zusätzlich. Um die Teilprobleme zu verknüpfen und zufriedenstellend zu lösen, wird im weiteren Verlauf der Einsatz von Multiagentensystemen vorgeschlagen. Der Einsatz der Multiagententechnologie eignet sich besonders für Systeme, die eine hohe Komplexität und Dynamik aufweisen, sowie für Aufgaben, bei denen das Problem selbst oder auch die Informationen verteilt vorliegen.⁷

3 Multiagentensysteme

Um den Begriff *Agenten* einzuschränken, wird darauf hingewiesen, dass sich dieser im Rahmen des Beitrags nur auf Software-Agenten bezieht. Die Vorteile der Multiagententechnologie ergeben sich aus den Eigenschaften und dem Zusammenspiel der einzelnen Agenten. Bei einem Agenten handelt es sich um ein Softwareprogramm, welches die grundlegenden Eigenschaften Autonomie, Soziale Fähigkeit, Reaktivität und Pro-Aktivität aufweist.⁸ Diese Eigenschaften lassen es zu, dass auf externe Einflüsse flexibel reagiert werden kann und ermöglichen es einem Agenten, auch in nicht deterministischen Umwelten zu bestehen. Für eine detailliertere Definition wird auf Lockemann (2006) sowie Wooldridge (2009) verwiesen.

Ein Zusammenschluss mehrerer Agenten wird Multiagentensystem (MAS) genannt. Die Fähigkeit, komplexe Problemstellungen zu bearbeiten, erwächst bei Multiagentensystemen nicht aus einem global optimierenden Algorithmus, sondern aus der Kommunikation und Kooperation (in manchen Fällen auch Konkurrenz) der verschiedenen Agenten untereinander. Die Fähigkeit des einzelnen Agenten, flexibel auf Umweltein-

⁶ Vgl. Soltani/Sadjadi (2010), S. 665; Cohen/Keren (2009) S. 575; Lee/Jung/Lee (2006), S. 249.

⁷ Vgl. Parnuak (2000), S. 221 ff.

⁸ Vgl. Wooldridge/Jennings (1995), S. 116 ff.

flüsse reagieren zu können, überträgt sich beim Zusammenschluss auf das Gesamtsystem. Dies wird weiter durch den modularen Aufbau von MAS unterstützt, der es ermöglicht, eine Problemstellung in Teilprobleme zu zerlegen und diese verteilt parallel zu bearbeiten.

Zentrale Koordinationskonzepte oder Algorithmen weisen dagegen oft Schwächen bei dynamischen und verteilten Problemstellungen auf. Es wird zumeist unrealistischer Weise von stabilen Planungsdaten ausgegangen. Kurzfristige Störungen von Betriebsabläufen bzw. Planungen durch externe Faktoren oder interne Abstimmungsprobleme sind jedoch ein häufig anzutreffendes Problem. Um diesem entgegenzuwirken, werden Planungsperioden „eingefroren“, d.h. eine Umplanung ist ab diesem Zeitpunkt nicht mehr möglich. Dies führt zu höheren Durchlaufzeiten und Lagerbeständen,⁹ was im klaren Gegensatz zum Cross-Docking-Konzept steht. Der Vorteil zentraler Planungsalgorithmen liegt jedoch darin, dass sie streng optimale Lösungen liefern können, sofern dies möglich ist. Da aber NP-harte Probleme häufig mittels Heuristiken gelöst werden, wird auch hier zumeist keine streng optimale Lösung generiert. Weiterhin gilt für komplexe, verteilte und dynamische bzw. NP-harte Problemstellungen, dass die benötigte Rechenzeit exponentiell ansteigt.¹⁰ Dadurch wird ein praktischer Einsatz zentraler Planungsalgorithmen verhindert bzw. unzweckmäßig.

Softwarebasierte Multiagentensysteme bieten - aufgrund der Eigenschaften der einzelnen Agenten und der Kooperation mehrerer Agenten - die Möglichkeit, dezentrale Problemlösungen zu generieren.¹¹ Die generierten Lösungen sind aufgrund der laufenden Berücksichtigung externer Faktoren und Änderungen in der Regel heuristisch. Die positiven Eigenschaften der Multiagententechnologie gilt es für die komplexe Steuerung eines Cross-Docking Centers nutzbar zu machen. Ein MAS, welches sich zur operativen Steuerung eines CDC eignet und dabei die verschiedenen Teilprobleme abdeckt, ist bisher noch nicht bekannt. Dementsprechend wird im weiteren Verlauf die Konzeption eines MAS zur operativen Steuerung eines Cross-Docking Centers verfolgt.

Multiagentensystemen werden häufig für logistische Problemstellungen verwendet. Einen Überblick zu Anwendungsbeispielen der Multiagententechnologie mit Logistikbezug liefern Davidson et al. (2005). Es werden insgesamt 64 Beiträge untersucht. Diese werden nach Merkmalen wie etwa Transportträger, Reifegrad der Entwicklung und Vorgehensweisen kategorisiert.

⁹ Vgl. Zelewski (1998), S. 135.

¹⁰ Vgl. Kukreja/Schmidt (2005), S. 2071 f.

¹¹ Vgl. Plöger (2009), S. 145.

4 Konzeption eines Multiagentensystems zur Steuerung von Cross-Docking-Centern

Bevor das Agentensystem entworfen wird, werden zunächst die Annahmen behandelt, die für das Cross-Docking-Center gelten sollen. Bei der Formulierung des Szenarios ist darauf zu achten, dass ein Ausgleich zwischen realistischen Annahmen und breiter Anwendbarkeit des Modells realisiert werden kann.

Wie eingangs bereits erwähnt, wird ein einstufiger (single-stage) Cross-Docking-Prozess angenommen. Neben dem einfacheren Prozess spricht auch der von Gue und Kang nachgewiesene höhere Durchsatz und die höhere Arbeitsproduktivität für ein single-stage Cross-Dock.¹² Da dementsprechend kein Kommissionierprozess stattfindet, müssen die Waren schon korrekt kommissioniert eintreffen, was einem pre-distribution CDC nach Bartholdi, Gue und Kang (2001) entspricht. Dieser Ansatz wird auch von Praktikern präferiert.¹³ Da die Ware bereits kommissioniert eintrifft, kann davon ausgegangen werden, dass die Informationen über die Ursprungs- und Zielorte der Steuerungseinheit des CDC bekannt sind. Weiterhin ist es notwendig, dass die Steuerungseinheit des Cross-Docks auch die Gestaltungsmacht hat, die Planungen umzusetzen. Ein Beispiel hierfür wäre ein Cross-Docking-Center, das von einem Logistikdienstleister mit eigenem Fuhrpark betrieben wird. Entsprechende Informationssysteme zur Kommunikation werden ebenfalls vorausgesetzt. Für das Center wird weiterhin eine einfache I-Form angenommen mit jeweils einer Seite für ein- und ausgehende Touren. Es wird davon ausgegangen, dass das Warenaufkommen nicht gleichverteilt ist, sondern dass einzelne Destinationen mit besonders hohem Warenaufkommen vorliegen.¹⁴ Durch das Agentensystem soll eine Verteilung der Fahrzeuge auf die Tore stattfinden, die dem CACS-Layout (Centre Arrival and Centre Shipping) von Yang, Balakrishnan und Cheng entspricht.¹⁵ Sie konnten in ihrem Beitrag nachweisen, dass die zentrale Anlieferung in der Mitte und die Zuordnung des volumenmäßig größten Zielortes in der Mitte die besten Ergebnisse hinsichtlich des Durchsatzes pro Gabelstapler und Handlingzeit pro Palette ergeben. Die Stauanfälligkeit dieses Ansatzes wird mittels indirekter Umschlagsprozesse umgangen. Indirekt bedeutet hier, dass nicht ein Gabelstapler den gesamten Umschlagsprozess abwickelt, sondern dieser bspw. ein Fahrzeug entlädt und die Palette dann nur bis an das Ausgangstor transportiert. Dort befindet sich dann ein Stapler, der nur für die Beladung des Lkw zuständig ist. Staus entstehen in erster Linie dadurch, dass die exakte Positionierung einer Palette auf einem Fahrzeug länger dauert und dies nur für jeweils einen einzelnen Gabelstapler möglich ist. Das Abladen in einem Materialbereitstellungsraum vor dem Tor lässt sich dagegen schneller und beinahe gleichzeitig durchführen. Yang, Balakrishnan und

¹² Vgl. Gue/Kang (2001), S. 1108.

¹³ Vgl. Yang/Balakrishnan/Cheng (2010), S. 125.

¹⁴ Vgl. Bartholdi/Gue (2004), S. 236.

¹⁵ Vgl. Yang/Balakrishnan/Cheng (2010), S. 131 f.

Cheng konnten in ihrem Beitrag zeigen, dass dies im Vergleich zu direkten Umschlagsprozessen Staus reduziert und den Durchsatz des CDC erhöht.¹⁶

Im Rahmen des Multiagentensystems wird die Allokation der verschiedenen Ressourcen wie etwa Laderaum oder Abfertigungstor mittels Auktionen durchgeführt. Die Anwendung von Auktionsansätzen bietet den Vorteil, dass diese bewährte Instrumente zur dezentralen Koordination arbeitsteiliger Probleme darstellen und zudem transparent wie effizient sind.¹⁷

Nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die verschiedenen Agentenrollen und die Verhandlungsbeziehungen zwischen den verschiedenen Agentenklassen. Die Strukturierung der Agentenrollen orientiert sich dabei an den jeweils zu lösenden Problemen.¹⁸ Im weiteren Verlauf werden die Struktur und der Ablauf der Planung erläutert.

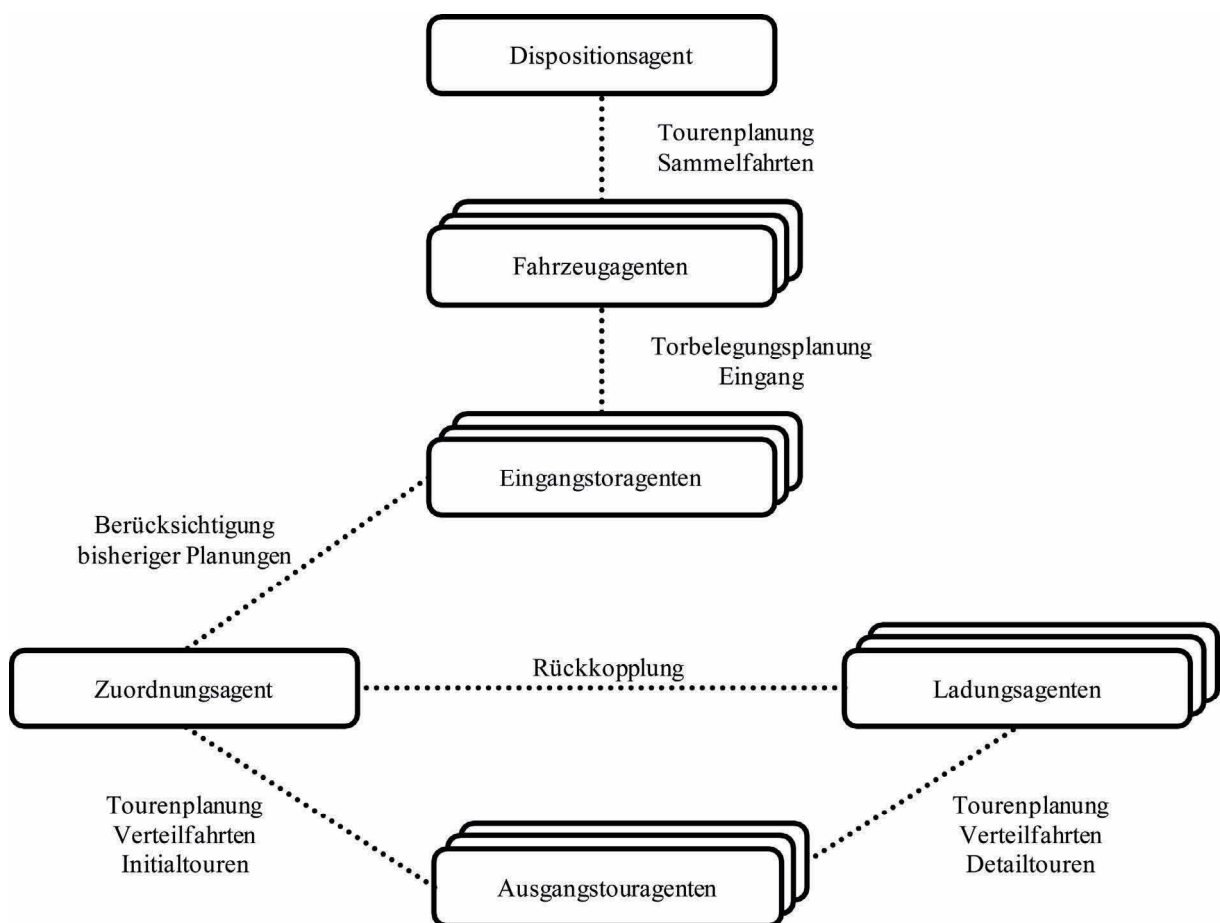


Abb. 2: Agentenübersicht [Eigene Darstellung]

¹⁶ Vgl. Yang/Balakrishnan/Cheng (2010), S. 145.

¹⁷ Vgl. Zelewski (1998), S. 153.

¹⁸ Vgl. Corsten/Gössinger (2000), S. 282 f.

4.1 *Tourenplanung Sammelfahrten*

Der Verhandlungsprozess startet zwischen dem Dispositionsagenten und den Fahrzeugagenten. Der Dispositionsagent verfügt über die vorliegenden Transportaufträge. Das maßgebliche Zwischenziel aller Aufträge ist das Cross-Dock, weitere vorliegende Informationen sind die beanspruchte Kapazität im Fahrzeug, der Abholort und ggf. ein Zeitfenster für die Abholung. Der Dispositionsagent nimmt demnach die Rolle des menschlichen Disponenten ein. Die Fahrzeugagenten repräsentieren die Lkw mit den entsprechenden Restriktionen, wie Kapazität und Fahrzeit. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Fahrzeuge über verschiedene Standorte eines Logistikdienstleiters verteilen und somit unterschiedliche Distanzen zu den Sammelorten zurückzulegen haben. Im Auktionsverfahren zwischen dem Dispositionsagenten und den Fahrzeugagenten werden die Aufträge in erster Linie nach der Distanz und in zweiter Linie nach der Fahrzeugauslastung vergeben. Die Aufträge werden vom Dispositionsagenten an die Fahrzeugagenten ausgeschrieben. Diese antworten mit einer Verrechnungseinheit, die die Distanz zum Zielort und Auslastung berücksichtigt. Das Fahrzeug, welches sich am nächsten zum ausgeschriebenen Sammelort befindet und keine Restriktionen, wie z.B. die Kapazität verletzt, erhält den Zuschlag. Der Auftrag wird dann fest in den Tourenplan des Fahrzeugagenten eingefügt. Auf diese Weise werden alle vorliegenden Aufträge auf Lkw verteilt.

4.2 *Torbelegungsplanung Eingang*

Das nächste Planungsproblem wird zwischen den Fahrzeugagenten und den Eingangstoragenten (kurz: Toragenten) verhandelt. Die Fahrzeugagenten kennen die Zusammensetzung ihrer Ladung entsprechend der jeweiligen Zielorte und Dringlichkeit. Die Toragenten verfügen über die Position des Tors im Cross-Dock, welches sie repräsentieren und über die Auflistung aller finalen Zielorte entsprechend der dorthin transportierten Mengen. Die Kennung der Zielorte kann sowohl exakt über konkrete Kundendaten, als auch grob über Postleitzahlengebiete erfolgen. Das Verfahren wird durch die Fahrzeugagenten angestoßen. Diese bilden eine Verrechnungseinheit, die umso größer wird, desto mehr Waren der Lkw für einen einzelnen Zielort geladen hat. Auf diesem Wege werden zuerst die Fahrzeuge zugeordnet, die sich besonders stark auf die Effizienz der Cross-Dock internen Prozesse auswirken. So ist ein Matching von großen Ladungsanteilen mit den entsprechend gegenüberliegenden Ausgangstoren möglich, was zu möglichst kurzen Transportwegen innerhalb des CDC führt. Die versendete Verrechnungseinheit, die darüber hinaus noch eine Komponente zur zeitlichen Dringlichkeit enthalten kann, wird mit der Zusatzinformation des entsprechenden Zielortes der Ladung versehen. Die Antwort der Eingangstoragenten richtet sich an den Fahrzeugagenten mit der höchsten Verrechnungseinheit. Der Fahrzeugagent nimmt dann wiederum die Antwort mit der höchsten Verrechnungseinheit an, somit ist eine erste Zuordnung von Fahrzeug und Tor erfolgt. Die Verrechnungseinheit der Toragenten wird wie folgt gebildet: Ziel der Zuordnung soll - wie eingangs des Kapitels beschrieben - eine CACS-Struktur sein. Die Toragenten prüfen die Platzierung der Ware des höchsten

Gebotes der Lkw in der Rangliste der Zielorte nach Menge. Je höher der Zielort platziert ist - also je mehr Ware insgesamt dorthin transportiert wird - desto höher fallen die Gebote der Tore in der Mitte des Cross-Docks aus. Bei einer niedrigen Platzierung steigen dementsprechend die Gebote der Tore am Rand des CDC. Durch das Matching der beiden höchsten Verrechnungseinheiten von Fahrzeug- und Toragenten wird sichergestellt, dass große Einzelladungen zuerst zugeordnet werden und dass hochvolumige Zielorte möglichst mittig im CDC angeliefert werden. Beide Faktoren wirken sich auf die Effizienz des Cross-Docks aus und konnten so kombiniert werden. Die Zielverteilung der Fahrzeuge auf die Tore kombiniert dabei Ansätze bzw. Ergebnisse von Cohen und Keren (2009) sowie Yang, Balakrishnan und Cheng (2010).

4.3 *Tourenplanung Verteilfahrten*

Die Zusammenstellung der ausgehenden Touren wird aus dem Zusammenspiel von Zuordnungsagent, Ausgangstouragenten (kurz: Touragenten) und Ladungsagenten ermittelt. Die Touragenten repräsentieren hierbei gleichzeitig Ausgangstor und Fahrzeug mit den entsprechenden begrenzten Ressourcen wie z.B. Ladungskapazität. Die Ladungsagenten stellen je eine Einzelladung mit einem entsprechenden Zielort und einem bestimmten Palettenvolumen dar. Bevor jedoch Tour- und Ladungsagenten die Detailplanung der Verteilfahrten beginnen können, stellt der Zuordnungsagent, der kein ressourcenbeschränktes Objekt der Realität repräsentiert, die entsprechende Ausgangslage zusammen. Um die bisher erfolgte Torbelegungsplanung berücksichtigen zu können, muss der Zuordnungsagent die Verhandlungsergebnisse der Fahrzeug- und Eingangstoragenten verfolgen können. Immer wenn zwischen den zuletzt genannten Agenten ein Matching stattgefunden hat, teilt der Zuordnungsagent dem gegenüberliegenden Ausgangstor bzw. dem Agenten, der dieses Tor repräsentiert, den Zielort und die entsprechende Teilladung zu, die dem Matchingprozess zu Grunde lagen. So wird gewährleistet, dass die Ware einen möglichst kurzen Weg innerhalb des Cross-Docks zurückzulegen hat. Hierbei wird zunächst jeder Zielort nur einmal vergeben. Dies verhindert, dass mehrere Fahrzeuge zu einem Zielort fahren, wenn auch ein einzelnes ausgereicht hätte und trägt damit zu einer höheren Auslastung der Fahrzeuge bei. Falls der Zielort schon vergeben ist, erfolgt zunächst keine Zuordnung der Teilladung. Für die Verhandlungen zwischen Tour- und Ladungsagenten ist die Ausgangslage demnach so, dass ein Teil der Aufträge (besonders großvolumige Sendungen) schon Fahrzeugen bzw. Toren zugeordnet ist. Nun gilt es, die verbleibenden Einzelaufträge auf die Touren zu verteilen. Gestartet wird dieser Ablauf von den Touragenten, die ihren zugewiesenen Zielort und die noch vorhandene Kapazität an die Ladungsagenten aus schreiben. Die Ladungsagenten überprüfen, ob die Kapazität für ihre Teilladung ausreichend ist sowie die Distanz zwischen den ausgeschriebenen Zielorten und ihrem eignen Zielort. Sie antworten im Anschluss dem Touragenten mit ausreichender Kapazität und der geringsten Zielentfernung. Je geringer die Distanz zwischen den Zielorten ist, desto höher fällt die Verrechnungseinheit aus. Die Touragenten wählen dann das höchste bei ihnen eingehende Gebot aus und integrieren es in die bestehende Tour. Die Kapazitätsrestriktion wurde bereits in der Ausschreibung berücksichtigt; im Anschluss

muss ggf. noch die Einhaltung von Zeitfenstern geprüft werden. Nach diesem Schema werden die Einzelaufträge so lange auf die Touragenten verteilt, bis keine Aufträge aus Zeit- oder Kapazitätsgründen mehr angenommen werden können. Trifft dieser Fall ein, teilt der Zuordnungsagent der größten verbliebenen Einzelladung einen neuen Touragenten zu. Für den Touragenten wird das dem Einzelauftrag nächstgelegene freie Ausgangstor gewählt. Von da an kann die Auktion zwischen Tour- und Ladungsagenten wieder starten, bis keine Kapazitäten oder keine Aufträge mehr vorliegen.

Es ist möglich bei der Tourenplanung Schranken einzuführen, die die Allokation eines besonders langen zusätzlichen Tourenabschnitts verhindert. Auf diesem Wege ließe sich verhindern, dass kilometerintensive Touren entstehen, würde aber bedeuten, dass zusätzliche Fahrzeuge notwendig werden.

5 Einordnung des konzipierten Multiagentensystems

Das entworfene Multiagentensystem hebt sich von bestehenden Planungskonzepten dadurch ab, dass ein möglichst großer Ausschnitt der Planungsaufgaben von dem System abgebildet werden kann. Bisherige Ansätze sahen nur die einzelne Optimierung von Planungsproblemen vor ohne die Verschiedenen zu verknüpfen. Eines der Ergebnisse des Beitrags von Stickel war eine Modellbeschreibung für eine globale Optimierung,¹⁹ diese erbrachte jedoch keine zufriedenstellenden Ergebnisse hinsichtlich der Laufzeit und damit des operativen Einsatzes.²⁰ Daher wurde für den vorliegenden Entwurf ein dezentraler Ansatz gewählt, bei dem die verschiedenen Ressourcen bzw. Objekte von Agenten repräsentiert werden. Die vorgestellten Auktionsverfahren sind möglichst simpel gehalten, um eine schnelle Berechnung zu ermöglichen. Gleichzeitig zielen die in den Verfahren hinterlegten Regeln darauf ab, im Zusammenspiel die Abläufe im Cross-Docking-Center möglichst effizient zu gestalten. Die einzelnen Zielsetzungen - z.B. Minimierung der Kilometer bei der Tourenplanung oder Minimierung der Umschlagsdistanzen im Cross-Dock - entsprechen den in der einschlägigen Literatur zu findenden Zielgrößen.

Hinsichtlich der Berücksichtigung der Komponente „Zeit“ im Rahmen der Planung ist folgendes anzumerken: In den vorgestellten Beiträgen gab es Annahmen wie bspw. der Start aller Fahrzeuge am CDC oder das zeitgleiche Eintreffen aller Fahrzeuge am CDC. Ähnliches wird in dem entworfenen Multiagentensystem nicht vorausgesetzt. Die einzelnen Aufträge oder Aktivitäten sind mit Zeitfenstern versehen, in denen sie ablaufen bzw. die eingehalten werden müssen. Diese Berücksichtigung ist eine Restriktion der verschiedenen Agenten. Das bedeutet, Zeitfenster werden berücksichtigt, aber nicht aktiv gehandhabt bzw. in Bezug auf Zeitfenster optimiert. Die zeitliche Optimierung erfolgt über die effiziente Gestaltung des Gesamtprozesses. Die Fahrzeuge können demnach zu unterschiedlichen Zeitpunkten starten und werden auch zu unterschiedlichen Zeitpunkten am CDC eintreffen und abfahren. Das MAS bestimmt im

¹⁹ Vgl. Stickel (2006), S. 51 ff.

²⁰ Vgl. Stickel (2006), S. 118 ff.

Rahmen des Verhandlungsprozesses ausgehend von der aktuellen Ressourcenlage die Allokation der entsprechenden Objekte. Falls es zu Engpässen bspw. an den Eingangstoren kommt, so muss über die Dringlichkeit der vorliegenden Aufträge Einfluss auf die Verrechnungseinheit und damit auf die Reihenfolge genommen werden.

Da die Lösung der verschiedenen Planungsprobleme über ein Auktionsverfahren läuft, kann im Falle von notwendigen Teilumplanungen - welche in der Realität leicht auftreten können - sehr schnell reagiert werden. Es müssen lediglich die betroffenen Aufträge aus der bestehenden Planung genommen und im Anschluss neu ausgeschrieben werden.

6 Zusammenfassung und weiterer Forschungsbedarf

Im Rahmen des Beitrages konnte hinsichtlich der problemübergreifenden operativen Planung für Cross-Docking-Center eine Forschungslücke aufgezeigt werden. Um diese zu schließen, wurde der Einsatz eines dezentralen Multiagentensystems zur Steuerung vorgeschlagen. Die verschiedenen Agentenrollen des MAS wurden beschrieben und der Planungsablauf dargestellt. Hierbei wurden die zugrundeliegenden Zielsetzungen und die für die Umsetzung notwendigen Verrechnungseinheiten in ihrer Funktion vorgestellt. Abschließend wurde das Multiagentensystem im Vergleich zu anderen Beiträgen eingeordnet.

Der weitere Forschungsbedarf liegt in dem rechenexperimentellen Nachweis der Leistungsfähigkeit des MAS. Ziel ist es dabei, in realistisch großen Problem instanzen umsetzbare Lösungen zu generieren, die von der Laufzeit eine Eignung im operativen Einsatz ermöglichen. Weiterhin ist in Bezug auf die Parameter der Verhandlungen und den Ablauf insgesamt eine Validierung des Systems durchzuführen. Hierbei sind auch unterschiedliche Szenarien hinsichtlich der Zusammensetzung der Zielorte und des Warenmixes in den Fahrzeugen zu berücksichtigen. Ein Vergleich mit Rechenexperimenten ausgewählter bereits existierender Algorithmen ist ebenfalls anzustreben, auch wenn der Vergleich aufgrund der unterschiedlichen Ansätze nur bedingt aussagekräftig ist.

7 Literaturverzeichnis

- Bartholdi, J.J.; Gue, K.R. (2000): Reducing labour costs in an LTL crossdocking terminal, in: Operations Research, Bd. 48, Nr. 6, S. 823-832.
- Bartholdi, J.J.; Gue, K.R. (2004): The Best Shape for a Crossdock, in: Transportation Science, Bd. 38, Nr. 2, S. 235-244.
- Bartholdi, J.J.; Gue, K.R.; Kang, K. (2001): Staging Freight in a Crossdock, in: Artiba, A. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Production Management, Quebec.
- Cohen, Y. (2009): Trailer to door assignment in a synchronous cross-dock operation, in: International journal of logistics systems and management, Bd. 5, Nr. 5, S. 574-590.
- Corsten, H.; Gössinger, R. (2000): Produktionsplanung und -steuerung in virtuellen Produktionsnetzwerken, in: Kaluza, B.; Blecker, T. (Hrsg.): Produktions- und Logistikmanagement in Virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken, Berlin/Heidelberg/New York, S. 249-294.

- Davidson, P.; Henesey, L.; Ramstedt, L.; Törnquist, J.; Wernstedt, F. (2005): An analysis of agent-based approaches to transport logistics, in: *Transportation Research Part C*, Bd. 13, S. 255-271.
- Gue, K.R. (1999): The Effects of Trailer Scheduling on the Layout of Freight Terminals, in: *Transportation Science*, Bd. 33, Nr. 4, S. 419-428.
- Gue, K.R.; Kang, K. (2001): Staging Queues in Material Handling and Transportation Systems, in: Peters, B.A.; Smith, J.S.; Medeiros, D.J.; Rohrer, M.W. (Hrsg.): *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference*, Arlington, S. 1104-1108.
- Lee, Y.H.; Jung, J.W.; Lee, K.M. (2006): Vehicle routing scheduling for cross-docking in the supply chain, in: *Computers & Industrial Engineering*, Bd. 51, S. 247-256.
- Li, Y.; Lim, A.; Rodrigues, B. (2004): JIT Scheduling with Time Windows, in: *The Journal of the Operational Research Society*, Bd. 55, Nr. 12, S. 1342-1351.
- Liao, C.-J.; Lin, Y.; Shih, S.C. (2010): Vehicle routing with cross-docking in the supply chain, in: *Expert Systems with Applications*, Bd. 37, S. 6868-6873.
- Kukreja, A.; Schmidt, C.P. (2005): A model for lumpy demand parts in a multi-location inventory system with transshipments, in: *Computer & Operations Research*, Bd. 32, Nr. 8, S. 2059-2075.
- Lockemann, P.C. (2006): Agents, in: Kirn, S.; Herzog, O.; Lockemann, P.; Spaniol, O. (Hrsg.): *Multi-agent Engineering, Theory and Applications in Enterprises*, Berlin/Heidelberg, S. 17-34.
- Parunak, H.V.D. (2000): Agents in Overalls: Experiences and Issues in the Development and Deployment of Industrial Agent-Based Systems, in: *International Journal of Cooperative Information Systems*, Bd. 9, Nr. 3, S. 209-227.
- Plöger, M. (2009): Agentenbasierte Steuerung flexibler Lagersysteme, in: Haasis, H.-D.; Plöger, M. (Hrsg.): *Flexible Lagersysteme. Von der Bestandshaltung zur produktionssynchronen Versorgung*, Frankfurt/M., S. 125-151.
- Soltani, R.; Sadjadi, S.J. (2010): Scheduling trucks in cross-docking systems: A robust meta-heuristics approach, in: *Transportation Research Part E*, Bd. 46, S. 650-666.
- Stickel, M. (2006): Planung und Steuerung von Crossdocking-Zentren, in: Furmans, K. (Hrsg.): *Wissenschaftliche Berichte des Institutes für Fördertechnik und Logistiksysteme der Universität Karlsruhe (TH)*, Bd. 69.
- Tsui, L.Y.; Chang, C.-H. (1990): A Microcomputer Based Decision Support Tool for Assigning Dock Doors in Freight Yards, in: *Computers & Industrial Engineering*, Bd. 19, Nr. 1-4, S. 309-312.
- Tsui, L.Y.; Chang, C.-H. (1992): An optimal solution to a dock door assignment problem, in: *Computers & Industrial Engineering*, Bd. 23, Nr. 1-4, S. 283-286.
- Vahdani, B.; Zandieh, M. (2010): Scheduling trucks in cross-docking systems: Robust meta-heuristics, in: *Computers & Industrial Engineering*, Bd. 58, S. 12-24.
- Vis, I.F.A.; Roodbergen, J.K. (2008): Positioning of goods in a cross-docking environment, in: *Computers & Industrial Engineering*, Bd. 54, S. 677-689.
- Wen, M.; Larsen, J.; Clausen, J.; Cordeau, J.-F.; Laporte, G. (2009): Vehicle Routing with cross-docking, in: *Operational Research Society: Journal of the Operational Research Society : OR*, Bd. 60, Nr. 12, S. 1708-1718.
- Wooldridge, M. (2009): *An introduction to Multiagent Systems*, Chichester.
- Yang, K.K.; Balakrishnan, J.; Cheng, C.H. (2010): An Analysis of Factors Affecting Cross Docking Operations, in: *Journal of Business Logistics*, Bd. 31, Nr. 1, S. 121-148.
- Yu, W.; Egbelu, P.J. (2008): Scheduling of inbound and outbound trucks in cross docking systems with temporary storage, in: *European Journal of Operational Research*, Bd. 184, Nr. 1, S. 377-396.
- Zelewski, S. (1998): Multi-Agenten-Systeme – ein innovativer Ansatz zur Realisierung dezentraler PPS-Systeme, in: Wildemann, H. (Hrsg.): *Innovation in der Produktionswirtschaft – Produkte, Prozesse, Planung und Steuerung*, München, S. 133-166.

Quantifying impacts of supply chain management on company value

Marcus Brandenburg

Department of International Management,
University of Kassel, 37213 Witzenhausen, Germany,
brandenburg@uni-kassel.de

Stefan Seuring

Department of International Management,
University of Kassel, 37213 Witzenhausen, Germany,
seuring@uni-kassel.de

Abstract

Supply Chain Management (SCM) plays a crucial role in achieving competitive advantage thereby influencing company value. Nevertheless holistic models that allow for quantifying these value impacts of SCM are missing so far. Efficient approaches to calculate and compare value contributions from Supply Chain (SC)-related value drivers are needed. This paper proposes a model to efficiently calculate and compare value contributions from four SC-related value drivers that affect the profitability and asset performance: (1) sales, (2) SC cost, (3) working capital and (4) fixed assets. Properties and characteristics of the quantification model, which is based on the discounted cash flow concept, are illustrated based on an industrial case example. In this context, the importance of acceleration, enhancement and volatility of cash flows for value creation is systematically explored. Practitioners will find different aspects in this paper which contribute to managerial practice. The presented calculation scheme allows for efficiently quantifying impacts of SCM on company value. It is illustrated by an industrial case example that value impacts can be determined based on secondary data, e.g. annual reports. Furthermore, important criteria for value creation are identified and thoroughly discussed. In particular, the relevance of timing aspects and continuity of value driver developments is proven.

1 Introduction

Supply Chain Management (SCM), known as the "integration of business processes from end users through original suppliers that provides products, services and information that add value for customers" (Cooper et al. (1997)), has become a competitive advantage for companies from various industries (Mentzer et al. (2001), Christopher (2005)). It is accepted that SCM has a strong impact on the value of a company (Lambert and Burduroglu (2000), Hendricks and Singhal (2003)). Christopher and Ryals (1999) identify four (financial) supply chain (SC)-related value drivers: (1) sales, (2) SC cost, (3) working capital and (4) fixed assets. Therefore SCM can be brought into the context to value-based management (VBM) and the term shareholder value, which is defined as "a management accounting system linking value-maximization to strategic objectives, a coherent set of performance measures, and compensation through cause-and-effect-chains" (Young and O'Byrne (2001)). This is comprehended as value-based SCM.

Improvements focusing on the four financial SC-related value drivers most often show conflicting effects on cost and capital respectively: methods to improve working capital components (inventory, trade payables, trade receivables) for instance can result in cost increases (e.g. by negative effects on cash discount or production cost) and hence reduce the profitability of a company. Additional sales can result in an increase of inventory, e.g. caused by pipeline filling effects when a new product is introduced in the market (Schilling et al. (2010)) or by compromises on customers' payment terms. One key question is how value contributions from SC-related value drivers can be quantified efficiently and how financial comparability of profit relevant changes of sales or SC cost and asset relevant changes of fixed or working capital can be ensured. Other aspects of interest deal with the question which criteria are relevant for value creation.

To answer these questions, the paper aims at presenting a holistic quantification model based on a discounted cash flow (DCF) approach. It is suggested to calculate value contributions arising from the four SC-related value drivers – sales, SC cost, working capital and fixed assets – by one aggregated figure. Besides, important criteria for value impacts stemming from characteristic developments of these SC-related value drivers are systematically explored, in particular the relevance of accelerated, enhanced and volatile value impacts is pointed out.

The remainder of this paper is structured as follows. In the next section 2, an overview on relevant literature on value-based management (VBM) and value-based SCM is given, which is followed by a brief note on methodological aspects in section 3. The subsequent section 4 comprises the definition and analysis of the proposed quantification model. The calculation scheme is defined for each value driver and explained by an industrial case example of a fast moving consumer goods (FMCG) manufacturer. In section 5, questions of relevant criteria for value creation are assessed and answered in a systematical exploration from which six lemmata are obtained. A summarizing discussion in the following section 6 clarifies the positioning of this paper to extant re-

search and related literature. The paper concludes with summarized findings and future prospects for research in the last section 7. The appendix comprises mathematical proofs for the lemmata stated in this paper.

2 Literature review

2.1 *Value-based management*

The idea of value-based management (VBM) is strongly linked to the term shareholder value, which stipulates all parts of a company to be managed in such a way that the equity value is sustainably increased (Rappaport (1998)). Different valuation approaches, such as Economic Value Added (EVA[®]) (Stewart (1991)), Cash Flow Return on Investment (CFROI) (Madden (1998)), Cash Value Added (CVA) (Ottosson and Weissenrieder (1996)), Earned Economic Income (Grinyer (1985)), have been developed and increased the popularity of VBM in academic research and managerial practice (Damodaran (2005), Copeland et al. (2005), Malmi and Ikäheimo (2003), de Wet (2005)). One well known valuation approach is the discounted cash flow (DCF) model, which is broadly accepted in academic research (Hawawini and Viallet (2002): 186 et seq., Ross et al. (2002): 200 et seq., Brealey et al. (2008): 121 et seq.). A comprehensive review of literature on value-based management is given by Lueg and Schäffer (2010). They classify related research as discussing (1) capabilities, (2) contingency factors and (3) performance outcomes. Compared to these three categories, this paper contributes towards performance outcomes of SCM contributing to VBM.

2.2 *Value-based supply chain management*

The question of how SCM affects company value has gained considerable interest for academic research on strategic SCM (Schnetzler et al. (2004)). Existing literature of the last ten years comprises empirical studies, conceptual frameworks and quantitative models for value-based SCM.

Empirical research often focuses SCM influences on market value or stock price of a firm. Hendricks and Singhal assess the impact of SC disruptions on stock price empirically in an ex post analysis of 519 (Hendricks and Singhal (2003)) respectively 827 (Hendricks and Singhal (2005b)) observations from industrial practice. This observation is substantiated empirically by estimating the association of SC glitches with operating performance based on a sample of 885 incidences announced by publicly traded firms (Hendricks and Singhal (2005a)). Sridharan et al. (2005) empirically explore the correlation between implementation of IT for SCM and market value of a firm. A more focused analysis is provided by Capkun et al. (2009), in which the influences of inventory management on profit are assessed empirically at US manufacturing companies between 1980 and 2005. An empirical evaluation of SC-related value impacts in globally operating FMCG manufacturers between 2003 and 2008 is provided by Brandenburg and Seuring (2010a).

Conceptual models and qualitative frameworks represent the majority of academic papers on value-based SCM. Christopher and Ryals (1999) point out the influence of SCM on company value in a conceptual model, which was developed as a reaction to the insight that a profitable company can destroy value by neglecting cost of capital and risk factors. For this model a supply chain is comprehended as a consumer-oriented network of linked organizations which produce value in the form of products and services. Four basic drivers of company value – namely (1) revenue growth, (2) operating cost reduction, (3) fixed capital efficiency and (4) working capital efficiency – are identified and brought into relation with shareholder value (see figure 1). Qualitative arguments substantiate that each of these value drivers is directly and indirectly affected by SCM. In accordance with Srivastava et al. (1998), accelerating cash flows, enhancing cash flows, reducing volatility and vulnerability of cash flows and residual value of the business are pointed out as important criteria for value creation. The timing aspects associated with the first two criteria are discussed in the context of company-focused and relational SCM. Under consideration that future competition will shift from company level to supply chain level, it is concluded that SCM will develop to a discipline of relationship management which has a considerable impact on company value for all members of a SC.

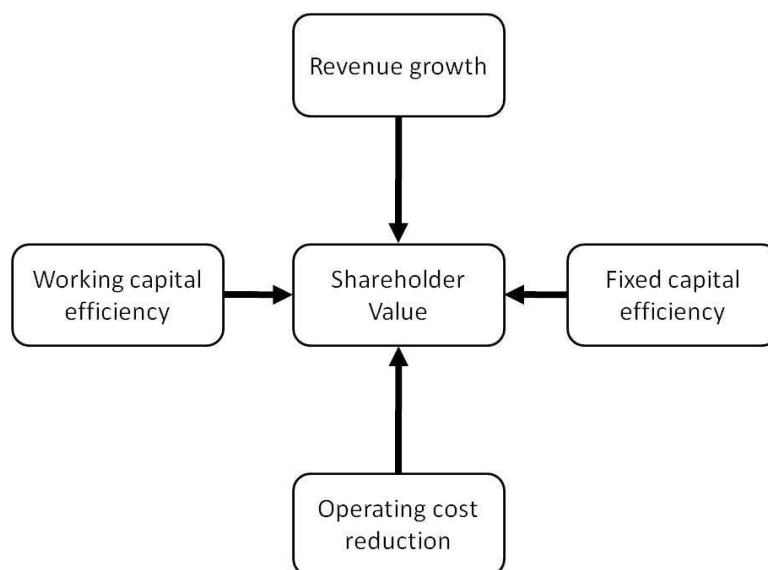


Fig. 1: *Conceptual model for value-based SCM (Christopher and Ryals (1999))*

The four drivers introduced by Christopher and Ryals (1999) allow a holistic comprehension of value-based SCM and have been taken up in subsequent research. Lambert and Burduroglu (2000) provide qualitative arguments for the impact of logistics on company value measured by EVA[®] and discuss various metrics for value impacts of SCM. These metrics range from non-financial indicators for customer satisfaction and purely cost- or profit-oriented metrics to shareholder value, which is stated to be the most comprehensive measure. Hofmann and Locker (2009) combine the four SC value drivers and the EVA[®] model to a framework for value-based SC performance measurement and outline how impacts of operational SC performance on company value

can be calculated. The transfer of this concept to managerial practice is illustrated in a case example from packaging industry. Other approaches that apply EVA[®] for value-based SCM are suggested e.g. by Lambert and Pohlen (2001) for a model to integrate eight key processes of SCM with company value or by Losbichler and Rothböck (2006) for a conceptual framework for value-based SC performance management. The application of DCF concepts for SCM is elaborated by Hofmann (2006) or Otto and Obermaier (2009) who propose interorganizational frameworks for value-based SCM on network level.

Although it is taken for granted that SCM influences the cash flow and hence the shareholder value of a company (Srivastava et al. (1998)), holistic quantitative models which link SCM to company value in a measurable way are found rather seldom. Most quantitative models concentrate on specific processes or factors of value-based SCM. An approach which combines DCF with a discrete-event simulation model to assess the value impacts of SCM is proposed by Brandenburg and Schilling (2010). They analyze effects of uncertainty and dynamics in tactical SC design for new product introduction based on a case example from FMCG industry. Hahn and Kuhn (2011) integrate the EVA[®] concept into a decision model for value-based SC planning in a mid- and short-term horizon, which hence is limited to current assets and current liabilities as decision factors. Brandenburg and Seuring (2010c) suggest a quantitative model for value-based SC planning on strategic level, which focuses value impacts of SC cost and working capital and their dynamic ratios to sales. A calculation scheme to determine value impacts of SC cost and working capital is proposed by Brandenburg and Seuring (2010b).

3 Methodological aspects

3.1 Research question and methodology

This paper contributes to academic research on value-based SCM by focusing two research questions:

1. How to calculate value contributions of SCM efficiently in such a way that the financial comparability of profit-related changes of sales and cost with asset-related changes of fixed and working capital is ensured?
2. What important criteria for value creation can be identified and substantiated?

To answer these research questions, a holistic quantitative model (Bertrand and Fransoo (2002)) is designed in a theorizing desk research (Halldorsson and Arlbørn (2005)) by combining the DCF concept with a conceptual framework for value-based SCM introduced by Christopher and Ryals (1999). Based on this model, the importance of criteria for value creation stated by Srivastava et al. (1998) is investigated in an axiomatic research approach (Meredith et al. (1989)). It is systematically attempted to find mathematical evidence for the relevance of the criteria acceleration, enhancement and volatility of cash flows for value creation.

3.2 Conceptual elements

Value In this paper, the term company value will be perceived from a finance perspective: "In finance, the value of a firm is its ability to generate financial cash flows" (Ross et al. (2002): 28). In finance theory, net cash flows of a firm are multiplied by appropriate present-value factors to determine the value of a company, which hence is simply the sum of the present values of the individual net cash flows (Ross et al. (2002): 94). Derived from this approach, an impact of SCM on company value exists, if SCM influences the present values of the cash flows of a firm.

Sales It is an accepted fact that SCM can have a significant influence on sales volume, although it is not possible to calculate the exact correlation between service driven by SCM and sales (Christopher (2005): 90). A positive causality is indicated by Corsten and Gruen (2003) who examined consumer reactions to out of stock situations in retail SC and observed that product inavailability caused sales losses of 3.9% worldwide and finally resulted in direct and indirect losses to manufacturers and retailers. The impact of logistics service on product availability and thus sales is substantiated by Marquai et al. (2010). Other SC-related influences on sales stem from replenishment lead times or the complexity of the product assortment (Schilling et al. (2010)).

Supply chain cost Research in SC cost management ranges from concepts, instruments and models (see e.g. papers in Seuring and Goldbach (2001)) to the link to other conceptual approaches, e.g. value based pricing (Christopher and Gattorna (2005)) or logistics cost management (Suang and Wang (2009)). SC cost comprise direct cost including cost for acquisition of material and labor, activity-based cost caused by administration activities arising from the organizational framework and transaction cost stemming from interactions with other companies in the SC (Seuring (2001)):

$$SC\ cost = Direct\ cost + Activity\text{-}based\ cost + Transaction\ cost \quad (1)$$

Working capital SC strategy and logistics management are linked to requirements of working capital (Christopher (2005)), which has a strong influence on the liquidity position and the economic value of a company (Schilling (1996)). In some definitions working capital comprises other components such as cash, prepaid expenses or accrued expenses (see e.g. Ross et al. (2002): 176 or Hawawini and Viallet (2002): 73). For simplicity reasons, these components are neglected in the working capital definition applied this paper. Working capital is defined as the sum of inventories and trade receivables reduced by trade payables (Brealey et al. (2008): 145):

$$Working\ capital = Inventory + Trade\ receivables - Trade\ payables \quad (2)$$

Fixed assets Fixed assets are assets which have a life that is longer than one year and which can be differentiated between tangible assets including property, plant and equipment and intangible assets comprising patents, trademarks, copyrights and goodwill (Hawawini and Viallet (2002): 44). Capital expenditures describe the amount of cash which is invested to acquire tangible assets (Hawawini and Viallet (2002): 26)

while depreciation expenses determine the calculatory cost of the periodic and systematic value-reduction process of a tangible asset (Hawawini and Viallet (2002): 52).

Value-based supply chain management models Supply chain models can be differentiated between descriptive models which help understand functional relationships and normative models by which decision problems are optimally solved (Shapiro (2007): 10 et seq.). Furthermore, supply chain models can be distinguished between conceptual models which qualitatively summarize and extend a number of different works on the same topic (Meredith (1993)) and quantitative models which are suitable for developing, analyzing or testing causal relationships between control variables and performance variables in a measurable way (Bertrand and Fransoo (2002)). According to these categorizations, the model proposed by Christopher and Ryals (1999) can be seen as conceptual descriptive model. The paper at hand aims at developing this further to a quantitative descriptive model.

Discounted cash flow model The DCF concept, which is introduced thoroughly by e.g. Hawawini and Viallet (2002): 186 et seq., Ross et al. (2002): 200 et seq., or Brealey et al. (2008): 121 et seq., is the basis for the proposed quantification model. DCF determines the company value V , which is generated during time periods $p = 1, \dots, P$, by the sum of the free cash flows FCF_p discounted by the weighted average cost of capital $WACC$ (Brealey et al. (2008): 37):

$$V = \sum_{p=0}^P \frac{FCF_p}{(1 + WACC_p)^p} \quad (3)$$

The free cash flow FCF is defined as difference between earnings before interest and taxes ($EBIT$) and expenses for tax, depreciation and net capital adjusted for working capital changes (Hawawini and Viallet (2002): 399 or Brealey et al. (2008): 145):

$$FCF = EBIT - \text{Tax expenses} - \text{Net capital expenditures} + \text{Depreciation expenses} - \Delta \text{Working capital}. \quad (4)$$

Weighted average cost of capital $WACC$ represent the minimum rate of return that must be generated in order to meet the return expectations of shareholders (Hawawini and Viallet (2002): 329).

4 The quantification model

4.1 Model introduction

The key question is how to quantify value contributions that arise from changes of the four SC-related value drivers working capital, SC cost, sales and fixed assets over a defined horizon of time periods $p = 1, \dots, P$. As we see from formula 4, changes of working capital W as well as $EBIT$ relevant changes of sales S or supply chain cost C affect the free cash flow FCF and thus contribute to company value. Furthermore, fixed assets A influence depreciation expenses as well as capital expenditures and

hence have an impact on FCF . Therefore the value contribution VA^W , VA^C , VA^S or VA^A generated by the respective value drivers over a time horizon of periods $p = 1, \dots, P$ is the sum of the value contributions, or more precisely value contributing FCF effects, VA_p^W , VA_p^C , VA_p^S and VA_p^A of each period discounted by $WACC$:

$$VA^W = \sum_{p=1}^P \frac{VA_p^W}{(1+WACC_p)^p} \quad (5)$$

$$VA^C = \sum_{p=1}^P \frac{VA_p^C}{(1+WACC_p)^p} \quad (6)$$

$$VA^S = \sum_{p=1}^P \frac{VA_p^S}{(1+WACC_p)^p} \quad (7)$$

$$VA^A = \sum_{p=1}^P \frac{VA_p^A}{(1+WACC_p)^p} \quad (8)$$

To quantify these value contributions of each period, the respective FCF effects are calculated under consideration of six propositions:

1. Holistic approach: All value impacts of SCM can be related to exactly one of the four SC-related value drivers.
2. Ceteris paribus assumption: Value impacts of sales growth are quantified under the assumption that its ratios to SC cost and working capital remain unchanged, i.e. the performance improvements of SC cost or working capital are excluded from sales effects. In case that the development of working capital or SC cost is proportionate to sales development, the resulting value contribution is credited against sales development. Only in case that working capital or SC cost develops disproportionate to sales, the resulting value contribution is credited against the respective SC value driver.
3. One-time effects of working capital: Changes of working capital create one-time effects on free cash flow and thus result in a value contribution in only one period.
4. Recurring effects of SC cost: Changes of SC cost create recurring effects on free cash flow and thus result in value contributions in all subsequent periods.
5. Recurring effects of sales: Changes of sales create recurring effects on free cash flow and thus result in value contributions in all subsequent periods.
6. Direct and indirect effects of fixed assets: Fixed asset positions are driven by capital expenditures and depreciation expenses, which affect the FCF and hence are directly linked to company value. Besides, fixed asset investments can enable sales growth or reductions of cost or working capital. Therefore, fixed assets influence company value furthermore indirectly.

The ceteris paribus assumption is illustrated in Fig. 2 based on the example of value contributions from SC cost development: The initial level of SC cost C_0 of period 0

(left column) is adjusted for sales development S_p/S_0 (mid column) and reduced by the level of SC cost C_p in period p (right column) to obtain the value contribution VA_p^C of SC cost in period p .

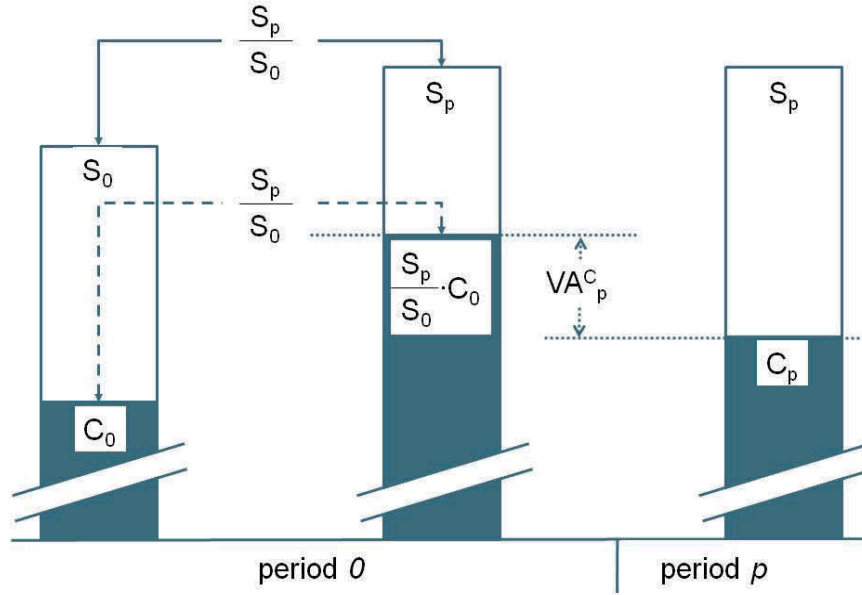


Fig. 2: *Ceteris paribus* assumption for value contributions VA_p^C

Value impacts of supply chain management The first proposition is considered by defining the value impact VA_p^{SCM} of SCM as the sum of the value impacts VA_p^S , VA_p^C , VA_p^W and VA_p^A of the four SC value drivers:

$$VA_p^{SCM} = VA_p^S + VA_p^C + VA_p^W + VA_p^A. \quad (9)$$

Value impacts of working capital The value contribution VA_p^W arising from working capital development in a time period p is defined by the difference of working capital W_p at the end of period p and working capital W_{p-1} at the beginning of period p adjusted for sales development S_p/S_{p-1} in period p :

$$VA_p^W = \frac{S_p}{S_{p-1}} \cdot W_{p-1} - W_p. \quad (10)$$

Value impacts of supply chain cost Similar approaches as for working capital impacts apply to quantify effects from supply chain cost under consideration of the fourth proposition. The value contribution VA_p^C stemming from changes of SC cost C_p in a period p is defined by the difference of SC cost C_0 of period 0 and SC cost C_p of period p adjusted for sales development S_p/S_0 and tax rate T_p of the respective period p :

$$VA_p^C = \left(\frac{S_p}{S_0} \cdot C_0 - C_p \right) \cdot (1 - T_p). \quad (11)$$

Value impacts of sales The value contributions VA_p^S caused by sales development in period p is defined as the difference of sales S_p in period p and initial sales S_0 in period 0 reduced by sales proportionate changes $(S_p/S_0-1) \cdot C_0$ of initial SC cost C_0 , expenses for tax T_p and sales proportionate changes $(S_p/S_{p-1}-1) \cdot W_{p-1}$ of working capital.

$$VA_p^S = \left[S_p - S_0 - \left(\frac{S_p}{S_0} - 1 \right) \cdot C_0 \right] \cdot (1 - T_p) - \left(\frac{S_p}{S_{p-1}} - 1 \right) \cdot W_{p-1}. \quad (12)$$

Value impacts of fixed assets Direct effects on company value VA_p^A caused by fixed assets in period p are quantified by depreciation expenses D_p adjusted for tax rate T_p and reduced by additional capital expenditures E_p .

$$VA_p^A = D_p \cdot (1 - T_p) - E_p. \quad (13)$$

Furthermore indirect effects of fixed assets can arise from positive impacts which investments have on sales, cost or working capital.

4.2 Illustrative case example

A case example based on secondary data of a globally operating FMCG manufacturer illustrates how value contributions arising from SC cost and working capital can be determined efficiently by the quantification model. Furthermore, this example is appropriate to show properties and functionality of the model and furthermore to raise the question what relevant criteria for value creation can be identified or proven. Henkel KGaA is selected as example case, because all required data is published in the annual reports (Henkel (2000-2010)) of this company.

Over a horizon of time periods p from 2000 to 2010, the value contributions stemming from SC cost and working capital are calculated. Working capital figures W_p were calculated from balance sheet figures trade receivables R_p , inventory I_p and trade payables P_p . For simplicity reasons SC cost C_p are limited to cost of goods sold (COGS) figures taken from profit and loss statements. COGS reflect the direct cost and overhead associated with the physical production of products for sale (Poston and Grabinski (2001)). Figures for tax rates T_p and cost of capital $WACC_p$ are published in the respective annual reports, too. The input data from the annual reports and calculation results obtained by the quantification model are depicted in Table 1.

It can be seen that overall Henkel KGaA created value $VA^{SCM} = 1,835$ m € from SCM, and that value impacts $VA^W = 1,611$ m € of working capital were significantly higher than value contributions $VA^C = 224$ m € from SC cost. Analyzing this example in greater detail illustrates the incidence of recurring cost effects and the ceteris paribus assumption in practice. This observation indicates the relevance of performance levels for assessing value impacts of SC cost and working capital. Observations of working capital illustrate the ceteris paribus assumption and the relevance of performance levels for value creation:

1. In 2006, the working capital showed a slight absolute increase compared to 2005 (by 6 m €, i.e. 0.4%, from 1,693 m € to 1,699 m €). In the same period, sales increased more strongly (by 6.4% from 11,974 m € to 12,740 m €). Hence the working capital performance improved and value was created ($VA^W_{2006} = 102$ m €).
2. In 2007, the working capital decreased absolutely (from 1,699 m € to 1,500 m €) at increasing sales (from 12,740 m € to 13,074 m €). This resulted in a value contribution of $VA^W_{2007} = 244$ m €.
3. In 2008, the absolute increase of working capital (by 151 m €, i.e. 10.1%, from 1,500 m € to 1,651 m €) was overproportionate compared to sales growth (by 8.1% from 13,074 m € to 14,131 m €). This effect resulted in a loss of value ($VA^W_{2008} = -30$ m €).
4. In 2009, working capital and sales both showed an absolute decline, but working capital decreased more strongly (by 597 m €, i.e. -36.2%, from 1,651 m € to 1,054 m €) than sales (by -3.9% from 14,131 m € to 13,573 m €). Hence the working capital performance was improved and as a consequence value was created ($VA^W_{2009} = 532$ m €).

p	UOM	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
S_p^*	m €	12,779	13,060	9,656	9,436	10,592	11,974	12,740	13,074	14,131	13,573	15,092
C_p^*	m €	6,999	7,264	5,103	4,965	5,615	6,533	6,963	7,013	8,190	7,411	8,078
W_p^*	m €	2,896	1,735	1,760	1,845	1,840	1,693	1,699	1,500	1,651	1,054	1,045
R_p^*	m €	2,302	1,591	1,545	1,581	1,743	1,794	1,868	1,694	1,847	1,721	1,893
I_p^*	m €	1,711	1,081	1,073	1,053	1,196	1,232	1,325	1,283	1,482	1,218	1,460
P_p^*	m €	1,117	937	858	789	1,099	1,333	1,494	1,477	1,678	1,885	2,308
T_p^*	%	38.1	40.7	35.1	35.0	35.0	35.0	30.0	30.0	30.0	29.0	26.4
$WACC_p^*$	%	8.0	8.0	8.0	8.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.5	8.0	7.0
VA_p^{C**}	m €	-	-66	120	132	121	16	10	103	-315	16	138
VA^{C**}	m €	-	-61	42	147	239	251	258	322	145	153	224
VA_p^{W**}	m €	-	1,225	-477	-125	231	387	102	244	-30	532	127
VA^{W**}	m €	-	1,134	725	626	802	1,078	1,146	1,298	1,281	1,547	1,611
VA^{SCM**}	m €	-	1,073	767	773	1,041	1,329	1,404	1,620	1,426	1,700	1,835

Tab. 1: Case example – Henkel KGaA

Detailed analysis of SC cost developments show the relevance of recurring cost effects and the importance of SC cost performance:

1. In 2006, SC cost showed an absolute increase compared to 2005 (by 430 m €, i.e. 6.6%, from 6,533 m € to 6,963 m €), which was slightly higher than the sales growth in that period (by 6.4% from 11,974 m € to 12,740 m €). But due to the fact that related to sales the SC cost level in 2006 (54.7% of sales) was still better than in the initial period 2000 (54.8% of sales), the SC cost development resulted in value creation ($VA^C_{2006} = 10$ m €).

2. In 2007, SC cost absolutely increased compared to 2006 (by 50 m €, i.e. 0.7%, from 6,963 m € to 7,013 m €) and even in comparison to the initial period 2000 (by 14 m €, i.e. 0.2%, from 6,999 m €). But this increase was underproportionate to sales growth between 2000 and 2007 (by 2.3% from 12,779 m € to 13,074 m €) and hence resulted in value contribution ($VA_{2007}^C = 103$ m €).

These observations indicate that assessing the absolute development of a SC-related value driver is not sufficient to determine the resulting value impacts. Instead, the developments have to be brought into relation to the developments of other SC-related value drivers. This finding raises the questions which criteria are decisive for value creation and how such criteria can be identified and proven. This aspect, which reflects the second research question of this paper, will be dealt with in the next subsection.

5 Important criteria for value creation

In this section, important criteria for value creation will be identified, assessed and proven in an axiomatic research. Srivastava et al. (1998) state that the value of any strategy is inherently driven by an acceleration of cash flows, an increase of cash flows and a reduction of volatility of future cash flows. Based on the quantification model, the validity of these statements in the context of value-based SCM will be systematically explored by finding mathematical evidence or counter examples. Mathematical proofs for all lemmata are given in the appendix of this paper.

5.1 Terminology

For the mathematical exploration of this section, an appropriate terminology is needed and hence now briefly introduced. In the following let $C := (C_p)_{p=0}^P$, $W := (W_p)_{p=0}^P$ and $S := (S_p)_{p=0}^P$ be time series of SC cost, working capital and sales in a horizon of periods $p = 0, \dots, P$.

The **SC cost performance level** is defined as the ratio $\lambda^C(C_p) := C_p/S_p$ of SC cost C_p to sales S_p in period p . Analogous the working capital performance level is defined as the ratio $\lambda^W(W_p) := W_p/S_p$ of working capital W_p to sales S_p in period p .

The SC cost development C (respectively working capital development W) is called **deterioration-free**, iff the corresponding time series $(\lambda^C(C_p))_{p=0}^P$ of SC cost performance levels (respectively $(\lambda^W(W_p))_{p=0}^P$ of working capital performance levels) is monotonically decreasing, i.e. $\lambda^C(C_p) \geq \lambda^C(C_{p+1}) \forall p \in \{0, \dots, P\}$ (respectively $\lambda^W(W_p) \geq \lambda^W(W_{p+1}) \forall p \in \{0, \dots, P\}$).

The SC cost development C (respectively working capital development W) has a **continuous improvement**, iff it is deterioration-free and strictly decreasing in at least one period p , i.e.: $\exists p \in \{1, \dots, P\} : \lambda^C(C_p) > \lambda^C(C_{p+1})$ (respectively $\lambda^W(W_p) > \lambda^W(W_{p+1})$).

The SC cost development C is called **enhanced** compared to a time series of a SC cost development $K := (K_p)_{p=0}^P$ iff $\lambda^C(C_p) < \lambda^C(K_p)$ for at least one $p \in \{1, \dots, P\}$ and $\lambda^C(C_p) \leq \lambda^C(K_p) \forall p \in \{0, \dots, P\}$. The working capital development W is called enhanced

compared to a time series of a working capital development $V := (V_p)_{p=0}^P$ iff $\lambda^W(W_p) < \lambda^W(V_p)$ for at least one $p \in \{1, \dots, P\}$ and $\lambda^W(W_p) \leq \lambda^W(V_p) \forall p \in \{0, \dots, P\}$.

The SC cost development C is called **accelerated** compared to a time series of a SC cost development $K := (K_p)_{p=0}^P$ iff $\lambda^C(C_q) < \lambda^C(K_p)$ for at least one pair $p, q \in \{1, \dots, P\}$, $q < p$ and $\lambda^C(C_p) \leq \lambda^C(K_p) \forall p \in \{0, \dots, P\}$. The working capital development W is called accelerated compared to a time series of a working capital development $V := (V_p)_{p=0}^P$ iff $\lambda^W(W_q) < \lambda^W(V_p)$ for at least one pair $p, q \in \{1, \dots, P\}$, $q < p$ and $\lambda^W(W_p) \leq \lambda^W(V_p) \forall p \in \{0, \dots, P\}$.

5.2 Model consistency

The mathematical exploration of relevant criteria for value creation is based on the proposed quantification model. Hence it is crucial to ensure that this quantification model represents the interplay and effects of SC value drivers in an appropriate way. To provide evidence that this prerequisite is fulfilled, the model is calibrated with standard DCF models by the following lemma:

Lemma 1 In case that all value impacts of a company are caused by SCM, the proposed quantification model calculates the same value added to a company as the standard DCF model.

The basic idea of this proof is to show that ceteris paribus (i.e. value impacts which do not stem from SCM are neglected) the sum $VA_p^S + VA_p^C + VA_p^W + VA_p^A$ of the value impacts VA_p^S , VA_p^C , VA_p^W , and VA_p^A of the four SC value drivers working capital, SC cost, sales and fixed assets is equal to the change ΔFCF_p of free cash flow of a company in period p .

Having substantiated the consistency of the quantification model, the relevance of each criterion will now be explored based on this model for each SC value driver.

5.3 Accelerating and enhancing value impacts

The relevance of timing for cash flow and resulting value contributions has been elaborated in academic research. Christopher and Ryals (1999) state that the sooner cash is received the greater will be the net present value of these cash flows. Timing aspects are seen as success factors, especially in cases of responsiveness to market requirements or when a new product is launched in the marketplace (Srivastava et al. (1998)). In this context, the value impact of accelerated or enhanced sales growth is evaluated first.

Lemma 2 Increasing a monotonically increasing and value creating sales development generates additional value.

The mathematical proof for this lemma is straightforward by calculating that higher and faster growing sales result in additional value. As can be seen from the prerequisites of this lemma, the development of sales levels in each period of the considered time horizon and the interplay with other value drivers have to be taken into account. In scenarios which show intermediate sales decline or value losses, an overall value

creation is not guaranteed and a mathematical analysis of such a scenario would have a higher complexity.

Similar conclusions can be made for accelerating or enhancing SC cost performance improvements.

Lemma 3 Accelerating or enhancing improvements of SC cost performance in a deterioration-free SC cost development increases the resulting value contribution.

The prerequisite of a deterioration-free SC cost development indicates that positive value impacts cannot be guaranteed by accelerating SC cost developments which show intermediate value losses. In case that an intermediate cost deterioration is expedited, an acceleration might be counterproductive for value creation.

The question if accelerating or enhancing working capital improvements results in additional value cannot be answered without considering developments of sales and cost of capital. Although the basic assumption that reduced working capital requirements increase company value is taken for granted (Farris and Hutchison (2002)), the interplay of working capital with other value drivers, e.g. sales, or parameters such as cost of capital has to be taken into account. Lemma 4 shows that accelerating or enhancing the working capital performance can increase the value contribution. With additional prerequisites for *WACC* and sales growth rate, this statement can be proven mathematically.

Lemma 4 In cases of a deterioration-free improvement of working capital performance at constant *WACC* which is not exceeded by the sales growth rate, an accelerated or enhanced improvement of the working capital performance results in higher value contributions.

Overall the lemmata 2 – 4 show that value impacts of SCM can be increased by accelerating or enhancing cash flows, although the proof of this statement for working capital requires additional prerequisites.

5.4 *Volatility of value impacts*

Srivastava et al. (1998) state that a reduction in vulnerability and volatility of future cash flows can have a positive impact on cost of capital and hence on company value. In this context it will be tested if more continuous or less volatile developments of SC value drivers result in higher value contributions. Regarding the volatility it is not possible to formulate a general statement for SC-related value drivers. For each SC-related value driver - sales, cost, capital - it is possible to find scenarios in which a development with increased volatility results in higher value contributions.

Lemma 5 Increasing the volatility of sales, SC cost or working capital developments can result in higher value contributions compared to more smooth developments.

Simple scenarios which proof lemma 5 are given in the appendix of this paper. The basic idea of these scenarios is that improvements achieved in an earlier period overcompensate deteriorations of a later period which hence is discounted at a higher fac-

tor. Nevertheless, aspects of continuity are considerable criteria for value impacts of sales, SC cost and working capital. This can be seen by the following lemma:

Lemma 6 Deterioration-free developments of SC cost performance or working capital performance do not result in value losses. Constant developments of SC cost performance or working capital performance do not create value, while continuous improvements of SC cost performance or working capital performance result in value creation.

Note: As a prerequisite for value creation, it would be sufficient to ensure that the initial level $\lambda^C(C_0)$ of cost performance is not exceeded in any subsequent period (i.e. $\lambda^C(C_p) \leq \lambda^C(C_0) \forall p \in \{1, \dots, P\}$). This weaker prerequisite for SC cost makes this lemma stronger. For working capital performance, it is not possible to obtain a stronger statement by relaxing the prerequisite to $\lambda^W(W_p) \leq \lambda^W(W_0) \forall p \in \{1, \dots, P\}$.

5.5 Overall findings on criteria for value creation

Based on the quantification model, the relevance of acceleration and enhancement of value impacts from SCM is substantiated by mathematical proofs. It is furthermore illustrated that, especially for assessing working capital impacts, the interplay with other value drivers and parameters must be considered. Beyond this, the continuity of value driver developments is identified as important criterion for value creation. On the contrary, the relevance of volatility reduction for value creation could not be validated. The findings of the exploration of important criteria for value creation are summarized in table 2.

Criterion ¹	SC cost	Working cap.	Sales
Acceleration	√	(√)	√
Enhancement	√	(√)	√
Volatility	¬	¬	¬
Continuity	√	√	√

Tab. 2: Criteria for value creation

6 Summary and discussion

In summary, the research questions of this paper can be answered as follows:

1. How to calculate value contributions of SCM efficiently in such a way that the financial comparability of profit-related changes of sales and cost with asset-related changes of fixed and working capital is ensured?

Based on a conceptual model for value-based SCM and the DCF method, a quantification model is designed to calculate and compare SC-related impacts of sales, SC cost, working capital and fixed assets on company value. Properties and func-

¹ √ = criterion fully validated for this value driver; (√) = criterion partially validated for this value driver; ¬ = criterion not validated for this value driver

tionality of the model are illustrated by a generic scenario and an industrial case example of an FMCG manufacturer.

2. What important criteria for value creation can be identified and substantiated?

Based on the quantification model, the relevance of accelerating and enhancing value impacts of SCM is mathematically proven. Further mathematical evidence shows that value can be generated by continuous improvements of SC-related value drivers.

The following brief discussion, which is based on the literature reviewed within the second section of this paper, will point out the positioning of this manuscript to existing research on value-based SCM.

The conceptual model for value-based SCM introduced by Christopher and Ryals (1999) is developed further by the quantification model proposed in this paper. The purely conceptual model is enhanced by a quantitative aspect which allows for calculating and comparing value impacts of profit related SC value drivers and asset related factors. This adds to research done by Lambert and Burduroglu (2000) who discuss the linkage between EVA[®] and SCM impacts on sales, cost and capital. An industrial case example illustrates that value impacts of SCM can be determined based on secondary data. This helps covering the need for cost effective ways to measure shareholder value impacts addressed by Lambert and Burduroglu (2000).

The paper at hand contributes to academic research by providing a holistic quantification model for value-based SCM in contrast to other quantitative descriptive models for this area, which focus only selected value drivers or analyze the coherence of company value and specific aspects of SCM, and hence cannot be considered holistic.

The calculation scheme to quantify value impacts suggested by Brandenburg and Seuring (2010b) for instance is focused on SC cost and working capital only. Their approach for value-based strategic SC planning (Brandenburg and Seuring (2010c)) faces similar limitations and furthermore is directed to strategic planning aspects of SCM. A value-based SCM model designed by Brandenburg and Schilling (2010), which combines the DCF method and discrete event simulation, additionally covers SCM impacts on sales, but is mainly suitable to evaluate SC design options or new product introduction scenarios.

Limitations of the paper, which leave room for further research, mainly arise from conceptual constraints and required empirical substantiation. Value impacts of SC risk management were not considered explicitly in the quantification model. For the value-based SCM framework, qualitative arguments are needed to substantiate the correlation between SCM performance and sales increase.

To ensure consistency between the quantification model and industrial practice, the model has been calibrated with standard DCF methods by a mathematical approach. A thorough empirical analysis would help to validate this consistency. Furthermore empirical research is needed to substantiate the findings of the systematic exploration of important criteria for value creation. Further research directions for value-based SCM arise when taking into account the inter-organizational or network perspective.

7 Conclusion

In this paper, a conceptual model for value-based SCM introduced by Christopher and Ryals (1999) has been developed further. A quantification model is proposed to efficiently calculate and compare value impacts of sales, SC cost, working capital and fixed assets. Based on this model, important criteria for value creation are systematically elaborated and the relevance of timing aspects for value creation are proven mathematically. In particular it is shown that accelerating or enhancing value impacts of SC cost or working capital results in additional value. Furthermore it is proven that value can be generated by continuous developments of SC-related value drivers.

Appendix: Proofs of the lemmata

Proof of lemma 1:

The idea of this proof is to show that under the assumption that apart from SCM no other factors influence company value, the value added VA^{SCM} by SCM in a period p is equal to the free cash flow FCF_p of the company in this period p .

$$\begin{aligned}
 VA_p^{SCM} &= VA_p^S + VA_p^C + VA_p^W + VA_p^A \\
 &= \left[S_p - S_0 - \left(\frac{S_p}{S_0} - 1 \right) \cdot C_0 \right] \cdot (1 - T_p) - \left(\frac{S_p}{S_{p-1}} - 1 \right) \cdot W_{p-1} + \left(\frac{S_p}{S_0} \cdot C_0 - C_p \right) \cdot (1 - T_p) \\
 &\quad + \frac{S_p}{S_{p-1}} \cdot W_{p-1} - W_p + D_p \cdot (1 - T_p) - E_p \\
 &= (S_p - S_0) \cdot (1 - T_p) + \left(\frac{S_p}{S_0} \cdot C_0 - \frac{S_p}{S_0} \cdot C_0 \right) \cdot (1 - T_p) + (C_0 - C_p) \cdot (1 - T_p) \\
 &\quad + \left(\frac{S_p}{S_{p-1}} \cdot W_{p-1} - \frac{S_p}{S_{p-1}} \cdot W_{p-1} \right) + W_{p-1} - W_p + D_p \cdot (1 - T_p) - E_p \\
 &= (S_p - S_0) \cdot (1 - T_p) - (C_p - C_0) \cdot (1 - T_p) - (W_p - W_{p-1}) + D_p \cdot (1 - T_p) - E_p \\
 &= [S_p - C_p - (S_0 - C_0)] \cdot (1 - T_p) - (W_p - W_{p-1}) + D_p \cdot (1 - T_p) - E_p
 \end{aligned}$$

The proof ends with the following observations: The term $[S_p - C_p - (S_0 - C_0)]$ represents the change $\Delta EBIT_p$ in EBIT in period p , the term $[S_p - C_p - (S_0 - C_0)] \cdot (1 - T_p)$ represents the change in tax expenses in period p , the term $W_p - W_{p-1}$ represents the change in working capital in period p , the term $D_p \cdot (1 - T_p)$ represents the depreciation expenses in period p and the term E_p stands for the capital expenditures in period p . Hence, the right side of the last equation is the additional free cash flow ΔFCF_p in period p obtained by SCM.

□

Proof of lemma 2:

Let $S := (S_p)_{p=1}^P$ be a monotonous growing time series of sales which in a horizon of periods $p = 1, \dots, P$ results in positive value contribution, i.e. $VA^S(S) > 0$ at given time series of working capital $W := (W_p)_{p=1}^P$ and SC cost $C := (C_p)_{p=1}^P$. Let an additional growth of this sales development be given by a monotonous growing time series $R := (R_p)_{p=1}^P$ of sales which has the same initial level and exceeds S in all subsequent periods, i.e. $R_0 = S_0$ and $R_i > S_i \forall p \in \{1, \dots, P\}$. To proof the statement it is sufficient to show $VA^S(R) - VA^S(S) > 0$:

$$\begin{aligned}
& VA^S(R) - VA^S(S) \\
& \geq \sum_{i=1}^P \frac{\left(R_i - R_0 - \left(\frac{R_i}{R_0} - 1 \right) \cdot C_0 \right) \cdot (1 - T_i) - \left(\frac{R_i}{R_{i-1}} - 1 \right) \cdot \frac{R_{i-1}}{S_{i-1}} \cdot W_{i-1}}{(1 + WACC_i)^i} \\
& \quad - \sum_{i=1}^P \frac{\left(S_i - S_0 - \left(\frac{S_i}{S_0} - 1 \right) \cdot C_0 \right) \cdot (1 - T_i) - \left(\frac{S_i}{S_{i-1}} - 1 \right) \cdot W_{i-1}}{(1 + WACC_i)^i} \\
& = \sum_{i=1}^P \frac{\left(R_i - S_i - \frac{R_i - S_i}{R_0} \cdot C_0 \right) \cdot (1 - T_i) - \frac{R_i - R_{i-1} - (S_i - S_{i-1})}{S_{i-1}} \cdot W_{i-1}}{(1 + WACC_i)^i} \\
& = \sum_{i=1}^P \frac{(R_i - S_i) \cdot \left(1 - \frac{C_0}{R_0} \right) \cdot (1 - T_i) - (R_i - R_{i-1} - (S_i - S_{i-1})) \cdot \frac{W_{i-1}}{S_{i-1}}}{(1 + WACC_i)^i} \\
& \geq \sum_{i=1}^P \frac{(R_i - S_i) \cdot \left(1 - \frac{C_0}{S_0} \right) \cdot (1 - T_i) - (R_i - S_i) \cdot \frac{W_{i-1}}{S_{i-1}}}{(1 + WACC_i)^i} \\
& = \sum_{i=1}^P \frac{\left(\left(1 - \frac{C_0}{S_0} \right) \cdot (1 - T_i) - \frac{W_{i-1}}{S_{i-1}} \right) \cdot (R_i - S_i)}{(1 + WACC_i)^i}
\end{aligned}$$

By showing $(1 - C_0/S_0) \cdot (1 - T_i) - (W_{i-1}/S_{i-1}) > 0$, the proof ends. For simplicity reasons, tax rate and performance ratios of cost and working capital are assumed constant, i.e. the right side of the last equation given above can be rearranged to the following term:

$$\left[\left(1 - \frac{C}{S} \right) \cdot (1 - T) - \frac{W}{S} \right] \cdot \sum_{i=1}^P \frac{R_i - S_i}{(1 + WACC_i)^i}$$

The developments of sales S , cost C and working capital W are assumed to be value creating from cost and working capital. Therefore one obtains:

$$0 < FCF = (S - C) \cdot (1 - T) - W = \left(1 - \frac{C}{S} \right) \cdot (1 - T) - \frac{W}{S}$$

□

Proof of lemma 3:

Acceleration: Let $C := (C_p)_{p=0}^P$ and $S := (S_p)_{p=0}^P$ be time series of SC cost and sales in a horizon of periods $p = 0, \dots, P$. Assume C is deterioration-free and shows an improvement of SC cost performance in period $p + 1$, i.e. $C_{p+1}/S_{p+1} < C_p/S_p$ for a $p \in \{1, \dots, P\}$ and $C_{p+1}/S_{p+1} \leq C_p/S_p \forall p \in \{0, \dots, P\}$.

Defining K by $K_{i-1} := (S_{i-1}/S_i) \cdot C_i$ for $i \in \{p, p+1\}$ and $K_i := C_i \forall i \in \{0, \dots, P\} \setminus \{p-1, p\}$ results in a deterioration-free time series K of SC cost with an improvement of SC cost performance in period p , i.e. K simply accelerates the improvement of SC cost performance of C by one period. This follows directly from the definition of K .

For $i = p-1$:

$$\frac{K_{p-1}}{S_{p-1}} = \frac{1}{S_{p-1}} \cdot \left(\frac{S_{p-1}}{S_p} \cdot C_p \right) = \frac{C_p}{S_p} > \frac{C_{p+1}}{S_{p+1}} = \frac{1}{S_p} \cdot \left(\frac{S_p}{S_{p+1}} \cdot C_{p+1} \right) = \frac{K_p}{S_p}$$

For $i = p-2$:

$$\frac{K_{p-2}}{S_{p-2}} = \frac{C_{p-2}}{S_{p-2}} \geq \frac{C_{p-1}}{S_{p-1}} \geq \frac{C_p}{S_p} = \frac{K_{p-1}}{S_{p-1}}$$

For $i = p$:

$$\frac{K_p}{S_p} = \frac{C_{p+1}}{S_{p+1}} = \frac{K_{p+1}}{S_{p+1}}$$

For all other $i \in \{0, \dots, p-3, p+1, \dots, P\}$:

$$\frac{K_{i-1}}{S_{i-1}} = \frac{C_{i-1}}{S_{i-1}} \geq \frac{C_i}{S_i} = \frac{K_i}{S_i}$$

To proof the statement for acceleration it is sufficient to show $VA^C(K) > VA^C(C)$:²

$$\begin{aligned} VA^C(K) - VA^C(C) &= VA^C(K - C) = \sum_{i=1}^P \frac{\left(\frac{S_i}{S_0} \cdot (K_0 - C_0) - (K_i - C_i) \right) \cdot (1 - T_i)}{(1 + WACC_i)^i} \\ &= \frac{\left(\frac{S_{p-1}}{S_0} \cdot (K_0 - C_0) - (K_{p-1} - C_{p-1}) \right) \cdot (1 - T_{p-1})}{(1 + WACC_{p-1})^{p-1}} + \frac{\left(\frac{S_p}{S_0} \cdot (K_0 - C_0) - (K_p - C_p) \right) \cdot (1 - T_p)}{(1 + WACC_p)^p} \\ &= \frac{(C_{p-1} - K_{p-1}) \cdot (1 - T_{p-1})}{(1 + WACC_{p-1})^{p-1}} + \frac{(C_p - K_p) \cdot (1 - T_p)}{(1 + WACC_p)^p} \\ &= \frac{\left(C_{p-1} - \frac{S_{p-1}}{S_p} \cdot C_p \right) \cdot (1 - T_{p-1})}{(1 + WACC_{p-1})^{p-1}} + \frac{\left(C_p - \frac{S_p}{S_{p+1}} \cdot C_{p+1} \right) \cdot (1 - T_p)}{(1 + WACC_p)^p} > 0 \end{aligned}$$

² Consider the linearity of the value functions VA^C and VA^W .

The last inequality can be seen easily by considering that C is deterioration-free and has an improvement in period $p+1$. C is deterioration-free, i.e. $(C_{p-1}/S_{p-1}) \geq (C_p/S_p)$, which results in the inequality $(C_{p-1} - (S_{p-1}/S_p) \cdot C_p) \geq 0$. C shows an improvement in period $p+1$, i.e. $(C_p/S_p) \geq (C_{p+1}/S_{p+1})$, which leads to $(C_p - (S_p/S_{p+1}) \cdot C_{p+1}) > 0$.

Enhancement: Let $C := (C_p)_{p=0}^P$ and $K := (K_p)_{p=0}^P$ be time series of SC cost for a time series $S := (S_p)_{p=0}^P$ of sales in a horizon of periods $p = 0, \dots, P$. Assume $K_p < C_p$ for one $p \in \{1, \dots, P\}$ and $K_i := C_i \forall i \in \{0, \dots, P\} \setminus \{p\}$, i.e. K shows an enhanced SC cost performance in period p compared to C , because $(K_p/S_p) < (C_p/S_p)$. Due to the linearity of the value function for SC cost, the proof for this statement is straightforward by showing $VA^C(K) > VA^C(C)$:

$$VA^C(K) - VA^C(C) = VA^C(K - C) = \sum_{i=1}^P \frac{\left(\frac{S_i}{S_0} \cdot (K_0 - C_0) - (K_i - C_i) \right) \cdot (1 - T_i)}{(1 + WACC_i)^i} = \frac{(C_p - K_p) \cdot (1 - T_p)}{(1 + WACC_p)^p} > 0$$

□

Proof of lemma 4:

Let $WACC$ be constant, i.e. $WACC_i := \alpha \forall i \in \{1, \dots, P\}$, and let $S := (S_p)_{p=0}^P$ be a time series for sales in a horizon of periods $p = 0, \dots, P$ with a growth rate limited by $WACC$, i.e. $\alpha > (S_p - S_{p-1})/S_{p-1} \forall i \in \{1, \dots, P\}$.

Acceleration: Let $W := (W_p)_{p=1}^P$ be a time series of working capital which shows a deterioration-free development of working capital performance and an improvement of working capital performance in period p , i.e. $(W_i/S_i) \leq (W_{i+1}/S_{i+1}) \forall i \in \{0, \dots, P\}$ and $(W_p/S_p) < (W_{p+1}/S_{p+1})$ for a $p \in \{1, \dots, P\}$. Define $V := (V_p)_{p=0}^P$ by $V_p := (S_p/S_{p+1}) \cdot W_{p+1}$ and $V_i := W_i \forall i \in \{0, \dots, P\} \setminus \{p\}$. Then V is a deterioration-free working capital development that shows an improvement in period $p-1$, because $V_p/S_p \leq (1/S_p) \cdot (S_p/S_{p+1}) \cdot W_{p+1} = (W_{p+1}/S_{p+1}) < (W_p/S_p)$ and $(V_{p-1}/S_{p-1}) = (W_{p-1}/S_{p-1}) \geq (W_p/S_p) > (W_{p+1}/S_{p+1}) = (V_p/S_p)$ and furthermore $(V_{p+1}/S_{p+1}) = (W_{p+1}/S_{p+1}) = (V_p/S_p)$.

The acceleration part of the proof is completed by showing $VA^W(V) > VA^W(W)$:

$$\begin{aligned}
VA^W(V) - VA^W(W) &= VA^W(V - W) = \sum_{i=1}^P \frac{\left(\frac{S_i}{S_{i-1}} \cdot (V_{i-1} - W_{i-1}) - (V_i - W_i) \right)}{(1 + WACC_i)^i} \\
&= \frac{\frac{S_p}{S_{p-1}} \cdot (V_{p-1} - W_{p-1}) - (V_p - W_p)}{(1 + WACC_p)^p} + \frac{\frac{S_{p+1}}{S_p} \cdot (V_p - W_p) - (V_{p+1} - W_{p+1})}{(1 + WACC_{p+1})^{p+1}} \\
&= \frac{\frac{S_{p+1}}{S_p} \cdot (V_p - W_p)}{(1 + WACC_{p+1})^{p+1}} - \frac{V_p - W_p}{(1 + WACC_p)^p} = \frac{\frac{S_{p+1}}{S_p} \cdot \left(\frac{S_p}{S_{p+1}} \cdot W_{p+1} - W_p \right)}{(1 + WACC_{p+1})^{p+1}} - \frac{\frac{S_p}{S_{p+1}} \cdot W_{p+1} - W_p}{(1 + WACC_p)^p} \\
&= \frac{\frac{S_{p+1}}{S_p} \cdot \left(\frac{S_p}{S_{p+1}} \cdot W_{p+1} - W_p \right)}{(1 + \alpha)^{p+1}} - \frac{\left(\frac{S_p}{S_{p+1}} \cdot W_{p+1} - W_p \right) \cdot (1 + \alpha)}{(1 + \alpha)^{p+1}} = \frac{\left(\frac{S_{p+1}}{S_p} \cdot (1 + \alpha) \right) \cdot \left(\frac{S_p}{S_{p+1}} \cdot W_{p+1} - W_p \right)}{(1 + \alpha)^{p+1}}
\end{aligned}$$

W shows an improvement of working capital performance in period p , i.e. $(W_{p+1}/S_{p+1}) < (W_p/S_p)$ and hence $((S_p/S_{p+1}) \cdot W_{p+1} - W_p) < 0$. From the prerequisite that the sales growth rate does not exceed the constant cost of capital $WACC = \alpha$, it can as follows be concluded that $((S_{p+1}/S_p) - (1 + \alpha)) < 0$ as follows:

$$\alpha > \frac{S_{p+1} - S_p}{S_p} \Leftrightarrow 0 > \frac{S_{p+1} - S_p}{S_p} - \alpha \Leftrightarrow 0 > \frac{S_{p+1}}{S_p} - (1 + \alpha)$$

A combination of both inequalities shows that the numerator of the last fraction is greater than 0 and the acceleration part of the proof is complete.

Enhancement: Let $V := (V_p)_{p=1}^P$ and $W := (W_p)_{p=1}^P$ be time series of working capital with $V_0 = W_0$ and $V_p \leq W_p \forall p \in \{1, \dots, P\}$. It is sufficient to show $VA^W(V) > VA^W(W)$:

$$\begin{aligned}
VA^W(V) - VA^W(W) &= VA^W(V - W) = \sum_{i=1}^P \frac{\frac{S_i}{S_{i-1}} \cdot (V_{i-1} - W_{i-1}) - (V_i - W_i)}{(1 + WACC_i)^i} = \sum_{i=1}^P \frac{\frac{S_i}{S_{i-1}} \cdot (V_{i-1} - W_{i-1}) - (V_i - W_i)}{(1 + \alpha)^i} \\
&= \frac{S_1}{S_0} \cdot \frac{V_1 - W_1}{1 + \alpha} + \sum_{i=1}^{P-1} \left(-\frac{V_i - W_i}{(1 + \alpha)^i} + \frac{S_{i+1}}{S_i} \cdot \frac{V_i - W_i}{(1 + \alpha)^{i+1}} \right) - \frac{V_P - W_P}{(1 + \alpha)^P} \geq \sum_{i=1}^{P-1} \left(-\frac{V_i - W_i}{(1 + \alpha)^i} + \frac{S_{i+1}}{S_i} \cdot \frac{V_i - W_i}{(1 + \alpha)^{i+1}} \right) \\
&= \sum_{i=1}^{P-1} \frac{\frac{S_{i+1}}{S_i} \cdot (V_i - W_i) - (V_i - W_i) \cdot (1 + \alpha)}{(1 + \alpha)^{i+1}} = \sum_{i=1}^{P-1} \frac{\left(\frac{S_{i+1}}{S_i} - (1 + \alpha) \right) \cdot (V_i - W_i)}{(1 + \alpha)^{i+1}} > 0
\end{aligned}$$

The last inequality, by which the enhancement part of the proof is completed, is obtained by considering the definition of V and W and the prerequisite of the correlation between sales growth and cost of capital α :

$$V_p - W_p \leq 0 \quad \forall p \in \{1, \dots, P\}$$

$$\frac{S_{p+1}}{S_p} - (1 + \alpha) < 0 \quad \forall p \in \{1, \dots, P\}$$

□

Proof of lemma 5:

Assume a time horizon of three periods $p = 0, 1, 2$ and constant sales $S = 100$ m €, constant tax rate $T = 25\%$ and constant $WACC = 10\%$. Constant developments of working capital $W_i = 20$ m € and SC cost $C_i = 30$ m € for $i = 1, 2, 3$ have no volatility but, as can be seen by lemma 6 do not generate value ($VA^W = 0$ m € and $VA^C = 0$ m €). Achieving intermediate improvements of working capital ($W_2 = 20$ m €) or SC cost ($C_2 = 20$ m €) increases the volatility of the respective value driver but results in value contribution ($VA^W = 0.8$ m € and $VA^C = 6.8$ m €).

□

Proof of lemma 6:

Working capital: Let $W := (W_p)_{p=0}^P$ and $S := (S_p)_{p=0}^P$ be time series of working capital and sales which show a deterioration-free development in a horizon of periods $p = 1, \dots, P$, i. e. $(W_p/S_p) \leq (W_{p-1}/S_{p-1}) \quad \forall p \in \{1, \dots, P\}$. Considering that $S_p > 0 \quad \forall p \in \{0, \dots, P\}$, these inequalities can be rearranged to $0 \leq ((S_p/S_{p-1}) \cdot W_{p-1} - W_p) \quad \forall p \in \{1, \dots, P\}$. As the right side of the last inequality is defined as VA_p^W , the proof that continuous improvements of working capital performance create value is complete. Turning these inequalities into equations (simply write "=" instead of " $\leq$ ") shows that constant developments of working capital ratios do not affect company value. Assuming that $W := (W_p)_{p=0}^P$ and $S := (S_p)_{p=0}^P$ show a continuous improvement in a period $p \in \{1, \dots, P\}$, i.e. $(W_{p-1}/S_{p-1}) > (W_p/S_p)$ and $(W_{i-1}/S_{i-1}) \geq (W_i/S_i) \quad \forall i \in \{1, \dots, P\} \setminus \{p\}$, implies $VA_p^W > 0$.

SC cost: Let $C := (C_p)_{p=0}^P$ and $S := (S_p)_{p=0}^P$ be time series of SC cost and sales which show a deterioration-free development in a horizon of periods $p = 1, \dots, P$, i.e. $(C_p/S_p) \leq (C_{p-1}/S_{p-1}) \quad \forall p \in \{1, \dots, P\}$. This implies $(C_p/S_p) \leq (C_0/S_0) \quad \forall p \in \{1, \dots, P\}$. Considering that $S_p > 0$, this inequality can be rearranged to $0 \leq ((S_p/S_0) \cdot C_0 - C_p) \quad \forall p \in \{1, \dots, P\}$ and finally $0 \leq (S_p/S_0) \cdot C_0 - C_i \cdot (1 - T_p) \quad \forall p \in \{1, \dots, P\}$. As the right side of the last inequality is defined as VA_p^C , the proof for the first statement is complete. By turning these inequalities into equations (simply write "=" instead of " $\leq$ ") the proof of the second statement is obtained. Assuming that $C := (C_p)_{p=0}^P$ and $S := (S_p)_{p=0}^P$ show a continuous improvement in a period $p \in \{1, \dots, P\}$, which means $(C_{p-1}/S_{p-1}) > (C_p/S_p)$ and $(C_{i-1}/S_{i-1}) \geq (C_i/S_i) \quad \forall i \in \{1, \dots, P\}$, implies $VA_p^C > 0$.

□

References

- Bertrand, J. W. M.; Fransoo, J. C. (2002): Operations management research methodologies using quantitative modeling, in: *International Journal of Operations & Production Management* 22 (2), pp. 241-264.
- Brandenburg, M.; Schilling, R. (2010): Value impacts of dynamics and uncertainty in tactical supply chain design for new product introduction. *Schriften zur quantitative Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik*, submitted for publication.
- Brandenburg, M.; Seuring, S. (2010a): Impacts of supply chain management on company value - benchmarking companies from the fast moving consumer goods industry, in: *Logistics Research*, DOI 10.1007/s12159-011-0056-7.
- Brandenburg, M.; Seuring, S. (2010b): A model for quantifying impacts of supply chain cost and working capital on the company value, in: *Lecture Notes in Business Information Processing* 46, pp. 107-117.
- Brandenburg, M.; Seuring, S. (2010c): Value-based strategic supply chain planning, in: W. Kersten, T. Blecker, and C. Lüthje (Eds.): *Pioneering Solutions in Supply Chain Management*, Berlin, pp. 185-196.
- Brealey, R. A.; Myers, S. C.; Allen, F. (2008): *Principles of Corporate Finance*, 9th Ed., Boston et al.
- Capkun, V.; Hameri, A. P.; Weiss, L. A. (2009): On the relationship between inventory and financial performance in manufacturing companies, in: *International Journal of Operations & Production Management* 29 (8), pp. 789-806.
- Christopher, M. (2005): *Logistics and Supply Chain Management - Creating Value-Adding Networks*, 3rd Ed., Harlow et al.
- Christopher, M.; Gattorna, J. (2005): Supply chain cost management and value-based pricing, in: *Industrial Marketing Management* 34, pp. 115-121.
- Christopher, M.; Ryals, L. (1999): Supply chain strategy: Its impact on shareholder value, in: *The International Journal of Logistics Management* 10 (1), pp. 1-10.
- Cooper, M. C.; Lambert, D. M.; Pagh, J. D. (1997): Supply chain management - more than a new name for logistics, in: *International Journal of Logistics Management* 8 (1), pp. 1-14.
- Copeland, T.; Koller, T.; Murrin, J. (2005): *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*, 4th Ed., New York.
- Corsten, D.; Gruen, T. (2003): Desperately seeking shelf availability: an examination of the extent, the causes, and the efforts to address retail out-of-stocks, in: *International Journal of Retail & Distribution Management* 31 (12), pp. 605-617.
- Damodaran, A. (2005): Valuation approaches and metrics: a survey of the theory and evidence, in: *Foundations and Trends® in Finance* 1 (8), pp. 693-784.
- de Wet, J. H. v. H. (2005): Eva versus traditional accounting measures of performance as drivers of shareholder value - a comparative analysis, in: *Meditari Accountancy Research* 13 (2), pp. 1-16.
- Farris, T. M.; Hutchison, P. D. (2002): Cash-to-cash: the new supply chain management metric, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 32 (4), pp. 288-298.
- Grinyer, J. (1985): Earned economic income: a theory of matching, in: *Abacus*, pp. 43-54.
- Hahn, G.; Kuhn, H. (2011): Optimizing a value-based performance indicator in mid-term sales and operations planning. *Journal of the Operational Research Society* 62, pp. 515-525.
- Halldorsson, A.; Arlbørn, J. S. (2005): Research methodologies in supply chain management - what do we know?, in: H. Kotzab, S. Seuring, M. Müller, and G. Reiner (Eds.): *Research Methodologies in Supply Chain Management*, Physica-Verlag, pp. 107-22.
- Hawawini, G. A.; Viallet, C. (2002): *Finance for Executives Managing for Value Creation*, 2nd Ed., Mason/OH.

- Hendricks, K. B.; Singhal, V. R. (2003): The effect of supply chain glitches on shareholder wealth, in: *Journal of Operations Management* 21, pp. 501-522.
- Hendricks, K. B.; Singhal, V. R. (2005a): Association between supply chain glitches and operating performance, in: *Management Science* 51 (5), pp. 695-711.
- Hendricks, K. B.; Singhal, V. R. (2005b): An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long-run stock price performance and equity risk of the firm, in: *Production and Operations Management* 14 (1), pp. 35-52.
- Henkel KGaA (2000-2010): Annual reports. <http://www.henkel.de/investor-relations/downloads-archiv-10481.htm>, accessed: February 25, 2011.
- Hofmann, E. (2006): Quantifying and setting off network performance, in: *International Journal for Networking and Virtual Organisations* 3 (3), pp. 317-339.
- Hofmann, E.; Locker, A. (2009): Value-based performance measurement in supply chain: a case study from the packaging industry, in: *Production Planning & Control* 20 (1), pp. 68-81.
- Lambert, D. M.; Burduroglu, R. (2000): Measuring and selling the value of logistics, in: *The International Journal of Logistics Management* 11 (1), pp. 1-17.
- Lambert, D. M.; Pohlen, T. L. (2001): Supply chain metrics. *The International Journal of Logistics Management* 12 (1), pp. 1-19.
- Losbichler, H.; Rothböck, M. (2006): Creating shareholder value through value-driven supply chain management, in: W. Kersten and T. Blecker (Eds.): *Managing Risks in Supply Chains How to Build Reliable Collaboration in Logistics*, Berlin, pp. 281-296.
- Lueg, R.; Schäffer, U. (2010): Assessing empirical research on value-based management: Guidelines for improved hypothesis testing, in: *Journal für Betriebswirtschaft* 60, pp. 1-47.
- Madden, B. J. (1998): The CFROI valuation model, in: *The Journal of Investing* 7 (1), pp. 31-44.
- Malmi, T.; Ikäheimo, S. (2003): Value based management practices-some evidence from the field, in: *Management Accounting Research* 14 (3), pp. 235-254.
- Marquai, A.; Alcantara, R. Christopher, R. (2010): Using the systematic literature review procedure to identify the root causes of out-of-stock in retail supply chains. *Proceedings of the 17th International Annual EurOMA Conference*, Porto.
- Mentzer, J. T.; de Witt, R.; Keebler, J. S.; Min, S.; Nix, N. W.; Smith, C. D.; Zacharia, Z. G. (2001): Defining supply chain management, in: *Journal of Business Logistics* 22 (2), pp. 1-25.
- Meredith, J. (1993): Theory building through conceptual methods, in: *International Journal of Operations & Production Management* 13 (3), pp. 3-11.
- Meredith, J.; Raturi, A.; Amoako-Gyampah, K.; Kaplan, B. (1989): Alternative research paradigms in operations, in: *Journal of Operations Management* 8, pp. 297-326.
- Otto, A.; Obermaier, R. (2009): How can supply networks increase firm value? a causal framework to structure the answer, in: *Logistics Research* 1, pp. 131-148.
- Ottosson, E.; Weissenrieder, F. (1996): Cash value added - a new method for measuring financial performance, in: *Technical report*, Department of Economics, Gothenburg University.
- Poston, R.; Grabinski, S. (2001): Financial impacts of enterprise resource planning implementations, in: *International Journal of Accounting Information Systems* 2, pp. 271-294.
- Rappaport, A. (1998): *Creating Shareholder Value*, 2nd Ed., New York.
- Ross, S. A.; Westerfield, R. W.; Jaffe, J. (2002): *Corporate Finance*, 6th Ed., Boston et al.
- Schilling, G. (1996): Working capital's role in maintaining corporate liquidity, in: *TMA Journal*, pp. 4-7.
- Schilling, R.; H. Kuhn; Brandenburg, M. (2010): Simulation-based evaluation of tactical supply chain design scenarios for new product introduction, in: *Proceedings of the 17th International Annual EurOMA Conference*, Porto.

- Schnetzler, M.; Sennheiser, A.; Weidemann, M. (2004): Supply chain strategies for business success, in: Proceedings of the International IMS Forum 2004: "Global Challenges in Manufacturing", Cernobbio, Italy, pp. 691-698.
- Seuring, S. (2001): Supply chain costing - a conceptual framework, in: S. Seuring and M. Goldbach (Eds.): Cost management in supply chains, Heidelberg New York, pp. 16-30.
- Seuring, S.; Goldbach, M. (Eds.) (2001): Cost management in supply chains, Heidelberg New York.
- Shapiro, J. F. (2007): Modeling The Supply Chain, 2nd Ed., Duxbury.
- Sridharan, U. V.; Caines, W. R.; Patterson, C. C. (2005): Implementation of supply chain management and its impact on the value of firms, in: Supply Chain Management: An International Journal 10 (4), pp. 313-318.
- Srivastava, R. K.; Tasadduq, A. S.; Fahey, L. (1998): Market-based assets and shareholder value: A framework for analysis, in: Journal of Marketing 62, pp. 2-18.
- Stewart, G. B. (1991): The Quest for Value: the EVA Management Guide, New York.
- Suang, H.; Wang, L. (2009): The status and development of logistics cost management: evidence from mainland china, in: Benchmarking: An International Journal 16 (5), pp. 657-670.
- Young, D. S.; O'Byrne, S. F. (2001): EVA[®] & value based management: a practical guide to implementation, 1st Ed., New York.

Unternehmenswertorientiertes Logistik-Controlling durch Ableitung eines wertstrom- und kennzahlenbasierten Zielgrößensystems: Ein Abgleich zwischen Theorie und Praxis am Beispiel der Automobilzulieferindustrie

Verena Rieder

Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insb. Logistik - Prof. em. Peter Klaus D.B.A./
Boston Univ., Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lange Gasse 20,
90403 Nürnberg,
verena.rieder@phil.stud.uni-erlangen.de

Zusammenfassung

Um Wettbewerbsvorteile zu erlangen, ist die Unternehmenslogistik heutzutage nicht nur kosten- und leistungseffizient zu gestalten, sondern sie muss auch einen Beitrag zur nachhaltigen Steigerung des Shareholder Value als dem obersten finanzwirtschaftlichen Unternehmensziel leisten. Dies erfordert eine wertorientierte Steuerung durch das Logistik-Controlling und die Lösung der zugrunde liegenden Prinzipal-Agenten-Beziehungen. Dazu muss das Controlling wertorientierte Logistikkennzahlen generieren und diese als Zielgrößen einsetzen, um das Verhalten der Logistikmanager auf den unterschiedlichen Hierarchieebenen zu steuern. Ein entsprechend ausgeprägtes Berichtswesen und betriebliches Anreizsystem runden das wertorientierte Steuerungskonzept ab. Anhand einer aktuellen Fallstudie aus der Automobilzulieferindustrie zeigt dieser Beitrag auf, wie das Controlling ein derartiges kennzahlenbasiertes Zielgrößensystem zur unternehmenswertorientierten Logistiksteuerung entwickelt. Im ersten Schritt werden mithilfe eines Werttreiberbaumes die richtigen wertstrombezogenen Kennzahlen abgeleitet und ein Kennzahlensystem gebildet. Im zweiten Schritt müssen diese Kennzahlen gemäß dem Controllability-Prinzip als Zielgrößen implementiert werden. Eine jeweils zwischen Vorgesetztem und Mitarbeiter geschlossene Zielvereinbarung bildet hierzu die vertragliche Grundlage im Sinne der Prinzipal-Agent-Theorie und ist ein Instrument der Logistiksteuerung. Durch einen Abgleich mit der Theorie der logistischen Kennzahlengenerierung sowie der Zielbildung im Rahmen des Management by Objectives wird die Vorgehensweise des Automobilzulieferers kritisch reflektiert. Das Ergebnis ist ein hoher Grad an Übereinstimmung zwischen theoretischer und praktischer Methodik. Die Fallstudien- in Verbindung mit der Literaturbetrachtung lässt auch schlussfolgern, dass Logistikkennzahlen, Zielgrößen und insbesondere Zielvorgaben an die jeweiligen Gegebenheiten eines Unternehmens oder Werkes anzupassen und regelmäßig zu überprüfen sind.

1 Einleitung: Die Steuerung der Unternehmenslogistik basiert auf mehrstufigen Prinzipal-Agenten-Beziehungen

Logistik als Führungskonzeption – mit dem eigenständigen Erkenntnisziel der Flussorientierung – beinhaltet das Management sämtlicher Material- sowie dazugehöriger Informations- und Finanzflüsse im Unternehmen.¹ Die Unternehmenslogistik integriert somit die Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Entsorgungslogistik, deren Einflussbereich an den Schnittstellen zu den Beschaffungs- und Absatzmärkten endet.² Das Logistik-Controlling unterstützt das Logistikmanagement, indem es die Führungsteilsysteme Planung, Kontrolle und Informationsversorgung koordiniert und damit eine kontinuierliche Entscheidungsunterstützung und Wirtschaftlichkeitskontrolle der Leistungsprozesse gewährleistet.³ Ferner kann das Controlling auch die Teilsysteme der Personalführung und Organisation mit einbeziehen.⁴

Den Ansätzen von Lochthowe (1990), Syska (1990), Fischer (1991) und Pfohl (2004) folgend, stellt das Logistik-Controlling dabei primär die Ausrichtung der Logistik auf Erreichung der Unternehmensziele sicher, indem es Zielsysteme entwickelt. In Form einer Zielhierarchie werden die normativen Unternehmensziele in strategische und operative Logistikziele transformiert. Zur Operationalisierung des Zielsystems und zur Ableitung entsprechender Steuerungsgrößen bildet das Controlling Kennzahlen und Kennzahlensysteme, die den Grad der Zielerfüllung messen.

Nach einer eingehenden Untersuchung konstatierten Weber et al.,⁵ dass sich bis dato weder Wissenschaft noch Praxis umfassend mit dem Thema Kennzahlen und Kennzahlensysteme für die Logistik auseinandergesetzt haben. Weber et al. erarbeiten daraufhin theoretisch-fundiert sowie empirisch-gestützt eine Methode zur Generierung von Logistikkennzahlen.⁶ Dieser Beitrag überprüft anhand einer aktuellen Fallstudie aus der Automobilzulieferindustrie, ob sich diese empfohlene Methodik in der Unternehmenspraxis etabliert hat. Zudem wird aufgezeigt, wie die Controllingpraxis diese wertstrombezogenen Kennzahlen als Zielgrößen einsetzt, um die Handlungen der Logistikmanager an der Steigerung des Unternehmenswertes – des Shareholder Value – auszurichten und um Logistikprozesse in dezentralen Einheiten – den Werken – zu steuern.

¹ Vgl. Klaus (2002), S. 84 ff.; vgl. Göpfert (2005), S. 23. Die Arbeit legt das Verständnis der dritten Entwicklungsstufe der Logistik-Konzeption zugrunde: Logistik als flussorientiertes Management.

² Vgl. Pfohl (2010), S. 17 ff.

³ Vgl. bereits Pfohl/ Hoffmann (1984), S. 43 f.; vgl. Reichmann (2001), S. 417 ff.; vgl. Küpper (2005), S. 453 ff.; vgl. Schulte (2009), S. 615 ff.

⁴ Vgl. Weber (1998), S. 34. Diese Auffassung teilen auch Eschenbach/ Niedermayr (1995), S. 49 ff. und Küpper (2005), S. 28 ff. und S. 455 f., der gleichzeitig anmerkt, dass für den Bereich des Logistik-Controlling diese Teilabstimmungen bisher wenig betrachtet wurden.

⁵ Vgl. Weber et al. (1995a), S. 15 ff.

⁶ Vgl. Weber et al. (1995a), S. 22 ff. und Weber et al. (1995b), S. 195 ff.

Speziell die Verknüpfung von logistischen Kennzahlen- und Zielsystemen stellt ein Themengebiet dar, dem Weber et al. ein Forschungsdefizit attestieren.⁷ Der vorliegende Beitrag will diese Lücke schließen, indem er zwei Forschungsfragen adressiert: Wie entwickelt das Controlling ein kennzahlenbasiertes Zielgrößensystem zur unternehmenswertorientierten Logistiksteuerung am Beispiel der Automobilzulieferindustrie? Und nachfolgend: Welche Erkenntnisse offenbart hier ein Vergleich der theoretischen Grundlagen zur Kennzahlengenerierung und Zielgrößenimplementierung mit der Unternehmenspraxis? Ihre Beantwortung zeigt, wie die Herausforderung einer kapitalmarktorientierten Logistiksteuerung gelöst werden kann. Von einer Detailbetrachtung ausgeklammert bleiben die vielfältigen Formen der Incentivierung im Rahmen des Anreizsystems.

Vom theoretischen Ansatz geht es bei Betrachtung einer derartigen Problemstellung um die Gestaltung mehrstufiger Prinzipal-Agenten-Beziehungen – herunter gebrochen über die verschiedenen Hierarchieebenen – im Logistikmanagement.⁸ Die Prinzipal-Agent-Theorie, ein Forschungsansatz der Neuen Institutionenökonomie, betrachtet arbeitsteilige Auftraggeber-Auftragnehmer-Beziehungen, die annahmegemäß durch asymmetrische Informationsverteilung und divergierende Zielsetzungen beider Parteien gekennzeichnet sind.⁹ Zur Reduzierung auftretender, intraorganisatorischer Interessenskonflikte können entsprechende Anreiz- und Kontrollsysteme installiert werden.¹⁰ Ein bewährter Anreizmechanismus setzt mittels vertraglicher Zielvereinbarung an der Vergütung eines Agenten an und damit an der Definition objektiver Leistungsgrößen in Form von Kennzahlen und Zielvorgaben.

Strukturiert ist dieser Beitrag wie folgt: Das anschließende Kapitel 2 schafft - literaturbasiert – die begrifflichen sowie konzeptionellen Grundlagen für das Verständnis der Kennzahlenbildung und Zielgrößenimplementierung im Rahmen des wertorientierten Logistik-Controlling. Kapitel 3 beinhaltet den empirischen Teil der Untersuchung mit einer Fallstudie in der Automobilzulieferindustrie. Ein Abgleich zwischen Theorie und Praxis erfolgt in Kapitel 4. Das von der Controllingpraxis entwickelte wertorientierte Steuerungskonzept für die Unternehmenslogistik wird einer kritischen Würdigung unterzogen. Die gewonnenen theoretischen und praktischen Erkenntnisse fasst Kapitel 5 zusammen und gibt Gestaltungsempfehlungen für das Logistik-Controlling.

⁷ Vgl. Weber et al. (1995a), S. 19 f. Unter den wenigen Arbeiten hierzu vgl. Syska (1990), S. 82 ff.; vgl. Lochthowe (1990), S. 80 ff.; vgl. Fischer (1991), S. 89 ff.; vgl. Pfohl (2004), S. 206 ff.

⁸ Vgl. Küpper (2005), S. 76 ff. zur Bedeutung agencytheoretischer Ansätze für die Verhaltenssteuerung im Rahmen des führungsunterstützenden Controllings.

⁹ Vgl. Spremann (1990), S. 562 ff.; vgl. Picot/ Reichwald/ Wigand (2001), S. 48 ff. sowie ausführlich vgl. Jost (2001); vgl. Göbel (2002), S. 98 ff. und vgl. Meinhövel (2005), S. 65 ff. Die Prinzipal-Agent-Theorie basiert vornehmlich auf Arbeiten von Ross (1973), Jensen/ Meckling (1976) und Fama (1980).

¹⁰ Vgl. ausführlich bspw. Küpper (2005), S. 67 ff. Nach der Form der Informationsasymmetrie und dem Entstehungszeitpunkt lassen sich vier typische Konfliktsituationen und deren Lösungsansätze unterscheiden: hidden characteristics, hidden information, hidden action und hidden intention.

2 Konzeptionelle Grundlagen: Zur Verhaltenssteuerung generiert das Logistik-Controlling wertorientierte Kennzahlen und implementiert sie als Zielgrößen

Die Ableitung von Kennzahlen für die Logistik erfordert eine tragfähige theoretische Verankerung, da unstrukturierte Sammlungen von Kennzahlen die Gefahr einer Fehlsteuerung bergen. Eine adäquate Basis liefert das Konzept des wertorientierten Logistik-Controllings. Als Managementteilstfunktion ist es organisatorisch verankert und mit entsprechenden Aufgaben und Instrumenten ausgestattet, die zu einer langfristigen Steigerung des Unternehmenswertes beitragen können. Der Unternehmenswert fungiert in diesem Fall als interne Führungsgröße mit dem Ziel unternehmerische und insbesondere logistische Entscheidungen daran auszurichten.¹¹

Zurückführen lässt sich die seit den 1980er-Jahren steigende Bedeutung und Etablierung einer wertorientierten Unternehmenssteuerung in erster Linie auf folgende Ursachen:¹²

- Eine Mergers und Acquisitions-Welle, ausgelöst insbesondere durch so genannte Corporate Raider, die durch feindliche Übernahme unterbewerteter¹³, diversifizierter Großunternehmen, deren anschließender Zerschlagung und Verkauf einzelner Geschäfte enorme Gewinne erzielten.
- Die Globalisierung der Finanz- und Kapitalmärkte verschärft den Wettbewerb um die knappe Ressource Kapital.
- Die Veränderung der Eigentümerstrukturen durch die zunehmende Bedeutung institutioneller sowie internationaler Investoren (z.B. Banken, Versicherungen, Investmentfonds) auf den Kapitalmärkten und deren Rendite-Anforderungen.
- Die traditionellen, gewinnorientierten Steuerungsgrößen weisen zahlreiche Defizite auf. Kritisiert wird u.a. die Vergangenheitsorientierung, die mangelhafte Berücksichtigung von Risiken sowie der Kosten des Eigenkapitals und die geringe Korrelation zwischen jahresabschlussorientierten Kennzahlen und der Wertentwicklung am Kapitalmarkt.¹⁴
- Durch die personelle Trennung von Eigentum und Management treten Informationsasymmetrien und folglich Prinzipal-Agenten-Probleme auf.¹⁵

¹¹ Hinsichtlich der Tragweite der Wertorientierung existieren in Theorie und Praxis unterschiedliche Auffassungen. Vgl. Riedl (2000), S. 85 ff. zu verschiedenen Auslegungen der Unternehmenswertorientierung.

¹² Vgl. ausführlich Günther (1997), S. 5 ff.; vgl. Knorren (1998), S. 5 ff.; vgl. Riedl (2000), S. 105 ff.

¹³ Ein unterbewertetes Unternehmen verfügt über eine so genannte Wertlücke, d.h. es existiert eine monetäre Differenz zwischen der Bewertung des Unternehmens am Kapitalmarkt und dem potenziellen, maximalen Wert des Unternehmens nach Durchführung von wertsteigernden Maßnahmen; vgl. Günther (1997), S. 8 ff. auch zu den Ursachen von Wertlücken.

¹⁴ Vgl. ausführlich Herter (1994), S. 32 ff.; vgl. Günther (1997), S. 50 ff.; vgl. Knorren (1998), S. 10 ff. und vgl. Rappaport (1999), S. 15 ff. zu den Mängeln traditioneller Erfolgsgrößen.

¹⁵ Vgl. außerdem Rappaport (1999), S. 3 ff. zum Thema Informationsasymmetrien als Erklärungsansatz für die Notwendigkeit der Wertorientierung.

- Großunternehmen sind durch eine zunehmende Dezentralisierung von Führungs- und Entscheidungsstrukturen gekennzeichnet. Es stellen sich auch hier Prinzipal-Agenten-Probleme und die Frage nach deren effizienter Steuerung.¹⁶

Diese Entwicklungen begründen die Notwendigkeit unternehmerisches Handeln an der nachhaltigen Steigerung des Unternehmenswertes als dem obersten finanzwirtschaftlichen Unternehmensziel auszurichten. Der Unternehmenswert – ausgedrückt als Marktwert des Eigenkapitals oder Shareholder Value – ergibt sich aus dem Gesamtunternehmenswert abzüglich des Wertes des Fremdkapitals.¹⁷ Dem auf der Arbeit von Rappaport¹⁸ basierenden Shareholder Value-Konzept liegt die Überlegung zugrunde, dass ein Unternehmen den Wert für seine Eigentümer nur dann erhöht, wenn die erzielte Eigenkapitalrendite über den Eigenkapitalkosten liegt. Demgegenüber fordert der Stakeholder Value-Ansatz, Werte nicht nur für die Anteilseigner zu schaffen, sondern für alle Anspruchsgruppen¹⁹ einer Unternehmung, wobei Wertschaffung gleichzusetzen ist mit der Generierung von qualitativem oder quantitativem Nutzen.²⁰ Allerdings zeigt sich, dass die Berücksichtigung der divergierenden Stakeholder-Interessen mit vielen Problemen behaftet ist, vor allem bezüglich der Operationalisierung.²¹

Auf der Shareholder Value vs. Stakeholder Value-Diskussion basierend, wählt der vorliegende Beitrag einen integrativen Ansatz.²² Zwecks Operationalisierbarkeit – in Form einer monetär messbaren Spitzenkennzahl – wird dem Shareholder-Ansatz gefolgt, womit jedoch indirekt allen Anspruchsgruppen Rechnung getragen wird. Denn durch eine nachhaltige Unternehmenswertsteigerung wird der Fortbestand eines Unternehmens gesichert und damit die Voraussetzung geschaffen für die Erfüllung der Interessen der Stakeholder. So ermöglicht eine hohe Wertschaffung – neben Dividendenausüttungen – u.a. die Zahlung von Löhnen und Gehältern, den Erhalt von Arbeitsplätzen sowie eine langfristige Bindung zu Lieferanten und Kunden. Ferner werden Zinszahlungen und Kredittilgungen an Banken sowie die Begleichung von Steuerschulden an den Fiskus gewährleistet. In der Umsetzung erfordert dies die wertorientierte Ausgestaltung des gesamten Führungssystems eines Unternehmens, so auch für das Logistik-Controlling.

¹⁶ Vgl. Herter (1994), S. 30 f.

¹⁷ Vgl. Rappaport (1999), S.40; wobei sich der Gesamtunternehmenswert als Barwert zukünftiger Cashflows des Unternehmens errechnet, die mit einem gewichteten durchschnittlichen Kapitalkostensatz diskontiert werden.

¹⁸ Vgl. Rappaport (1986).

¹⁹ Unter Anspruchsgruppen sind Personen(gruppen) zu verstehen, die Einfluss auf die Ziele eines Unternehmens nehmen können und von den Auswirkungen der Unternehmenstätigkeit in irgendeiner Form betroffen sind. Hierzu gehören u.a. Eigen- und Fremdkapitalgeber, Top-Management, Führungskräfte und Mitarbeiter, Kunden, Lieferanten, Wettbewerber, Staat, Öffentlichkeit.

²⁰ Vgl. Janisch (1993), S. 34. Zur Kritik am Shareholder-Ansatz vgl. Janisch (1993), S. 96 ff.

²¹ Vgl. bspw. Rappaport (1999), S. 6 ff.; vgl. Beck (2003), S. 28 ff. für eine ausführliche Darstellung der Kritik am Stakeholder-Konzept.

²² Vgl. auch Pape (2010), S. 40 ff.; vgl. Hungenberg (2011), S. 30 ff.

2.1 Ein Steuerungskonzept für das wertorientierte Logistik-Controlling

Unter Logistik-Controlling ist ganz allgemein die Anwendung einer Controlling-Konzeption auf die Logistik zu verstehen.²³ Das Logistik-Controlling unterstützt demnach das Management bei der Ausrichtung von Führungsaktivitäten auf die Unternehmensziele.²⁴ Hinsichtlich des Aufgabenbereichs existieren jedoch unterschiedliche Auffassungen, die von der Informationsversorgung²⁵ über die Koordination einzelner oder aller Führungsteilsysteme des Unternehmens²⁶ bis zur Sicherstellung der Rationalität der Führung²⁷ reichen. Für die vorliegende Arbeit wird das – auf Küpper basierende – koordinationsorientierte Controllingverständnis zugrunde gelegt. Demnach koordiniert das Controlling das Führungssystem mit allen Teilsystemen (Planungs-, Kontroll-, Informationsversorgungs-, Personalführungs- und Organisationssystem), um das Management zur Koordination des Ausführungssystems zu befähigen.²⁸

Die spezifische Problemstellung des wertorientierten Logistik-Controllings besteht – analog dazu – in der Unterstützung des Logistikmanagements bei der Ausrichtung der Ausführungshandlungen im Bereich Beschaffung, Produktion und Distribution auf die Steigerung des Unternehmenswertes.²⁹ Aus dieser Zielsetzung lassen sich die Koordinationsaufgaben des Logistik-Controllings ableiten; differenziert zwischen systembildenden und systemkoppelnden Tätigkeiten.³⁰ Während die Systembildung alle Aufgaben beinhaltet, die zum Aufbau eines umfassenden, wertorientierten Logistikführungssystems beitragen, sorgt die Systemkoppelung für die laufende Koordination der einzelnen Führungsteilsysteme. Einen laufenden Rückkoppelungsprozess gewährleisten die Controllingfunktionen der Planung, Kontrolle, Informationsversorgung und Steuerung.³¹ Eine Steuerungsfunktion ist zentral, da die Erreichung der festgelegten Ziele basierend auf einer Planung und der anschließenden Kontrolle durch das Logistik-

²³ Vgl. Göpfert (2005), S. 54; vgl. Pfohl (2004), S. 201. Eine Controlling-Konzeption besteht i.d.R. aus den Komponenten: spezifische Problemstellung des Controlling, Controllingziele, -organisation, -aufgaben, und -instrumente.

²⁴ Vgl. bspw. Küpper/ Weber/ Zünd (1990), S. 283; vgl. Hahn/ Hungenberg (2001), S. 265; vgl. Horváth (2003), S. 151.

²⁵ Vgl. Hahn/ Hungenberg (2001), S. 265; vgl. Reichmann (2001), S. 13.

²⁶ Vgl. Horváth (2003), S. 148 ff.; vgl. Küpper/ Weber/ Zünd (1990), S. 283; vgl. Küpper (2005), S. 25 ff. Im Gegensatz zu Küpper beschränkt Horváth die Controllingaufgaben auf die Koordination von Planungs- und Kontrollsystem mit dem Informationsversorgungssystem.

²⁷ Vgl. Weber/ Schäffer (2011), S. 42 ff.

²⁸ Vgl. Küpper/ Weber/ Zünd (1990), S. 283 f.; vgl. Küpper (2005), S. 35 ff. Hier zeigt sich eine Parallele zwischen Controlling und Logistik: Dem Controlling obliegt die Koordination des Führungssystems, während die Logistik im Ausführungssystem durch die Steuerung der Material- und Informationsflüsse entlang der Unternehmensgrundfunktionen Koordinationsaufgaben wahrnimmt; vgl. Küpper (2005), S. 453.

²⁹ Unterschiede zum klassischen Logistik-Controlling ergeben sich vor allem bei den Controllingaufgaben und -instrumenten; vgl. Böhl (2006), S. 41 f.

³⁰ Vgl. detailliert Böhl (2006), S. 43 ff.

³¹ Vgl. Vollmuth (1999), S. 11 und S. 47, wobei die Steuerung den Schwerpunkt bildet. Planung, Steuerung und Kontrolle wirken in Form eines kybernetischen Regelkreises zusammen.

Controlling nicht per se gewährleistet ist. So sind im Fall einer Soll-Ist-Abweichung zeitnah Korrekturmaßnahmen einzuleiten, um die vorab definierten Ziele noch realisieren zu können.³² Neben der regelmäßigen Bereitstellung von Informationen schließt dies eine Verhaltenssteuerung³³ der Entscheidungs- und Handlungsträger mit ein.

Um die in dezentral organisierten Unternehmensstrukturen auftretenden Prinzipal-Agenten-Beziehungen ergebnisorientiert und somit wertorientiert zu steuern, ist das Logistik-Controlling gehalten ein adäquates Steuerungssystem zu implementieren.³⁴ Dessen Bestandteile und Zusammenhänge sind in Abbildung 1 veranschaulicht.

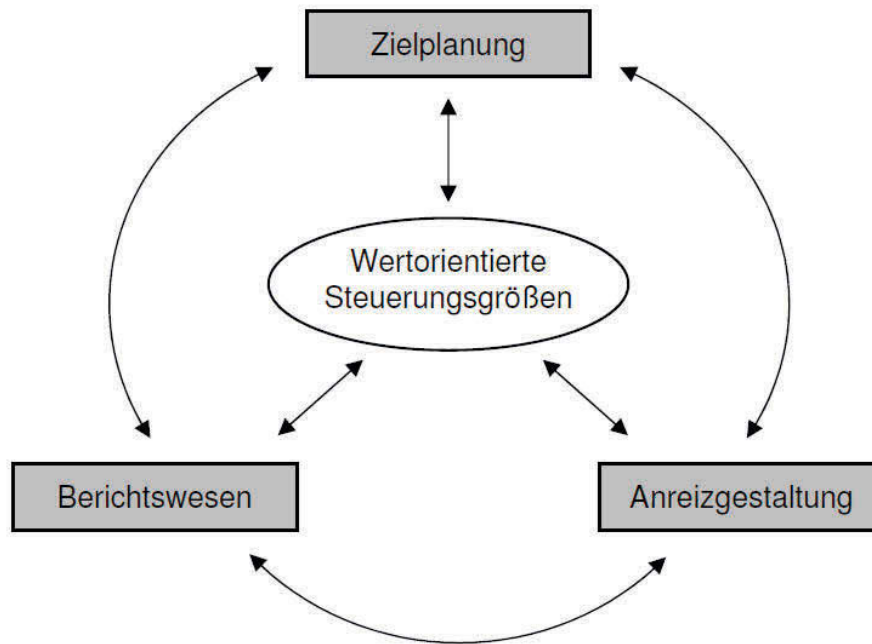


Abb. 1: Bestandteile eines wertorientierten Steuerungssystems³⁵

Im Zentrum stehen wertorientierte Steuerungsgrößen³⁶ in Form von Kennzahlen und daraus gebildeten Kennzahlensystemen, wobei insbesondere die Ziele des Prinzipals die Elemente und Struktur des Kennzahlensystems bestimmen. Mit der Kennzeichnung der Kennzahlen als zu verfolgende Ziele legt der Prinzipal das für die Agenten relevante Zielsystem der Unternehmung fest. Damit will der Prinzipal sicherstellen, dass die von den Agenten getroffenen Entscheidungen seinen wertorientierten Interessen entsprechen.

³² Vgl. Vollmuth (1999), S. 46.

³³ Unter Verhaltenssteuerung ist grundsätzlich die Einflussnahme auf ‚fremde‘ Entscheidungen zu verstehen.

³⁴ Vgl. im Folgenden sowie ausführlich Weber et al. (2004), S. 22 ff. Vgl. hierzu auch die Arbeit von Faul (2005), die zur Umsetzung einer wertorientierten Führung eine stärkere Verbindung von Unternehmenssteuerung und Verhaltenssteuerung fordert.

³⁵ In Anlehnung an Weber et al. (2004), S. 23.

³⁶ Vgl. ausführlich Schultze/ Hirsch (2005), S. 15 ff.; vgl. Weber et al. (2004), S. 84 ff. zu Anforderungskriterien an wertorientierte Steuerungsgrößen. Hierzu gehören: Zukunfts- und Risikoorientierung, Zielkongruenz, Maßgenauigkeit, Analysefähigkeit, Verständlich- und Wirtschaftlichkeit.

Die erfolgreiche Umsetzung des Zielgrößensystems hängt jedoch von weiteren Bestandteilen ab: Die auf diese Weise abgeleiteten wertorientierten Größen sind erstens in die – i.d.R. jährlich stattfindende – Zielplanung der Logistik aufzunehmen. Diese sollte alle Hierarchieebenen erfassen und in Form von Zielvereinbarungen zwischen Prinzipal und Agenten dokumentiert werden. Um die Agenten zu unternehmenszielkonformem Handeln zu motivieren, sind zweitens – neben der Verständlichkeit des Zielgrößensystems – geeignete Anreize zu schaffen. Eine wirksame Anreizgestaltung ist mit der Vergütung der Agenten verbunden, indem der Grad der Zielerfüllung die Bemessungsgrundlage für ihre Entlohnung darstellt. Drittens sind Prinzipal wie Agenten unterjährig – i.d.R. monatlich – mit relevanten Steuerungsinformationen durch das Logistik-Controlling zu versorgen. Dies ermöglicht einen laufenden Soll-Ist-Vergleich und zeigt den Agenten ggf. notwendige Verhaltenskorrekturen an. Hierfür ist ein zuverlässiges Berichtswesen zu installieren, das Auskunft über die wertorientierten Steuerungsgrößen gibt.³⁷ Dieser Beitrag vertieft nachfolgend die Aspekte der Kennzahlenbildung und Zielplanung, wobei ein funktionierendes, wertorientiert ausgeprägtes betriebliches Anreizsystem und Berichtswesen unterstellt werden.³⁸

2.2 *Eine Vorgehensmethodik zur Gewinnung logistischer Kennzahlen aus der Unternehmensstrategie und den Materialflusscharakteristika*

Für die interne Unternehmenssteuerung wurden Konzepte erarbeitet, die den Shareholder Value als finanzwirtschaftliche Größe abbilden. Zu den in Wissenschaft und Praxis diskutierten und verbreiteten Kennzahlenkonzepten zählen die Discounted Cashflow-Methode in der originären Version von Rappaport (1986 und 1999) sowie in der Interpretation von Copeland/ Koller/ Murrin (2002), der Economic Value Added von Stewart (1991 und 1994) und der Cash Value Added von der Boston Consulting Group (1999). Diesen Konzepten ist gemein, dass sich der so ermittelte Unternehmenswert nicht direkt beeinflussen lässt. Zur Operationalisierung des relativ abstrakten Ziels der Unternehmenswertsteigerung werden Vorsteuerungsgrößen – so genannte Werttreiber – in Form von Kennzahlen benötigt.

Kennzahlen³⁹ verkörpern ein zentrales Controllinginstrument⁴⁰, das in allen Unternehmensbereichen (z.B. Beschaffung, Produktion, Distribution) zum Einsatz kommt. Definiert als absolute Zahl (z.B. Working Capital, Umsatz) oder relative Größe (z.B.

³⁷ Kennzahlen sind Kernbestandteil des formalen Berichtswesens; vgl. hierzu Gladen (2003), S. 245 ff.

³⁸ Vgl. ausführlich Weber et al. (2004), S. 189 ff. zur wertorientierten Anreizgestaltung und Weber et al. (2004), S. 237 ff. zur wertorientierten Ausgestaltung des Berichtswesen. Zur wertorientierten Vergütung von Führungskräften vgl. auch Schnabel (1998).

³⁹ Alternative Begriffe hierfür sind: Kenngröße, Kennziffer, Messgröße, Messzahl, Indikator oder die englischsprachigen Ausdrücke Key Performance Indicator (KPI), Performance Measure, Performance Indicator, Ratio. Eine einheitliche Terminologie hat sich nicht durchgesetzt. Voraussetzung zur Bildung von Kennzahlen ist eine funktionierende Kosten- und Leistungsrechnung.

⁴⁰ Als Controllinginstrumente werden alle Methoden, Modelle und technischen Hilfsmittel bezeichnet, die der Erfüllung der Controllingaufgaben und damit der Erreichung der Controlling- und Unternehmensziele dienen; vgl. Horváth (2003), S. 150.

ROCE, Lagerumschlagsrate), informieren sie in konzentrierter Form über einen quantitativ erfassbaren Tatbestand.⁴¹ Allerdings sind sie isoliert betrachtet wenig aussagekräftig.⁴² Ihren eigentlichen Nutzen erfahren sie im Rahmen von Kennzahlensystemen, die eine Zusammenstellung mehrerer Kennzahlen darstellen, zwischen denen mathematische und/ oder sachlogische Beziehungen bestehen.⁴³

Neben der Operationalisierung des Unternehmensziels verwendet das Logistik-Controlling wertorientierte Kennzahlen und Kennzahlensysteme, um dem Logistikmanagement fundierte Informationen zur Steuerung der Unternehmenslogistik zu liefern. Kennzahlen für die Logistik⁴⁴ werden zwar in zahlreichen Veröffentlichungen aus Theorie und Praxis thematisiert,⁴⁵ jedoch gehen diese Darstellungen i.d.R. nicht über eine Aufzählung von Einzelkennzahlen hinaus.⁴⁶ Eine fundierte Herleitung von Logistikkennzahlen und die daraus resultierende Entwicklung eines Kennzahlensystems für die Logistik finden sich in konzeptionellen Arbeiten kaum.⁴⁷ Lediglich einige wenige Beiträge leiten Kennzahlensysteme strukturiert aus den Logistikzielen oder der Logistikstrategie ab.⁴⁸ Um eine systematische Kennzahlengenerierung zu unterstützen, erarbeiten Weber et al. theoretisch-fundiert sowie empirisch-gestützt ein generalisiertes Vorgehensmodell speziell für die Logistik.⁴⁹ Zur Ableitung von Kennzahlen (-systemen) befürworten sie eine Kombination aus deduktivem und induktivem Ansatz.⁵⁰ Dadurch soll sichergestellt werden, dass sowohl strategische Führungsüberlegungen (Unternehmens- und Logistikziele) als auch operative Besonderheiten des Logistiksystems (Komplexität und Dynamik) ihre Berücksichtigung finden und miteinander verknüpft werden. Eine nähere Beschreibung der in Abbildung 2 kompakt dargestellten Ableitungsschritte erfolgt in Kapitel 4 im Rahmen der Fallstudienanalyse.

⁴¹ Vgl. Reichmann (2001), S. 19; vgl. ähnlich Küpper (2005), S. 359; vgl. hierzu auch Gladen (2003), S. 12 ff. und Siegwart (2002), S. 5 ff.

⁴² Vgl. Reichmann (2001), S. 22 f.

⁴³ Vgl. Siegwart (2002), S. 27. Vgl. demgegenüber Reichmann (2001), S. 23, der in systematische, mathematische oder empirische Beziehungen unterscheidet und vgl. Küpper (2005), S. 361 f., der hier logische, empirische oder hierarchische Beziehungen nennt. Zu den bedeutendsten Kennzahlensystemen zählen u.a. das DuPont-System und das ZVEI-System; vgl. Siegwart (2002), S. 30 ff.

⁴⁴ Vgl. Göpfert (2005), S. 348 zu den Arten logistischer Kennzahlen.

⁴⁵ Vgl. Weber et al. (1995a), S.16 für eine Übersicht der zu Logistikkennzahlen erschienenen Beiträge.

⁴⁶ Vgl. Pfohl/ Zöllner (1991), S. 323. Vgl. auch Caplice/ Sheffi (1995), S. 62, die nach Auswertung der englischsprachigen Logistikliteratur eine ähnliche Schlussfolgerung ziehen.

⁴⁷ Vgl. Weber et al. (1995a), S. 15, die zugleich auf einen entsprechenden Bedarf in der Unternehmenspraxis hinweisen; vgl. Weber et al. (1995a), S. 22. Vgl. bspw. Pfohl (2004), S. 207 f. zu den Anforderungen an die Kennzahlenbildung.

⁴⁸ Vgl. u.a. die Arbeiten von Pfohl/ Hoffmann (1984), S. 47 ff.; vgl. Andersson/ Aronsson/ Storhagen (1989); vgl. Pfohl/ Zöllner (1991) und vgl. Keebler et al. (1999), S. 71 ff.

⁴⁹ Vgl. im Folgenden ausführlich Weber et al. (1995a), S. 22 ff. und Weber et al. (1995b), S. 195 ff. Vgl. ergänzend die Vorgehensweise bei Göpfert (2005), S. 363 ff. Im Unterschied zu Weber et al. sind die Logistikziele ihr einziger Ansatzpunkt.

⁵⁰ Als mögliche Ableitungswege zur Entwicklung von Kennzahlen- und Zielsystemen nennt Küpper: die logische Herleitung, die empirisch-theoretische Fundierung, die empirisch-induktive Gewinnung, die modellgestützte Rechtfertigung und deren Kombinationen; vgl. Küpper (2005), S.368ff.

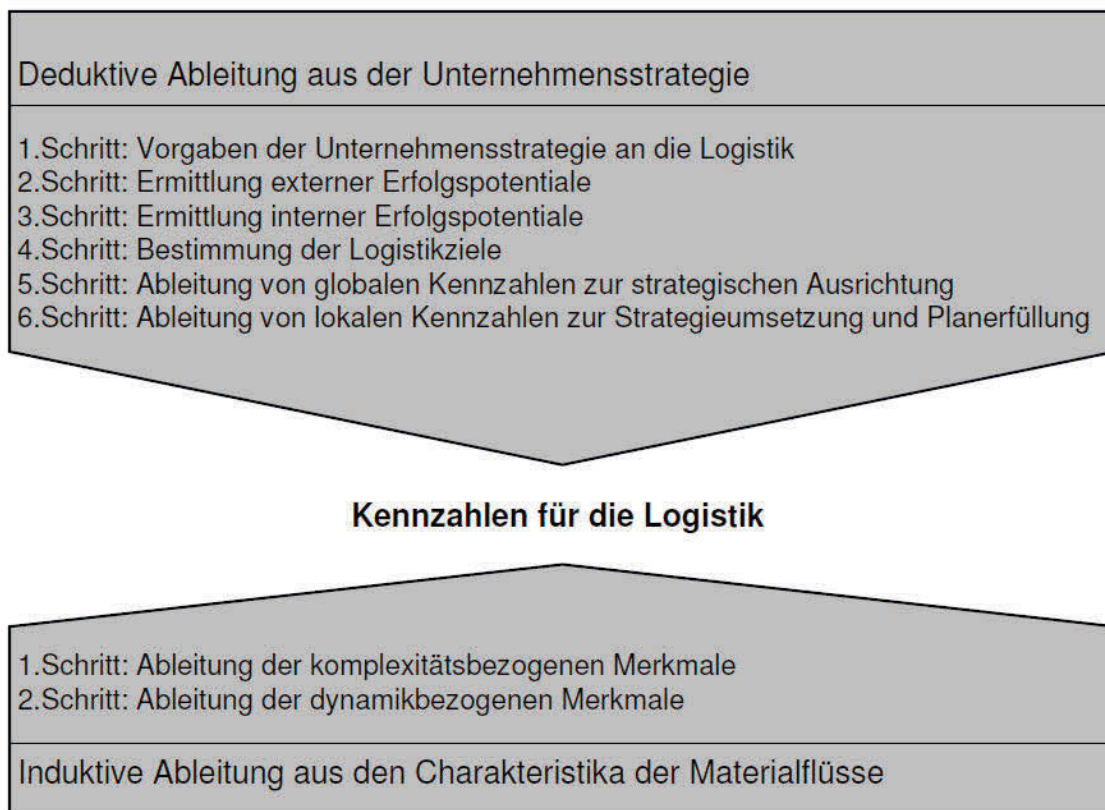


Abb. 2: Deduktive und induktive Schritte zur Ableitung von Logistikkennzahlen

Die auf diese dualistische Weise gewonnenen Logistikkennzahlen lassen sich anschließend in unterschiedlichen Formen und Zusammensetzungen zu Kennzahlensystemen verbinden. Folglich ergeben sich jeweils unternehmensindividuelle Kennzahlensysteme. Weber et al. differenzieren hier vier Fälle:⁵¹ die nach den verschiedenen Methoden abgeleiteten Kennzahlen weisen keinen Zusammenhang auf; es besteht entweder eine sachlogische oder eine mathematisch-funktionale Beziehung; es liegt Kennzahlenidentität vor. Zudem ist bei ihrer Entwicklung der jeweilige Verwendungszweck zu berücksichtigen.

Kennzahlen und Kennzahlensystemen erfüllen im Wesentlichen Analyse- und Steuerungszwecke, wobei vergangenheits- und zukunftsbezogene Analysen die Steuerungsfunktion ergänzen.⁵² Werden sie nicht nur zur Analyse, sondern auch zur Steuerung herangezogen, handelt es sich um Zielgrößen und Zielgrößensysteme.⁵³ Beispiele solcher steuerungsspezifischer Kennzahlensysteme sind die Balanced Scorecard und Zielhierarchien. In dieser Funktion angewendet, stellen Kennzahlen(-systeme) ein In-

⁵¹ Vgl. Weber et al. (1995a), S. 35 ff. Vgl. auch Weber (1995), S. 47 ff. zu Praxisberichten aus Industrie, Handel und Dienstleistung bezüglich der Generierung von Logistikkennzahlen.

⁵² Vgl. im Folgenden Gladen (2003), S. 18 ff. Küpper nimmt hierfür eine Unterscheidung in Informations- und Steuerungsfunktion vor; vgl. Küpper (2005), S. 362 ff.

⁵³ Ziele haben normativen Charakter und können prinzipiell qualitativer oder quantitativer Art sein. Setzt sich ein Zielsystem ausschließlich aus quantitativen Größen zusammen, ist es zugleich als Kennzahlensystem interpretierbar.

strument der Planung, der Verhaltenssteuerung von Handlungsträgern und der Kontrolle dar; sie koordinieren damit den wertorientierten Führungsprozess der Logistik.⁵⁴ Die nachfolgenden Ausführungen vertiefen diesen Aspekt.

2.3 *Eine unternehmenswertorientierte Logistiksteuerung durch Umsetzung des Konzepts des Management by Objectives*

Das wertorientierte Logistik-Controlling setzt Kennzahlen als Steuerungsinstrument ein, indem es Zielgrößen für organisatorische Einheiten wie z.B. Werke, Bereiche, Abteilungen oder Stellen formuliert; so genannte stellenspezifische Zielsysteme.⁵⁵ Damit die vorgegebenen wertorientierten Kennzahlen in verschiedenartigen Handlungssituationen Orientierungsgrößen bieten, sind sie zum einen an der sachlichen Entscheidungskompetenz der Stelleninhaber und zum anderen insbesondere an der hierarchischen Organisationsstruktur des Unternehmens auszurichten. Stellenspezifische Kennzahlen- und Zielsysteme operationalisieren dadurch zum einen die normativen Zielvorstellungen des Unternehmens bzw. der Logistik in eindeutig definierte, kommunizier- und messbare Zielgrößen. Zum anderen motivieren sie die unterschiedlichen Organisationseinheiten zu einem koordinierten Handeln, d.h. die von den Instanzen i.d.R. unabhängig voneinander getroffenen Entscheidungen sollen die Erreichung eines unternehmerischen Gesamtzieles – die Unternehmenswertsteigerung – fördern. Dabei ist zu differenzieren zwischen der vertikalen Koordination über die verschiedenen Hierarchieebenen im Unternehmen, die der Steuerung untergeordneter Einheiten dient, und der horizontalen Koordination von mehreren, weitgehend selbständigen Unternehmensbereichen derselben Organisationsebene, bei der es um die Lenkung dezentraler Einheiten geht.⁵⁶ Beiden Varianten liegt der Gedanke des Führens durch Ziele⁵⁷ zugrunde, das als Konzept des Management by Objectives in Theorie und Praxis Verbreitung gefunden hat und die Umsetzung einer wertorientierten Logistiksteuerung unterstützt.

Management by Objectives⁵⁸ kann aufgrund eines konsistenten Zielbildungs- und Beurteilungsprozesses als ein unternehmerisches Planungs-, Steuerungs- und Kontrollinstrument sowie als Führungsprinzip angesehen werden.⁵⁹ Dieses Konzept erfordert die Implementierung eines kontinuierlichen, langfristig angelegten, mehrstufigen Prozesses im Unternehmen, in dessen Mittelpunkt jeweils der Abschluss einer Zielvereinbarung zwischen Vorgesetztem und Mitarbeiter steht.⁶⁰ Die konkrete Zielfestlegung

⁵⁴ Vgl. auch Limberger (2010), S. 81 ff. zum Führen mit Kennzahlen in der Unternehmenslogistik.

⁵⁵ Vgl. im Folgenden Küpper (2005), S. 365 f. Küpper nennt zudem die Möglichkeit Ziele zur Lösung von einzelfallspezifischen Entscheidungsproblemen vorzugeben.

⁵⁶ Vgl. im Detail Küpper (2005), S. 382 ff.

⁵⁷ Ziele sind im Allgemeinen als von Menschen angestrebte zukünftige Zustände zu verstehen.

⁵⁸ Die Entwicklung dieses Konzepts geht insbesondere auf die Arbeiten von Drucker (1954), Odiorne (1965) und Humble (1972) zurück. Vgl. hierzu auch Schwaab et al. (2010).

⁵⁹ Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf der Darstellung bei Krause (2003), S. 35 ff.

⁶⁰ Vgl. ausführlich Watzka (2011); vgl. Eyer/ Haussmann (2009) zu Zielvereinbarungen und Zielbonusssystemen in Unternehmen; vgl. speziell Mohnke (2006) zu den rechtlichen Grundlagen.

kann entweder durch eine partizipative Vereinbarung erfolgen oder über eine autoritäre Vorgabe durch den Vorgesetzten. Ziele bewerten die Resultate menschlichen Handelns und sind in arbeitsteiligen Unternehmen für den Prinzipal ein Mittel zur Verhaltenssteuerung und Leistungsbeurteilung der Agenten. Die Zielvereinbarung bildet dazu die vertragliche Grundlage im Sinne der Prinzipal-Agent-Theorie. Um den Handlungsspielraum der Mitarbeiter motivationspsychologisch zu begrenzen, ist die Zielplanung und -erreichung regelmäßig mit dem Anreizsystem für die Entlohnung und Karriereplanung zu verknüpfen.⁶¹

Der Prozess des Management by Objectives kann – wie in Abbildung 3 veranschaulicht – anhand eines Kreislaufmodells mit den drei Phasen Zielbildung, Zielrealisierung und Zielerreichungskontrolle dargestellt werden.⁶² Angewendet auf die Logistik, lassen sich mithilfe dieses Konzepts die Entscheidungen der Logistikmanager an der Steigerung des Unternehmenswertes ausrichten. Hierzu sind folgende Schritte erforderlich, die sich zeitlich i.d.R. am Geschäftsjahr eines Unternehmens orientieren.

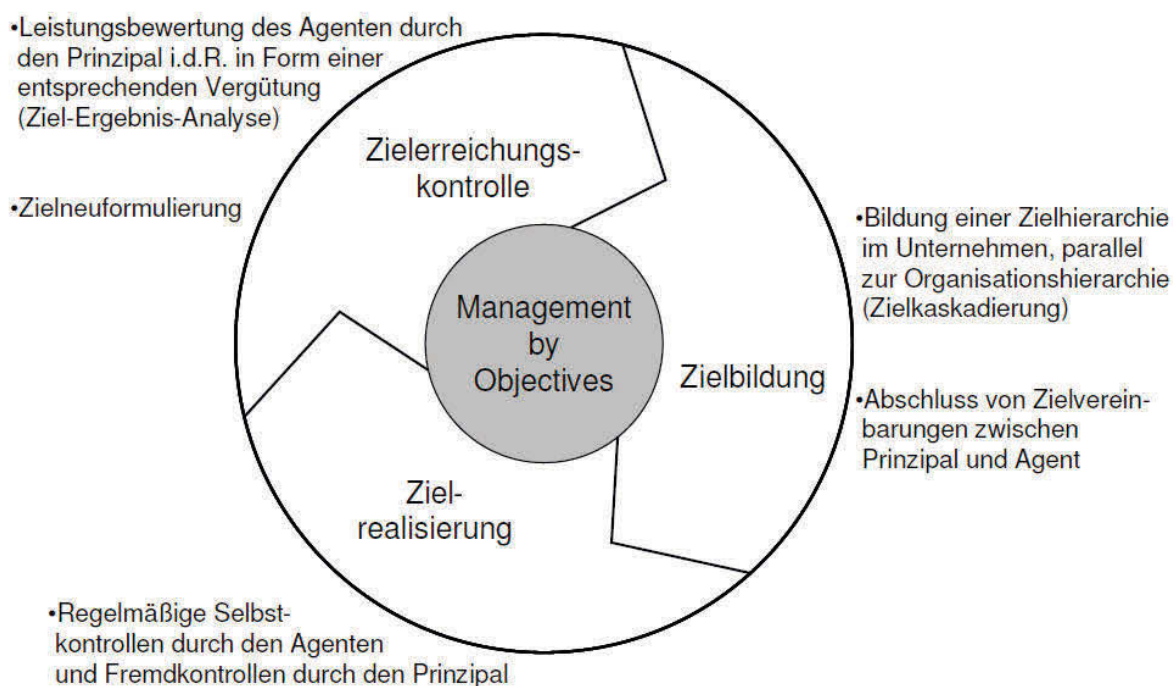


Abb. 3: Prozess und Aufgaben im Rahmen des Management by Objectives

Im Rahmen der Zielbildung – dem Ausgangspunkt des gesamten Prozesses – ist zunächst eine Zielhierarchie⁶³ für die Logistik – parallel zur Organisationshierarchie – aufzustellen, so dass im Ergebnis stellenspezifische Zielsysteme vorliegen (Zielkaskadierung). Damit ein hoher Zielerreichungsgrad auf den unterschiedlichen oder gleichen

⁶¹ Vgl. bspw. Schnabel (1998) zu den Möglichkeiten der wertorientierten Vergütung von Führungskräften.

⁶² Um diesen Prozess allgemeingültig darzustellen, werden die Begriffe Prinzipal und Agent verwendet. Es wird angenommen, dass ein Prinzipal mehrere Agenten hat.

⁶³ Unter einer Zielhierarchie ist ein entsprechend der Organisations- und Führungsstruktur hierarchisch aufgebautes Steuerungskennzahlensystem zu verstehen; vgl. Gladen (2003), S. 129.

Hierarchieebenen zu einer optimalen Steigerung des Unternehmenswertes führt, sind beim Ableiten von Zielhierarchien so genannte Zweck-Mittel-Relationen zu berücksichtigen, d.h. die untergeordneten Ziele sollten stets Mittel zur Erreichung eines übergeordneten Zwecks in Form eines nächsthöheren Ziels sein.⁶⁴ Jedoch ist es nicht ausreichend die Zweck-Mittel-Beziehungen definitionslogisch aus den obersten Unternehmenszielen abzuleiten. Es müssen zudem die zugrunde liegenden empirischen Ursache-Wirkungs-Beziehungen beachtet werden,⁶⁵ damit die Entwicklung eines widerspruchsfreien operationalen Zielsystems für die Logistik gelingt.⁶⁶ Für den Abschluss von bilateralen Zielvereinbarungen müssen diese Ziele im nächsten Schritt weiter konkretisiert werden. Hierzu gehört die Spezifizierung der Ziele nach Art ihres Inhaltes in Formal- oder Sachziele, ihrer Messgröße, ihres angestrebten Ausmaßes, ihres zeitlichen Bezuges und ihrer Gewichtung.⁶⁷ Die theoretischen Grundlagen und Empfehlungen für eine arbeits- und motivationsoptimale Zielfestlegung liefert die Zielsetzungstheorie.⁶⁸ Im Ergebnis sollte ein Logistikmanager klar formulierte, objektive Leistungsziele für die nächste Beurteilungsperiode erhalten.

In der Phase der Zielrealisierung liegt es weitgehend im Verantwortungsbereich des jeweiligen Agenten die gesteckten Ziele zu erreichen, wobei ihm laufende Selbstkontrollen helfen. Ergänzend finden Fremdkontrollen durch den Prinzipal statt. In regelmäßigen Abständen informiert er den Agenten über den bis dato erreichten Leistungsstand, überprüft Ziele auf Akzeptanz, Aktualität, Abweichungsursachen sowie Realisierungschancen und sollte dem Agenten Planungssicherheit bezüglich der vereinbarten Bewertungsmaßstäbe geben.

Innerhalb der Zielerreichungskontrolle – der letzten Phase – geht es um die abschließende periodische Leistungsbeurteilung des Agenten durch den Prinzipal. In einer gemeinsamen Ziel-Ergebnis-Analyse wird die zurückliegende Leistung des Agenten umfassend erörtert; differenziert zwischen Abweichungen, die der Agent zu verantworten hat und Abweichungen bedingt durch externe Einflüsse. Die eingangs vereinbarten

⁶⁴ Vgl. Gladen (2003), S. 132 f.; vgl. Reichmann (2001), S. 51 f.

⁶⁵ Vgl. Gladen (2003), S. 129 ff., der anmerkt, dass das explizite Aufdecken empirisch fundierter Zweck-Mittel-Beziehungen zwischen den Kennzahlen für die Praxis eine eher unerfüllbare Aufgabe darstellt, u.a. treten zahlreiche Interdependenzen auf. Berthel (1973) hat in einer grundlegenden Arbeit und im Zusammenhang mit der Operationalisierung von Zielkonzeptionen nachgewiesen, dass es bei der Herleitung von Zielhierarchien heuristische Verfahren zur Ermittlung empirisch fundierter Zweck-Mittel-Beziehungen gibt. Diese erfordern jedoch einen umfangreichen Planungsprozess im Unternehmen.

⁶⁶ Vgl. Krause (2003), S. 71 ff. zu Gütekriterien von Zielen.

⁶⁷ Vgl. hierzu Watzka (2011), S. 89 ff.; vgl. Weber/ Schäffer (2011), S. 63 ff.; vgl. Krause (2003), S. 90 ff. Zur Definition von Formal- und Sachzielen vgl. Kapitel 3.3 dieses Beitrages.

⁶⁸ Die Zielsetzungstheorie (Goal Setting Theory) geht wesentlich auf die Arbeiten von Locke/ Latham (1984 und 1990) zurück. Hierzu hat Locke (1968) in einer Untersuchung festgestellt, dass der Wille zur Zielerreichung grundsätzlich von vier Einflussfaktoren abhängt: dem Schwierigkeitsgrad, der Akzeptanz, der Exaktheit des Ziels sowie der Verpflichtung zum Ziel. Kernaussage dieser Theorie ist, dass schwer erreichbare Ziele zu einer höheren Arbeitsleistung führen, als vage formulierte, anspruchlose Ziele; vgl. Krause (2003), S. 17 ff. zu einer kompakten Darstellung. Vgl. auch die Arbeit von Waldförst (2007) zur Wirkung von Zielen auf die Arbeitsleistung.

Ziele bilden hierfür den objektiven Gradmesser und die Grundlage für seine Entlohnung. Da die Zielerreichungskontrolle planungsrelevante Informationen aufbereitet, ist sie wiederum Ausgangspunkt für eine Zielneuformulierung und damit für einen neu durchlaufenden Zielvereinbarungsprozess.⁶⁹

3 Fallstudie in der Automobilzulieferindustrie: Entwicklung eines kennzahlenbasierten Steuerungsgrößenkonzepts zur Verbesserung der Prinzipal-Agenten-Beziehungen im Rahmen des wertorientierten Logistik-Controlling

Automobile Wertschöpfungsketten befinden sich in einem komplexen Spannungsfeld. Auf der einen Seite sind sie im globalen Wettbewerb starkem Kostendruck ausgesetzt, auf der anderen Seite müssen Liefermengen und -termine zu einem Höchstmaß dem Kundenwunsch unterworfen werden. Ungeachtet der genannten Restriktionen steigt die Komplexität von Produkten und Prozessen angesichts zunehmenden Innovations- und Differenzierungsdrucks sowie angesichts verkürzter Entwicklungszeiten.⁷⁰

Hinzukommt eine gegenwärtig volatile Marktlage. Die im September 2008 weltweit ausgelöste Finanzmarktkrise und ihre realwirtschaftlichen Folgen haben die Automobilindustrie – eine Schlüsselbranche der deutschen sowie europäischen Wirtschaft – in große ökonomische Probleme gestürzt. Im Krisenjahr 2009 sorgte das Wegbrechen der Fahrzeugnachfrage für unausgelastete Kapazitäten, anwachsende Lagerbestände sowie für das Auftreten des Bullwhip-Effekts bei den Automobilherstellern und -zulieferern. Im Kontrast dazu war das Folgejahr 2010 durch einen Nachfrageboom gekennzeichnet. Die starken Umsatzerlöse wurden jedoch durch hohe Logistikzusatzkosten bei den Automobilzulieferern gedämpft, die – als Folge des Bullwhip-Effekts – erforderlich waren, um Versorgungsgengpässen bei den Automobilherstellern zu begegnen.

3.1 Rahmenbedingungen, Zielsetzung und Vorgehensweise für das Projekt zur Ableitung wert- und wertstromorientierter Zielgrößen

Eine gegenwärtig unbefriedigende Logistikleistung – ausgelöst durch die Auswirkungen der Wirtschaftskrise – war für einen 1st-Tier Automobilzulieferer der Anlass eine neue, unternehmensweite Logistikvision zu entwickeln.⁷¹ Mit diesem Auftrag ausgestattet, wurde Mitte 2010 ein in den Logistikzentralbereichen und einem Referenzwerk angesiedeltes, interdisziplinäres Projekt ins Leben gerufen. Um marktgetriebenen Herausforderungen und kurzfristigen Nachfrageschwankungen zukünftig besser und schneller gewachsen zu sein, besteht die Zielsetzung dieses Projektes in der Entwicklung eines idealtypischen Logistikkonzepts, das den Werken zu einer deutlich verbes-

⁶⁹ Vgl. Krause (2003), S. 43 ff. zu einer Bewertung des Konzeptes Management by Objectives hinsichtlich der Chancen und Risiken.

⁷⁰ Vgl. Klaus (2007), S. 6 ff. zu weltweiten Megatrends, die Impulsgeber moderner Logistikentwicklungen sind. Vgl. Klug (2010), S. 42 ff. zu den speziellen Komplexitätstreibern der Automobillogistik.

⁷¹ Die nachfolgenden Ausführungen basieren – wenn nicht anders gekennzeichnet – auf unternehmensinternen Projektdokumenten.

serten, operativen Logistikleistung verhilft; unter Optimierung der Lagerbestände und der Logistikgesamtkosten. Ebenso bestimmen die aktuellen Besonderheiten der Unternehmenslogistik die Lösung dieser Aufgabe: Nachfrageunsicherheiten, hochkomplexe Versorgungsnetzwerke, teilweise lange Lieferzeiten für Produktionsmaterialien, Materialknappheit respektive Materialüberbestände und Konzentration auf maximale Auslastung der Produktionskapazitäten. Um ein Rahmenkonzept zu erarbeiten, das robuste Strukturen schafft und dadurch flexible Logistikprozesse gewährleistet, wurden sechs Aktionsfelder identifiziert und als Teilprojekte deklariert. Innerhalb eines Teilprojekts – das nachfolgend vertieft behandelt wird – befasste sich das zentrale Logistik-Controlling mit der Ableitung wertstrombezogener Kennzahlen, die sich zugleich als Zielgrößen für die Logistiksteuerung eignen. Die Vorgehensweise sowie das Projektergebnis lassen sich als eine Kombination aus Grüne-Wiese-Ansatz und gewachsenen, produktspezifischen Logistikstrukturen unter Einbezug etablierter logistischer Methoden und Prinzipien beschreiben.

Ausgangssituation und Zielsetzung im Teilprojekt „Ableitung wertstromorientierter Zielgrößen“ gestalten sich wie folgt: Das bestehende wertorientierte Zielgrößensystem der Logistik ist zum einen vorwiegend funktional geprägt und durch heterogene und teils nicht aufeinander abgestimmte Zielgrößen gekennzeichnet. Zum anderen existiert für die Produktionswerke derzeit kein einheitliches Zielgrößenkonzept. So dass der Teilprojektauftrag in der Konzipierung eines durchgängigen, konsistent aufgebauten Zielgrößensystems besteht. Als ein standardisiertes Rahmenkonzept für die Steuerung der Werkslogistik, wird es zunächst im Referenzwerk eingesetzt und erprobt; danach ist eine weltweite Einführung geplant. Dieses Projektziel wurde – begleitet von regelmäßigen Abstimmungstreffen auf Gesamtprojekt- und Referenzwerkebene – anhand eines zweistufigen Vorgehens erarbeitet: In einem ersten Schritt gilt es die richtigen und wesentlichen wertstrombezogenen Kennzahlen zu selektieren. In einem zweiten Schritt sind diese Kennzahlen in geeigneter Form als Zielgrößen im Werk zu implementieren. Entsprechend ist die weitere Einteilung der Fallstudie in zwei Unterkapitel gewählt; eine Bewertung erfolgt in Kapitel 4.

3.2 *Ein Werttreiberbaum verknüpft die logistischen Steuerungskennzahlen mit dem Unternehmensziel der Wertsteigerung*

Kennzahlen für die wertorientierte Logistiksteuerung sind am Ziel der Unternehmenswertsteigerung auszurichten, die im Fall des Automobilzulieferers anhand der Spitzenkennzahl Economic Value Added (EVA)⁷² gemessen wird. Der EVA ist eine so genannte Residualgewinngröße, die den in einer Periode geschaffenen Shareholder Value nach Abzug der Eigen- und Fremdkapitalkosten ausdrückt; ein positiver (negativer) EVA symbolisiert eine Wertsteigerung (Wertvernichtung). Diese Spitzensteuerungskennzahl lässt sich über zwei alternative Wege bestimmen.⁷³ In der zweiten Rechen-

⁷² Vgl. Stewart (1991 und 1994).

⁷³ Vgl. Beck (2003), S. 111.

formel ist die Rentabilitätsgröße Return on Capital Employed (ROCE) enthalten, die die Verzinsung des gebundenen Kapitals angibt:

$$EVA = NOPAT - WACC * Capital Employed \quad (1)$$

$$EVA = (ROCE - WACC) * Capital Employed \quad (2)$$

mit:

NOPAT (Net Operating Profit after Taxes) = operatives Ergebnis nach Steuern

WACC (Weighted Average Cost of Capital) = gewichteter Gesamtkapitalkostensatz

Capital Employed = investiertes Kapital

Um bei der Bildung von Logistikkennzahlen den Unternehmenszielbezug herzustellen, wird diese Spitzenkennzahl bzw. ihre Berechnungskomponente Return on Capital Employed (ROCE) mit ihrem Werttreiberbaum als Deduktionsbasis gewählt. Ein Werttreiberbaum⁷⁴ verkörpert ein System formal- und/ oder sachlogisch verknüpfter Einflussfaktoren – so genannter Werttreiber oder Vorsteuerungsgrößen – auf den Unternehmenswert. In den oberen Ästen des Baumes – wie in Abbildung 4 verdeutlicht – ist eine exakte, formallogisch-mathematische Aufspaltung des ROCE in seine treibenden Faktoren möglich; Veränderungen dieser Kenngrößen lassen sich unmittelbar als Wertbeitrag quantifizieren. Eine weitergehende Dekomposition in logistische Treiber gelingt über die Herstellung sachlogischer Beziehungen, denen vermutete oder empirisch bestätigte Ursache-Wirkungs-Beziehungen zugrunde liegen.

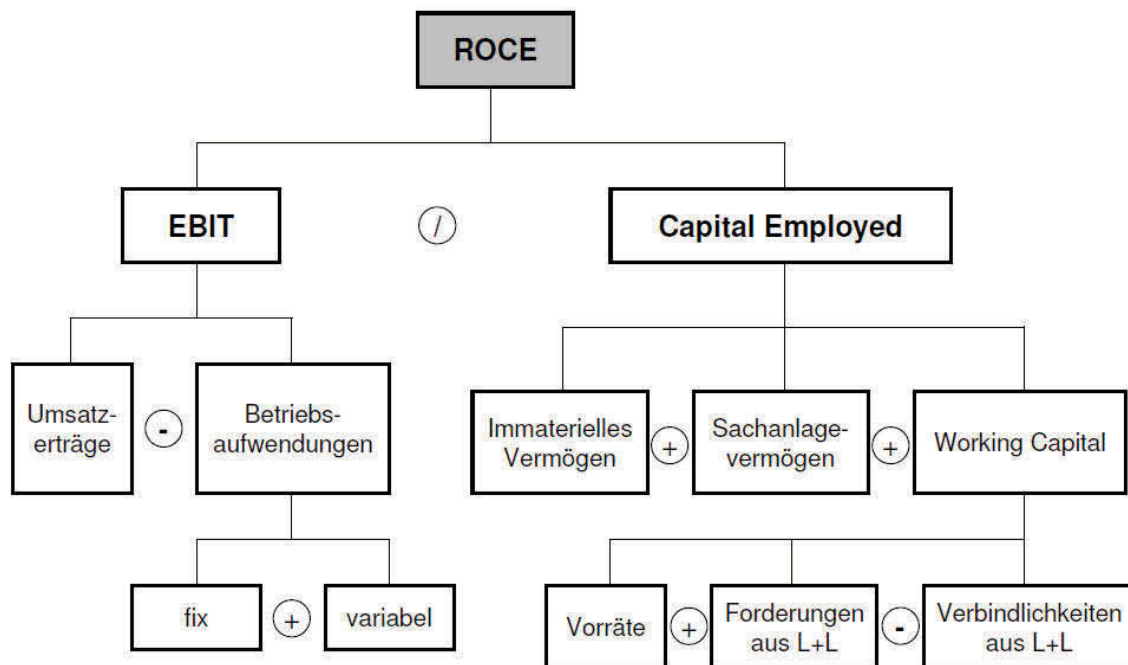


Abb. 4: Der ROCE-Baum als Deduktionsbasis für wertstrombezogene Kennzahlen und Zielgrößen

⁷⁴ Ein anderer, häufig verwendeter Begriff ist Werttreiberhierarchie.

Für dieses Vorgehen, einen Werttreiberbaum als Controllinginstrument heranzuziehen, haben einige Argumente gesprochen: Werttreiber verbinden strategische und operative Steuerungsebene, so dass kennzahlenbasiert die Operationalisierung des Wertsteigerungsziels gelingt. Die typische Darstellungsform begünstigt ferner eine Fokussierung auf die wesentlichen Einflussgrößen, zeigt Interdependenzen auf und vermeidet zusammenhanglose Kennzahlenfriedhöfe. Zudem lassen sich diejenigen Werttreiber leichter identifizieren, die im besonderen Maße durch die Unternehmenslogistik beeinflussbar sind und deren Auswirkungen sich gut abschätzen lassen. Darüber hinaus kann der ROCE-Baum im Rahmen des Zielvereinbarungsprozesses genutzt werden, um das Geschäftsverständnis auf einfache, transparente Weise zu kommunizieren und zu verankern sowie um Akzeptanz für die Zielbildung zu schaffen.

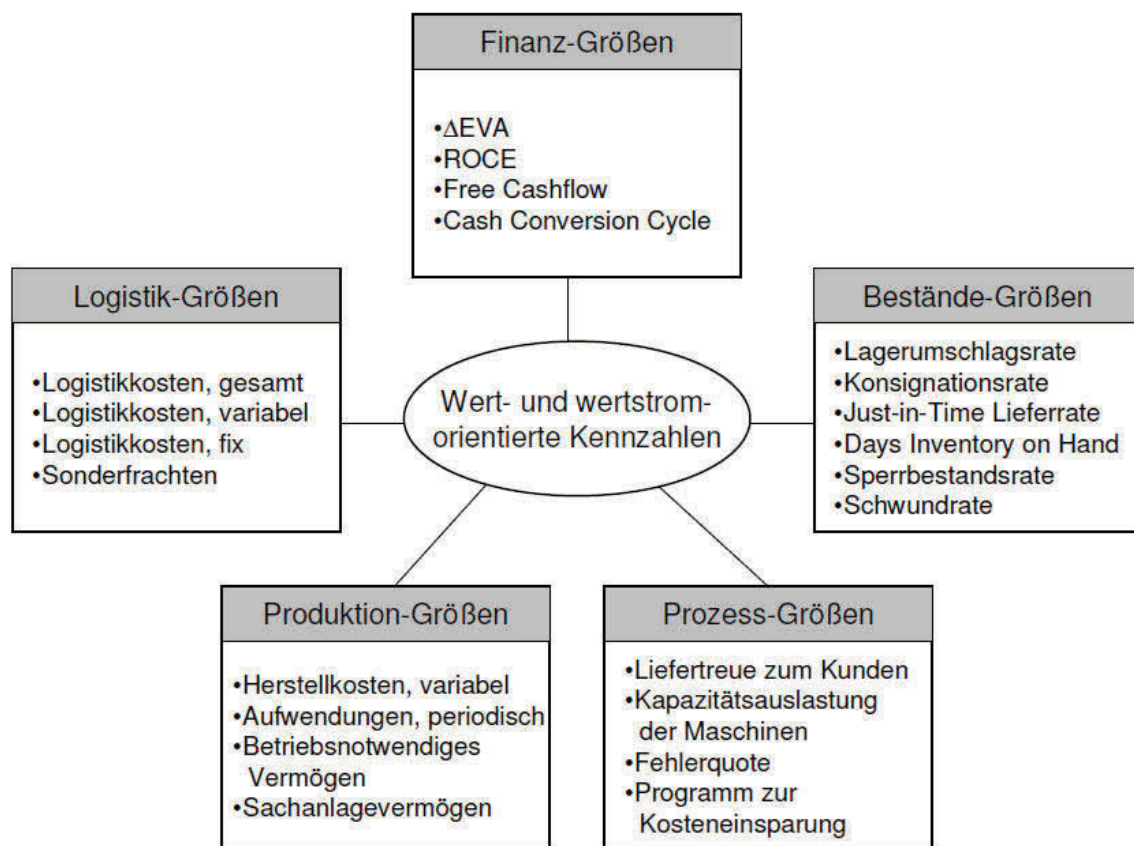


Abb. 5: Kennzahlensystem für das wertorientierte Logistik-Controlling

Von diesen Grundüberlegungen ausgehend, wurden Kennzahlen generiert, die zum einen die Besonderheiten der Materialflüsse wiedergeben und zum anderen eine sachlogische Verknüpfung zum Unternehmenswert aufweisen. So ist es zum Beispiel nicht möglich die Effekte einer höheren Liefertreue zum Kunden auf den Umsatz, respektive den ROCE, exakt zu messen; trotzdem ist diese Größe zentraler Bewertungsmaßstab für die erbrachte Logistikleistung. Da im Unternehmen bereits eine regelmäßige Erhebung zahlreicher Logistikkennzahlen existiert, wurde bei der Gewinnung wertorientierter Steuerungsgrößen darauf zurückgegriffen. Die vorhandenen Kennzahlen wurden hinsichtlich Aktualität und Eignung überprüft, einige neue Kennzahlen wurden

hinzugenommen. So dass im Ergebnis eine überschaubare Anzahl an wert- und wertstromorientierten Kennzahlen resultiert, die in Abbildung 5 zusammengefasst sind.⁷⁵

Die aus dem Werttreiberkonzept abgeleiteten Kennzahlen sollen künftig den Rahmen für die strategische und operative Logistiksteuerung bilden. Mit den fünf Perspektiven werden alle zentralen Aspekte der Wertschöpfungskette – Finanzen, Transport, Lagerung, Produktion und Prozesse – berücksichtigt. Das Logistik-Controlling stellt dazu die regelmäßige Berichterstattung dieser Kennzahlen sicher.

3.3 Eine Einbindung der wertorientierten Logistikkennzahlen in die periodische Unternehmensplanung auf der Basis von Zielvereinbarungen zwischen Prinzipal und Agenten

Um den Steuerungszweck zu erfüllen, werden die auf diese Weise gewonnenen wertstrombezogenen Kennzahlen in die periodische Zielplanung integriert. Damit liefern sie Maßstäbe für das Ziel der Unternehmenswertsteigerung, anhand derer sich erkennen lässt, ob und in welchem Ausmaß sich ein Logistikmanager im Verlauf einer Periode – i.d.R. während eines Geschäftsjahres – wertschaffend verhalten hat. Als Messgrößen für dieses Ziel werden die Kennzahlen zu Beginn einer Periode bekannt gegeben und am Periodenende zur Ermittlung des Zielerreichungsgrades herangezogen. Vorgesetzter und Mitarbeiter schließen hierzu eine Zielvereinbarung; das Konzept des Management by Objectives wird angewandt. Unter den vereinbarten Zielen können gleichermaßen Formal- und Sachziele enthalten sein. Sachziele beziehen sich auf das Produkt- oder Dienstleistungsprogramm eines Unternehmens und legen z.B. zu erreichende Qualitäts-, Mengen- und Zeitziele fest; Formalziele hingegen auf das von der Unternehmensführung angestrebte finanzielle Ergebnis, zu dem die Steigerung des Unternehmenswertes zählt.⁷⁶ Während Sachziele monetärer und nicht-monetärer Art sein können, sind Formalziele ausschließlich monetärer Natur und werden durch die Realisierung von Sachzielen erreicht. Des Weiteren kann in unternehmensbezogene und individuelle Ziele differenziert werden. Individuelle Ziele kann der Mitarbeiter i.d.R. unmittelbar beeinflussen; sie verkörpern ein konkretes Arbeitsergebnis. Demgegenüber sind unternehmensbezogene Ziele an betriebswirtschaftliche Erfolgsgrößen gekoppelt, deren Erreichung von diversen Faktoren abhängt und bei denen eine direkte Beeinflussbarkeit durch den Mitarbeiter nicht unbedingt gegeben sein muss. Letztendlich ist im Einzelfall – unter Berücksichtigung der Tätigkeit des Mitarbeiters – zu entscheiden, ob es sich um ein unternehmensbezogenes oder individuelles Ziel handelt.

Der betrachtete Automobilzulieferer nutzt ein derart ausgestaltetes Zielsystem sowohl zur horizontalen Koordination der weltweit verteilten Produktionswerke als auch zur vertikalen Koordination der logistischen Führungsprozesse in diesen Werken. Hierfür wurde ein entsprechendes Rahmenkonzept erarbeitet, so dass das Zielgrößensystem auf Werksebene die in Abbildung 6 wiedergegebene Struktur aufweist.

⁷⁵ Um dem in Zusammenhang mit Werttreiberbäumen stehenden Problem der Scheinkausalität zu begegnen, wurde eine Zuordnung der gebildeten Kennzahlen unter den ROCE-Baum vermieden.

⁷⁶ Vgl. Gladen (2003), S. 29 ff.

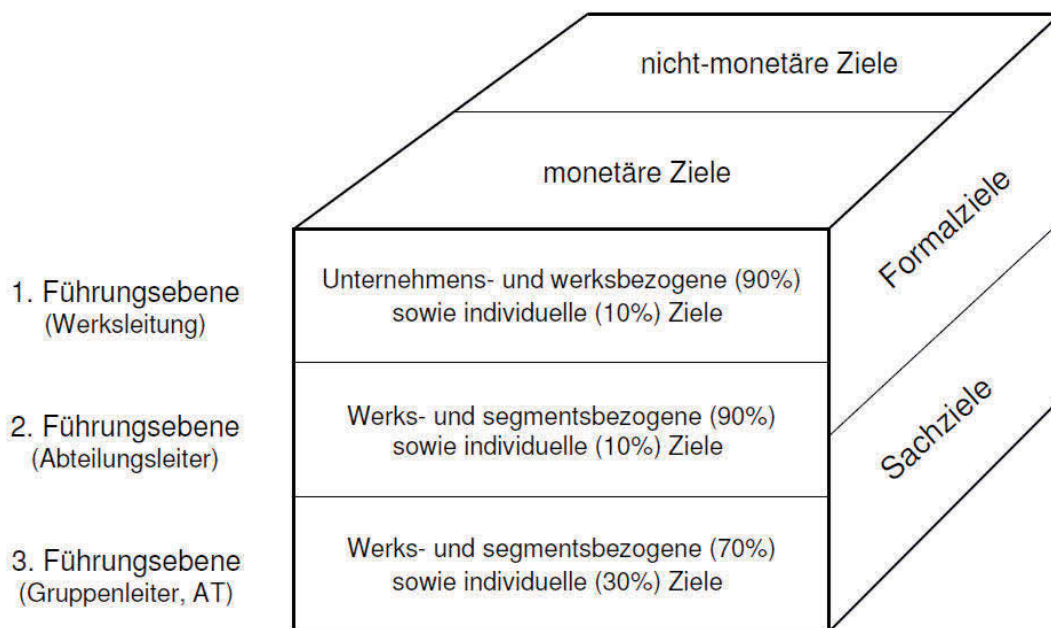


Abb. 6: Dimensionen des Zielgrößensystems nach Führungsebenen im Werk⁷⁷

In dieses Zielgrößensystem sind die zuvor abgeleiteten wert- und wertstromorientierten Kennzahlen aufzunehmen. Dazu sind die Kennzahlen in eine hierarchische Ordnung zu bringen, damit eine entsprechend der Organisations- und Führungsstruktur aufgebaute Zielhierarchie entsteht. Dies ist in Abbildung 7 erfolgt; es ergeben sich die relevanten Zielgrößen – unterteilt nach Formal- und Sachzielen – für die Führungsebenen im Werk.

Diese Zielgrößen sind für alle wertstrombezogenen Unternehmensfunktionen heranzuziehen und als Orientierungsrahmen zu verstehen. Abhängig von der jeweils ausgeübten Funktion und Führungsebene des Logistikmanagers sind passende Zielgrößen zu selektieren und als unternehmensbezogene oder individuelle Zielvorgaben in der jährlichen Zielvereinbarung festzuschreiben. Üblicherweise vereinbaren Vorgesetzter und Mitarbeiter sechs bis acht unterschiedliche Ziele, mit einer entsprechenden Gewichtung zwischen Formal- und Sachzielen. Dieser Zielvereinbarungsprozess im Rahmen des Management by Objectives vollzieht sich wie unter Kapitel 2.3 beschrieben. Bei Bildung der Stellenziele ist insbesondere das Controllability-Prinzip zu beachten, gemäß dem ein Logistikmanager nur für Zielerreichungen – im positiven wie im negativen Sinn – verantwortlich gemacht werden kann, die in seinem Einflussbereich liegen. Das jeweilige Zielausmaß hängt von den top-down Vorgaben sowie von der aktuellen und künftig angestrebten Logistikleistung des betrachteten Werkes ab.

⁷⁷ Die Abkürzung ‚AT‘ steht für ‚außertariflich bezahlte Mitarbeiter‘.

Formalziele – einsetzbar für die 1., 2. und 3. Führungsebene		
	Δ EVA	Herstellkosten, variabel
	ROCE	Aufwendungen, periodisch
	Free Cashflow	Betriebsnotwend. Vermögen
	Cash Conversion Cycle	Sachanlagevermögen
	Lagerumschlagsrate	Logistikkosten, gesamt
Sachziele – einsetzbar für die 2. und 3. Führungsebene		
	Days Inventory on Hand	Logistikkosten, variabel
	Konsignationsrate	Logistikkosten, fix
	Just-in-Time Lieferrate	Sonderfrachten
	Schwundrate	Liefertreue zum Kunden
	Sperrbestandsrate	Kapazitätsauslastung Masch.
	Fehlerquote	Kosteneinsparungsprogramm

Abb. 7: Zielgrößen nach Führungsebenen im Werk

4 Synthese: Analyse der Fallstudienresultate vor dem theoretischen Hintergrund des unternehmenswertorientierten Logistik-Controlling

Nachdem Kapitel 2 auf die theoretischen Grundlagen einer wertorientierten Logistiksteuerung eingegangen ist und Kapitel 3 eine Fallstudie dazu vorgestellt hat, gilt es nun einen Abgleich zwischen Theorie und Praxis des Logistik-Controllings vorzunehmen. Diese Analyse ist zweigeteilt: Zunächst wird die Vorgehensweise des Automobilzulieferers bei der Ableitung von Logistikkennzahlen untersucht. Eine anschließende Bewertung des entwickelten, wertorientierten Steuerungsgrößensystems für die Unternehmenslogistik zeigt dessen Stärken und Schwächen auf.

Das unter Kapitel 2.2 dargestellte, von Weber et al. entwickelte Vorgehensmodell zur Gewinnung logistischer Kennzahlen kombiniert einen deduktiven Ansatz (6 Schritte) und einen induktiven Ansatz (2 Schritte).⁷⁸ Die ersten vier deduktiven Ableitungsschritte sehen eine strategische Positionierung der Logistik im Unternehmenskontext vor. Der Automobilzulieferer hatte dies bereits zu einem früheren Zeitpunkt vorgenommen; zu Beginn dieses Projektes erfolgte eine Aktualisierung. Die Wertorientie-

⁷⁸ Vgl. Abbildung 2.

rung der Logistik ist ein Merkmal, das die Verbindung zur Unternehmensstrategie verdeutlicht. Schritt 5 und 6 beinhalten die Bildung strategischer und operativer Kennzahlen für die Logistik und ihre Teilbereiche. Dies korrespondiert mit der Operationalisierung des Wertsteigerungsziels – ausgedrückt durch die EVA-Größe – unter Zuhilfenahme des ROCE-Werttreiberbaumes in konkrete, beeinflussbare Logistikgrößen des Tagesgeschäftes. Dem induktiven Ansatz folgend, sind zudem Komplexität und Dynamik der Materialflüsse bei der Bildung von Kennzahlen zu berücksichtigen. Innerhalb des Projektes wurde dies nicht neu durchgeführt; hier erfolgte insbesondere der Rückgriff auf die bereits im Unternehmen vorhandenen und berichteten Größen. Resümierend kann am Beispiel der Automobilzulieferindustrie festgehalten werden, dass sich diese empfohlene Methodik zur Generierung logistischer Kennziffern als nützlich erweist und in dieser Form auch Anwendung findet. Im entwickelten Logistikkennzahlensystem des Automobilzulieferers stehen die Größen in einer sachlogischen Beziehung zueinander.

Stärken	Schwächen
• Verständliche Verknüpfung der Steuerungsgrößen mit Unternehmensstrategie und -wert über einen Werttreiberbaum • EVA ist eine geeignete periodische Spitzensteuerungsgröße; zudem die Brücksichtigung der Wertänderung (ΔEVA) sowie der Zielkaskadierung • Steuerungskennzahlensystem enthält monetäre und nicht-monetäre Größen • Kennzahlen erfassen mit Finanzen, Transport, Lagerung, Produktion und Prozessen alle wesentlichen Facetten der Wertschöpfungskette • Anzahl der Steuerungskennzahlen insgesamt sowie je Perspektive und Zielvereinbarung ist angemessen	• In Anbetracht der Prozess- und Fließorientierung der Logistik, sollten weitere zeitbasierte Kennzahlen einbezogen werden, z.B. die Durchlaufzeit; aktuell gehören dazu lediglich die Größen Cash Conversion Cycle und Days Inventory on Hand • Unternehmensübergreifende und insb. lieferantenbezogene Aspekte könnten zudem eine stärkere Berücksichtigung erfahren, z.B. die Liefertreue der Lieferanten • Gesamtkonzept ist schlüssig, erscheint jedoch aufwendig in der erstmaligen Umsetzung, da jedes Werk dieses Steuerungskonzept individuell anpassen muss und hierfür zahlreiche (Ziel-)Abstimmungsprozesse erforderlich sind

Abb. 8: Bewertung des entwickelten Steuerungsgrößenkonzepts für die Unternehmenslogistik

Dieses Logistikkennzahlensystem beinhaltet Größen mit Zielcharakter, d.h. neben ihrer Analyse- und Informationsfunktion erfüllen die Kennzahlen einen Steuerungszweck und sind hierzu mit dem betrieblichen Anreiz- und Bonussystem verknüpft. Die beiden Merkmale liefern folglich die Bewertungsmaßstäbe. Dabei ist die Liste der allgemeinen Anforderungskriterien an Kennzahlen(-systeme) und Ziele(-systeme) umfangreich. Kennzahlen sollten grundsätzlich die Eigenschaften der Validität, Relevanz, Mächtigkeit, Vollständigkeit, Vergleichbarkeit, Kompatibilität und eines angemessenen Kosten-Nutzen-Verhältnisses erfüllen.⁷⁹ Zielgrößen sollten den Anforderungen der

⁷⁹ Vgl. hierzu Pfohl (2004), S. 207 f.

Zukunfts- und Risikoorientierung, Zielkongruenz, Maßgenauigkeit, Analysefähigkeit, Verständlichkeit und ebenfalls der Wirtschaftlichkeit genügen.⁸⁰ Auf Grundlage dieser Kriterienkataloge lässt sich eine abschließende, kritische Würdigung durchführen. Für das in der Fallstudie vorgestellte automobiler Steuerungsgrößenkonzept sind die in Abbildung 8 aufgelisteten Stärken und Schwächen herauszustellen.

5 Zusammenfassung: Implikationen für die Unternehmenspraxis zur Ableitung wert- und wertstromorientierter Steuerungsgrößen

Das Logistik-Controlling gewährleistet einerseits den wirtschaftlichen Ablauf der unternehmensinternen Wertschöpfungsprozesse und andererseits den Unternehmenszielbezug sowie die Konsistenz von Planung und Kontrolle, indem es hierarchisch aufgebaute Zielsysteme entwickelt. Damit erfüllt das Controlling zum Großteil Steuerungsaufgaben. Kennzahlen und daraus gebildete Kennzahlensysteme gehören zu den wichtigen Steuerungsinstrumenten. Sie sind Messgrößen sowohl der Logistikleistung als auch der quantitativ formulierten strategischen und operativen Logistikziele. Trotz der verdeutlichten Vorzüge von Kennzahlen und Zielgrößen sind ihrer Anwendung Grenzen gesetzt. Um eine Fehlsteuerung zu vermeiden, dürfen folgende Gefahren nicht missachtet werden: Kennzahlen können nicht alle Sachverhalte abbilden und ihre Aussagekraft ist begrenzt. Das Controlling kann Messgrößen falsch konstruieren oder aufgrund einer qualitativ oder quantitativ schlechten Datenbasis falsch ermitteln. Kennzahlen liefern erst dann führungsunterstützenden Informationen, wenn aus der Datenfülle die wenigen richtigen Größen ausgewählt, zusammengestellt, verglichen und ausgewertet werden. Eine Kennzahleninterpretation setzt zudem das richtige Erkennen und Beurteilen der Gesamtzusammenhänge im Unternehmen voraus. Andernfalls besteht die Gefahr Fehlentscheidungen zu treffen. Ähnlich verhält es sich bei Zielgrößen: Wenn falsche Ziele gesetzt oder Ziele falsch gesetzt werden, dann gefährdet dies mit großer Wahrscheinlichkeit die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens.

Dennoch sind Kennzahlen und Zielgrößen für die Unternehmens- und Logistikplanung sowie die Leistungsbeurteilung unerlässlich. Der vorliegende Beitrag untermauert dies anhand von Theorie und Praxis. Die Fallstudie in Kapitel 3 hat aufgezeigt, wie das Controlling ein kennzahlenbasiertes Zielgrößensystem zur unternehmenswertorientierten Logistiksteuerung entwickelt und damit die erste der eingangs gestellten Forschungsfragen beantwortet. Ausgerichtet auf die Steigerung des Unternehmenswertes sind Formalziele als finanzielle Werttreiber und Sachziele als operative Werttreiber zu interpretieren. Die Antwort auf die zweite Frage gibt Kapitel 4 in Verbindung mit den Ausführungen in Kapitel 2. Am Beispiel der Automobilzulieferindustrie zeigt sich, dass die Kennzahlen- und Zielbildung konform mit dem theoretischen Vorgehensmodell ist. Allerdings lässt die Fallstudien- und Literaturbetrachtung auch schlussfolgern, dass kein idealtypisches Steuerungskonzept für Logistikprozesse existiert. Vielmehr sind Logistikkennzahlen, Zielgrößen und insbesondere Zielvorgaben an die jeweiligen

⁸⁰ Vgl. hierzu Schultze/ Hirsch (2005), S. 15 ff.; vgl. Weber et al. (2004), S. 84 ff.

Gegebenheiten eines Unternehmens oder Werkes anzupassen und regelmäßig zu überprüfen. Generalisierende Handlungsempfehlungen können zu Konzipierung und Implementierung gegeben werden.

Die Kennzahlengenerierung und Zielgrößenimplementierung stellt für das Logistik-Controlling eine zentrale Aufgabe dar, die alle Führungsteilsysteme koordiniert. Während die Steuerung mittels Kennzahlen die Teilsysteme der Planung, Kontrolle und Informationsversorgung regelmäßig abstimmt, bezieht die Steuerung über Ziele zusätzlich das Personalführungs- und Organisationssystem mit ein. Aufgrund dieser Tragweite sollte bei der Einführung eines neu gestalteten Zielgrößenkonzepts die Zustimmung der Unternehmensleitung vorliegen. Bei einer Einführung im internationalen Kontext sollte weiterhin das Arbeitsrecht und die Arbeitskultur des jeweiligen Landes sowie der Einfluss von Gewerkschaften und Betriebsräten respektiert werden. Ein Zielsystem sollte über alle Hierarchieebenen und Funktionen konsistent aufgebaut, transparent und verständlich sein. Hierzu gehört eine partizipative Herleitung des Kennzahlen- und Zielsystems zusammen mit den betroffenen Vorgesetzten und Mitarbeitern. Dies erhöht deren Akzeptanz und Identifikation mit den im System enthaltenen Zielgrößen und Zusammenhängen. Des Weiteren sollten die Berechnungsvorschriften der Kennzahlen über einen längeren Zeitraum beibehalten werden, um Zeitvergleiche zu ermöglichen. Analog dazu sollten die in eine Zielvereinbarung aufgenommenen Zielgrößen nicht zu schnell und häufig geändert werden, um den Mitarbeitern relativ konstante Orientierungspunkte für die Arbeitsverrichtung zu geben.

6 Literaturverzeichnis

- Andersson, P./ Aronsson, H./ Storhagen, N.G. (1989): Measuring Logistics Performance, in: Engineering Costs and Production Economics, 17, S. 253-262
- Beck, R. (2003): Erfolg durch wertorientiertes Controlling: Entscheidungen unterstützende Konzepte, Berlin
- Berthel, J. (1973): Zielorientierte Unternehmenssteuerung: Die Formulierung operationaler Zielsysteme, Stuttgart
- Böhl, S. (2006): Wertorientiertes Controlling: Eine ganzheitliche führungsprozessorientierte Konzeption zur Unterstützung der Implementierung einer wertorientierten Unternehmensführung, Hamburg
- Boston Consulting Group (1999): The Value Creators: A Study of the World's Top Performers, Boston
- Caplice, C./ Sheffi, Y. (1995): A Review and Evaluation of Logistics Performance Measurement Systems, in: International Journal of Logistics Management, 6(1), S. 61-74
- Copeland, T./ Koller, T./ Murrin, J. (2002): Unternehmenswert: Methoden und Strategien für eine wertorientierte Unternehmensführung, 3. Aufl., Frankfurt
- Drucker, P.F. (1954): The Practice of Management, New York
- Eschenbach, R./ Niedermayr, R. (1995): Die Konzeption des Controlling, in: Eschenbach, R. (Hrsg.): Controlling, Stuttgart, S. 49-95
- Eyer, E./ Haussmann, T. (2009): Zielvereinbarung und variable Vergütung: Ein praktischer Leitfaden, nicht nur für Führungskräfte, 4. Aufl., Wiesbaden
- Fama, E.F. (1980): Agency Problems and the Theory of the Firm, in: Journal of Political Economy, 88, S. 288-307

- Faul, K. (2005): Wertorientiertes Controlling: Ein Ansatz zur Unternehmens- und Verhaltenssteuerung in dezentralen Organisationen, Hamburg
- Fischer, M. (1991): Logistik-Controlling: Theoretische Grundlagen und die Umsetzung auf den Steinkohlenbergbau, Berlin
- Gladden, W. (2003): Kennzahlen- und Berichtssysteme: Grundlagen zum Performance Measurement, 2. Aufl., Wiesbaden
- Göbel, E. (2002): Neue Institutionenökonomik: Konzeption und betriebswirtschaftliche Anwendung, Stuttgart
- Göpfert, I. (2005): Logistik: Führungskonzeption: Gegenstand, Aufgaben und Instrumente des Logistikmanagements und -controllings, 2. Aufl., München
- Günther, T. (1997): Unternehmenswertorientiertes Controlling, München
- Hahn, D./ Hungenberg, H. (2001): PuK: Wertorientierte Controllingkonzepte, 6. Aufl., Wiesbaden
- Herter, R.N. (1994): Unternehmenswertorientiertes Management: Strategische Erfolgsbeurteilung von dezentralen Organisationseinheiten auf der Basis der Wertsteigerungsanalyse, München
- Horváth, P. (2003): Controlling, 9. Aufl., München
- Humble, J.W. (1972): Praxis des Management by Objectives, München
- Hungenberg, H. (2011): Strategisches Management in Unternehmen: Ziele, Prozesse, Verfahren, 6. Aufl., Wiesbaden
- Janisch, M. (1993): Das strategische Anspruchsgruppenmanagement: Vom Shareholder Value zum Stakeholder Value, Bern et al.
- Jensen, M.C./ Meckling, W.H. (1976): Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure, in: Journal of Financial Economics, 3 (3), S. 305-360
- Jost, P.-J. (Hrsg.) (2001): Die Prinzipal-Agenten-Theorie in der Betriebswirtschaftslehre, Stuttgart
- Keebler, J.S./ Manrodt, K.B./ Durtsche, D.A./ Ledyard, D.M. (1999): Keeping Score: Measuring the Business Value of Logistics in the Supply Chain, Council of Logistics Management, Oak Brook
- Klaus, P. (2002): Die dritte Bedeutung der Logistik: Beiträge zur Evolution logistischen Denkens, Hamburg
- Klaus, P. (2007): Logistik – Flow Management: Brevier und Glossar, Nürnberger Logistik-Arbeitspapier Nr. 8, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Nürnberg
- Klug, F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, Berlin et al.
- Knorren, N. (1998): Wertorientierte Gestaltung der Unternehmensführung, Wiesbaden
- Krause, U.H. (2003): Zielvereinbarungen und leistungsorientierte Vergütung: Gestaltungsmöglichkeiten und Restriktionen im Tarifbereich, Wiesbaden
- Küpper, H.-U./ Weber, J./ Zünd, A. (1990): Zum Verständnis und Selbstverständnis des Controlling: Thesen zur Konsensbildung, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 60(3), S. 281-293
- Küpper, H.-U. (2005): Controlling: Konzeption, Aufgaben, Instrumente, 4. Aufl., Stuttgart
- Limberger, M. (2010): Moderne Unternehmenslogistik: Von der Einfachheit komplexer logistischer Prozesse, Wiesbaden
- Lochthowe, R. (1990): Logistik-Controlling: Entwicklung flexibilitätsorientierter Strukturen und Methoden zur ganzheitlichen Planung, Steuerung und Kontrolle der Unternehmenslogistik, Frankfurt/Main et al.
- Locke, E.A. (1968): Towards a Theory of Task Motivation and Incentives, in: Organizational Behavior and Human Performance, 3(2), S. 157-189
- Locke, E.A./ Latham, G.P. (1984): Goal Setting: A Motivational Technique that Works, Englewood Cliffs
- Locke, E.A./ Latham, G.P. (1990): A Theory of Goal Setting & Task Performance, Englewood Cliffs

- Meinhövel, H. (2005): Grundlagen der Prinzipal-Agent-Theorie, in Horsch, H./ Meinhövel, H./ Paul, S. (Hrsg.): Institutionenökonomie und Betriebswirtschaftslehre, München, S. 65-81
- Mohnke, L. (2006): Zielvereinbarungen im Arbeitsverhältnis: Unter besonderer Berücksichtigung von Zielbonussystemen, Hamburg
- Odiorne, G.S. (1965): Management by Objectives: A System of Managerial Leadership, New York et al.
- Pape, U. (2010): Wertorientierte Unternehmensführung und Controlling, 4. Aufl., Sternenfels
- Pfohl, H.-C. (2004): Logistikmanagement: Konzeption und Funktionen, 2. Aufl., Berlin et al.
- Pfohl, H.-C. (2010): Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen, 8. Aufl., Berlin et al.
- Pfohl, H.-C./ Hoffmann, H. (1984): Logistik-Controlling, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft - Ergänzungsheft, 54 (2), S. 42-70
- Pfohl, H.-C/ Zöllner, W. (1991): Effizienzmessung der Logistik, in: Die Betriebswirtschaft, 51, S. 323-339
- Picot, A./ Reichwald, R./ Wigand, R.T. (2001): Die grenzenlose Unternehmung: Information, Organisation und Management, 4. Aufl., Wiesbaden
- Rappaport, A. (1986): Creating Shareholder Value: The new Standard for Business Performance, New York et al.
- Rappaport, A. (1999): Shareholder Value: Ein Handbuch für Manager und Investoren, 2. Aufl., Stuttgart
- Reichmann, T. (2001): Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten: Grundlagen einer systemgestützten Controlling-Konzeption, 6. Aufl., München
- Riedl, J.B. (2000): Unternehmungswertorientiertes Performance Measurement: Konzeption eines Performance-Measure-Systems zur Implementierung einer wertorientierten Unternehmensführung, Wiesbaden
- Ross, S.A. (1973): The Economic Theory of Agency: The Principal's Problem, in: American Economic Association, 63 (2), S. 134-139
- Schnabel, H. (1998): Wertorientierte Vergütung von Führungskräften, Wiesbaden
- Schulte, C. (2009): Logistik: Wege zur Optimierung der Supply Chain, 5. Aufl., München
- Schultze, W./ Hirsch, C. (2005): Unternehmenswertsteigerung durch wertorientiertes Controlling: Goodwill-Bilanzierung in der Unternehmenssteuerung, München
- Schwaab, M.-O./ Bergmann, G./ Gairing, F./ Kolb, M. (Hrsg.) (2010): Führen mit Zielen: Konzepte, Erfahrungen, Erfolgsfaktoren, 3. Aufl., Wiesbaden
- Sieglwart, H. (2002): Kennzahlen für die Unternehmungsführung, 6. Aufl., Bern et al.
- Spremann, K. (1990): Asymmetrische Information, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 60 (5/6), S. 561-586
- Stewart, G.B. (1991): The Quest for Value: The EVA Management Guide, New York
- Stewart, G.B. (1994): EVATM: Fact and Fantasy, in: Journal of Applied Corporate Finance, 7(2), S. 71-84
- Syska, A. (1990): Kennzahlen für die Logistik, Berlin et al.
- Vollmuth, H.J. (1999): Führungsinstrument Controlling: Planung, Kontrolle und Steuerung, 5. Aufl., Planegg
- Waldforst, S. (2007): Die Wirkung von Zielen auf die Arbeitsleistung von Akteuren: Eine experimentelle Untersuchung, Wiesbaden
- Watzka, K. (2011): Zielvereinbarungen in Unternehmen: Grundlagen, Umsetzung, Rechtsfragen, Wiesbaden
- Weber, J. (1998): Einführung in das Controlling, 7. Aufl., Stuttgart
- Weber, J. (Hrsg.) (1995): Kennzahlen für die Logistik, Stuttgart

- Weber, J./ Großklaus, A./ Kummer, S./ Nippel, H./ Warnke, D. (1995a): Methodik zur Generierung von Logistik-Kennzahlen, in Weber, J. (Hrsg.): Kennzahlen für die Logistik, Stuttgart, S. 9-42
- Weber, J./ Großklaus, A./ Kummer, S./ Nippel, H./ Warnke, D. (1995b): Schritte zur Ableitung von Logistik-Kennzahlen, in Weber, J. (Hrsg.): Kennzahlen für die Logistik, Stuttgart, S. 195-204
- Weber, J./ Bramseman, U./ Heineke, C./ Hirsch, B. (2004): Wertorientierte Unternehmenssteuerung: Konzepte, Implementierung, Praxisstatements, Wiesbaden
- Weber, J./ Schäffer, U. (2011): Einführung in das Controlling, 13. Aufl., Stuttgart

Empfehlungen zur Gestaltung einer Balanced Scorecard für das Risikomanagement in der Logistik

Christoph Siepermann

FG Produktionswirtschaft und Logistik,
Universität Kassel, Nora-Platiel-Str. 4, 34127 Kassel,
siepermann@wirtschaft.uni-kassel.de

Zusammenfassung

Es existiert eine Vielzahl von Arbeiten zu den Einsatzmöglichkeiten der Balanced Scorecard in der Logistik sowie als Instrument des Risikomanagement. Beide Anwendungsbereiche der BSC werden bislang jedoch ausschließlich getrennt voneinander diskutiert. Der vorliegende Beitrag führt beide Anwendungsfelder der BSC zusammen unterbreitet ausgehend von einer Analyse und Systematisierung der existierenden Arbeiten zum Einsatz der BSC in der Logistik einerseits und im Risikomanagement andererseits Vorschläge zur Ausgestaltung der BSC für das Risikomanagement in der Logistik.

1 Problemstellung

Die zunehmende Angleichung und Substituierbarkeit der Produkte verschiedener Hersteller hinsichtlich Funktionalität, Qualität, Design und Preis hat eine immer stärkere Verlagerung des Wettbewerbs von der Primärleistungsebene (Produkt) auf die Sekundärleistungsebene (Serviceleistung) zur Folge. Eine hochgradig wettbewerbsrelevante Serviceleistung stellt der Logistikservice dar, der zunehmend über den Kauf eines Produktes bzw. über die Auftragsvergabe entscheidet.¹ Somit wird die Logistik als Servicefunktion zur bedarfsgerechten Bereitstellung von Gütern zu einem strategischen Erfolgsfaktor, indem sie einerseits über niedrige Logistikkosten zu einer günstigen Kostenposition beiträgt und andererseits über kurze Reaktions-, Durchlauf- und Lieferzeiten, eine hohe Lieferflexibilität, Termintreue und Informationsbereitschaft insbesondere bei der Erfüllung der immer individueller werdenden Kundenwünsche einen Beitrag zur Erhöhung des Kundennutzens und damit zur Differenzierung gegenüber den Wettbewerbern liefert. Empirische Studien belegen den hohen Einfluß, den die Logistik auf den Unternehmenserfolg hat.² Gleichzeitig bewirken nicht nur die Individualisierung der Nachfrage, sondern auch die seit Jahren zu beobachtende Verkürzung der Produktlebenszyklen und damit einhergehend auch der Innovationszyklen einen enormen Komplexitätsanstieg der Logistikprozesse.

In diesem durch hohen Wettbewerbsdruck sowie steigende Komplexität und Dynamik geprägten Wettbewerbsumfeld sind Unternehmen gegen Störungen jedweder Art besonders anfällig. Um dennoch eine effektive und effiziente Abwicklung der Logistikprozesse sowie sowohl beschaffungs- als auch absatzseitig die jederzeitige Verfügbarkeit der benötigten bzw. nachgefragten Erzeugnisse sicherzustellen, ist ein leistungsfähiges Logistikcontrolling notwendig. Dessen Aufgabe besteht zum einen darin, die Logistikleistungen und -kosten und deren Beitrag zum Unternehmenserfolg in geeigneter Form zu messen und transparent zu machen, um die der Logistik innewohnenden Potentiale zur Steigerung des Unternehmenserfolgs tatsächlich in vollem Umfang erschließen zu können. Denn so wie die Erfolgswirksamkeit der Logistik ist auch der positive Einfluß eines gut ausgebauten Logistikcontrolling auf den Logistikerfolg (und damit wiederum auf den Unternehmenserfolg) empirisch nachweisbar.³ Da überlegene Logistikleistungen den empirischen Erhebungen zufolge einen deutlich stärkeren Einfluß auf den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens ausüben als niedrige Logistikkosten, muß das Logistikcontrolling die Kosten- und die Leistungsseite gleichermaßen berücksichtigen. Zum anderen muß das Logistikcontrolling sicherstellen, daß einerseits Störfaktoren, die die Logistik daran hindern (können), ihre Aufgabe der Bereitstellung von Gütern im Sinne der 5r der Logistik auf wirtschaftliche Art und Weise zu erfüllen, andererseits aber auch positive Einflußfaktoren auf die Leistungserbrin-

¹ Vgl. Göpfert (2005), S. 20.

² Vgl. die Studien von Dehler (2001) und Engelbrecht (2004).

³ Vgl. die Studie von Blum (2006).

gung frühzeitig erkannt werden, um so dem Management zu ermöglichen, rechtzeitig auf entsprechende Chancen und Risiken zu reagieren.

Als Instrument, das beide Anforderungen erfüllt, wird sowohl in der betriebswirtschaftlichen Forschung als auch in der betrieblichen Praxis die Balanced Scorecard angesehen, wie zahlreiche Veröffentlichungen zu den Einsatzmöglichkeiten der BSC in der Logistik einerseits sowie als Instrument des Risikomanagement andererseits belegen. Beide Anwendungsgebiete der BSC werden in der Literatur jedoch ausschließlich getrennt voneinander diskutiert, so daß bislang keine Ansätze existieren, die die Anwendungsmöglichkeiten der BSC als Instrument für das Risikomanagement in der Logistik zum Gegenstand haben. Daher sollen im Folgenden ausgehend von einer Analyse und Systematisierung der existierenden Arbeiten zum Einsatz der BSC in der Logistik einerseits und im Risikomanagement andererseits Empfehlungen für die Gestaltung einer Risiko-BSC für die Logistik abgeleitet werden, indem beide Aspekte in geeigneter Weise integriert werden.

2 Gestaltungsansätze einer Balanced Scorecard für die Logistik

2.1 Überblick

Um die Balanced Scorecard adäquat zur Steuerung der Logistik einsetzen zu können, sind nach herrschender Auffassung Anpassungen inhaltlicher (Integration logistikrelevanter Kennzahlen in die vier Standard-Perspektiven) und ggf. struktureller Art (Modifikation von Art und Anzahl der Perspektiven) notwendig.⁴ Daher wurden in der Literatur sowohl von theoretischer als auch von praktischer Seite zahlreiche Vorschläge zur (Um-) Gestaltung der Balanced Scorecard im Hinblick auf ihren Einsatz zur Steuerung der Logistik gemacht. Diese lassen sich, wie in Tabelle 1 dargestellt, nach folgenden Kriterien systematisieren:

- Nach der Art der vorgenommenen Anpassung des Grundmodells der BSC an die spezifischen Bedürfnisse der Logistik sind Ansätze, die lediglich logistikbezogene Kennzahlen in die klassischen Perspektiven der BSC integrieren (rein inhaltliche Anpassung) von solchen zu unterscheiden, die zusätzlich Modifikationen in Bezug auf die Perspektiven der BSC vornehmen (inhaltliche und strukturelle Anpassung).
- Im Hinblick auf den Anwendungskontext der Konzepte bzw. den Stellenwert der Logistik für das betrachtete Unternehmen ist weiter dahingehend zu differenzieren, ob sie für ein Industrie- oder Handelsunternehmen, für die die Logistik eine Unterstützungsfunktion zur Erfüllung des eigentlichen Kerngeschäfts darstellt und die Logistikleistungen somit als Sekundärleistungen anzusehen sind, oder für einen Logistikdienstleister entwickelt wurden, dessen Kerngeschäft in der Erbringung von Logistikleistungen für andere Unternehmen besteht (Logistikleistungen als Primärleistungen).

⁴ Vgl. Stölzle/Karrer (2004), S. 137.

- Nach dem Detaillierungsgrad kann zwischen Vorschlägen, die sich (nur) auf die Gesamtlogistik beziehen und solchen, die die Gesamtlogistik eines Unternehmens (alternativ oder zusätzlich) in einzelne Teilbereiche zerlegen, unterschieden werden.
- Schließlich können rein konzeptionelle Ansätze von solchen differenziert werden, die aus Praxisprojekten entstanden sind. Letztere sind in Tabelle 1 kursiv dargestellt. Sofern das Unternehmen, für das die BSC entwickelt wurde, genannt wird, ist der Name zusätzlich hinter den Autoren angegeben.

	Rein inhaltliche Anpassung	Inhaltliche und strukturelle Anpassung	
Industrie und/oder Handel	Engelke/Rausch (2002) Engelhardt (2002) Borsum/Kämpf/Kern (o.J.) Liberatore/Miller (1998) <i>Eschenbach/Haddad (1999)</i> <i>Kindel/Lang/Schwarz/Sommerer (2005) – Blechformwerke Bernsbach</i>	Siepermann (2003), aufgegriffen durch Vahrenkamp (2007) Piontek (2007) bzw. Gerberich (2003) <i>Stölzle (2001)</i> <i>Karrer/Placzek/Stölzle (2004)</i> <i>Galgenmüller/Gleich/Gräf (2000) – DaimlerChrysler</i> <i>Caplice/Sheffi (1995) – Digital Equipment</i>	Gesamtlogistik
	Binner (2002)	Weber (2002)	Teilbereiche
Logistikdienstleister	Clausen/Erdmann/Schmidt (2003) Göpfert (2007) Borsum/Kämpf/Kern (o.J.) <i>Vulpus (2000) – Deutsche Bahn</i> <i>Boecker (2001) – F.S.G.</i>	Karrer/Petzold (2004)	Gesamtlogistik
		Schwolgin (2006), aufgegriffen durch Haasis (2008) <i>Schneider (2002, 2003a, 2003b)</i> bzw. <i>Schneider/Draeger (2003) – Schenker</i>	Teilbereiche

Tabelle 1: Gestaltungsansätze einer Logistik-BSC

Bei der Analyse der Gestaltungsansätze ist zunächst grundlegend dahingehend zu differenzieren, welchen Stellenwert die Logistikleistungen für das betrachtete Unternehmen haben, d.h. ob es sich bei den Logistikleistungen um Primärleistungen und bei dem betrachteten Unternehmen somit um einen Logistikdienstleister handelt, oder ob ein Industrie- oder Handelsunternehmen betrachtet wird, für das die Logistik eine Sekundärleistungsfunktion repräsentiert.

2.2 Analyse der Gestaltungsansätze für Industrie- und Handelsunternehmen

Bei den Ansätzen für Industrie- und/oder Handelsunternehmen sind vor allem die vorgeschlagenen strukturellen Anpassungen von Interesse. *Weber* präsentiert ein System von Logistik-BSCs, das sich aus je einer BSC für die Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Gesamtlogistik zusammensetzt.⁵ Da Quellen und Senken des Material- und Warenflusses für die Logistik gleichermaßen bedeutsam sind, sollten neben kundenbezogenen Zielen explizit auch lieferantenbezogene Ziele in einer Logistik-BSC berücksichtigt und mit Hilfe entsprechender Kennzahlen operationalisiert werden. Um diesen das gleiche Gewicht zu verleihen wie den kundenbezogenen Zielen und Kennzahlen, integriert *Weber* in die Scorecards für die logistischen Teilbereiche zusätzlich zur Kundenperspektive, die die Senken des Material- und Warenflusses repräsentiert, jeweils eine *Lieferantenperspektive* für die Quellen der Material- und Warenflüsse. Die Verbindung zwischen den drei Logistik-Teilbereichs-Scorecards ergibt sich daraus, daß die Kundenperspektive eines vorgelagerten logistischen Teilbereichs die Belange des jeweils nachgelagerten Teilbereichs und die Lieferantenperspektive eines nachgelagerten Teilbereichs die Belange des jeweils vorgelagerten Bereichs abbildet. Auf die Integration einer Lern- und Entwicklungsperspektive wird auf dieser Ebene im Sinne einer Komplexitätsreduktion verzichtet, zumal sich hier keine nennenswerten Unterschiede zwischen den einzelnen logistischen Teilbereichen feststellen lassen. Ihre Berücksichtigung erfolgt daher erst auf der Ebene der Gesamtlogistik. Die Scorecard für die Gesamtlogistik enthält neben Finanz- und Lern- und Entwicklungsperspektive eine *Koordinationsstruktur-* und eine *Koordinationsprozeßperspektive* zur Abbildung der Leistungsfähigkeit der Logistik bei der Koordination der betrieblichen Wertschöpfungsprozesse als Kernaufgabe der Logistik, wobei die Koordinationsstrukturperspektive den Koordinationserfolg über strukturelle Maßnahmen (z.B. explizite Berücksichtigung logistischer Belange bei der Produktentwicklung und -gestaltung) und die Koordinationsprozeßperspektive das Ausmaß laufender Koordinationsaktivitäten mißt. Da Lieferantenaspekte mit der Lieferantenperspektive der Beschaffungslogistik-BSC und die Kundenbeziehungen mit der Kundenperspektive der Distributionslogistik-BSC vollständig abgedeckt sind, kann auf diese Perspektiven auf der Ebene der Gesamtlogistik (wiederum vor dem Hintergrund der Komplexitätsreduktion) verzichtet werden.

Auch andere Autoren integrieren in ihre (für die Gesamtlogistik konzipierte) Logistik-BSC zusätzliche Perspektiven:

- Am häufigsten wird eine *Lieferantenperspektive* empfohlen.⁶ Die Begründung ist jeweils ähnlich wie bei *Weber*. Als Alternative zu einer solchen wird auch eine Erweiterung der Kundenperspektive um Lieferantenaspekte als Möglichkeit genannt; die resultierende Perspektive wird dann als *Marktperspektive* bezeichnet.⁷

⁵ Vgl. *Weber* (2002), S. 301 ff.

⁶ Vgl. *Piontek* (2007), S. 179 ff.; *Gerberich* (2003), S. 361 ff.; *Karrer/Placzek/Stölzle* (2004), S. 506 ff.; *Siepermann* (2003), S. 319 ff.; *Vahrenkamp* (2007), S. 431 ff.

⁷ Vgl. *Siepermann* (2003), S. 319 und 322.

Eine Lieferantenperspektive wird allerdings auch unabhängig vom Anwendungskontext der Logistik vorgeschlagen.⁸

- Um die Logistik-BSC unternehmensstrategiekonform ausrichten zu können, muß die Logistikstrategie mit der Strategie des Gesamtunternehmens verknüpft werden. Zu diesem Zweck erweitert *Stölzle* das Grundkonzept der BSC um eine *Strategieperspektive*, deren Aufgabe darin besteht, den Beitrag der Logistik zur Umsetzung der Gesamtunternehmensstrategie aufzuzeigen.⁹

Um die Logistik-BSC nicht mit Perspektiven zu überfrachten, wird die Einführung einer neuen Perspektive meist durch den Verzicht auf eine andere, im Grundmodell der BSC enthaltene Perspektive oder die Zusammenlegung zweier originärer Perspektiven kompensiert:

- Im Modell von *Weber* entfallen (wie bereits erläutert) auf Ebene der Teilbereichs-Scorecards die Lern- und Entwicklungsperspektive und auf Ebene der BSC für die Gesamtlogistik die Kunden- und die Prozeßperspektive.¹⁰
- Auch andere Autoren verzichten in ihren (gesamtlogistikbezogenen) Ansätzen auf die Lern- und Entwicklungsperspektive mit der Begründung, daß diese im Vergleich zu den übrigen Perspektiven eher logistikunspezifisch ist und somit im Sinne einer Komplexitätsreduktion in einer Logistik-Scorecard am ehesten entfallen kann.¹¹ In der Praxis ist ein Wegfall der Lern- und Entwicklungsperspektive in einer Logistik-BSC auch dann zu beobachten, wenn keine zusätzliche Perspektive implementiert wird.¹²
- Als Alternative zu einem völligen Verzicht auf die Lern- und Entwicklungsperspektive nehmen *Karrer/Placzek/Stölzle* eine Zusammenlegung mit der internen Prozeßperspektive vor und bezeichnen die resultierende Perspektive (übersetzt) als "*Mitarbeiter und Prozesse*". Begründet wird dies mit dem engen Zusammenhang zwischen effektiven und effizienten Logistikprozessen einerseits (interne Prozeßperspektive) und der Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter und Informationssysteme andererseits (Lern- und Entwicklungsperspektive).¹³
- *Galgenmüller/Gleich/Gräf* hingegen spalten die Lern- und Entwicklungsperspektive der klassischen BSC in die beiden Perspektiven "*Führung und Mitarbeiter*" sowie "*Innovationen, Lernen und Wissen*" auf und nehmen somit eine Gegenposition zu der oben angesprochenen Auffassung hinsichtlich der Bedeutung der Lern- und Entwicklungsperspektive für eine Logistik-BSC ein. Hintergrund dieser Modifikation ist die Verbindung der Balanced Scorecard mit dem EFQM-Modell.¹⁴

⁸ Vgl. Friedag/Schmidt (2002), S. 197 ff.

⁹ Vgl. Stölzle (2001), S. 46 ff.

¹⁰ Vgl. Weber (2002), S. 302 und 305 f.

¹¹ Vgl. Siepermann (2003), S. 322; Vahrenkamp (2007), S. 435 f.

¹² Vgl. Caplice/Sheffi (1995), S. 69 ff.; Kohler/Köhler (2002).

¹³ Vgl. Karrer/Placzek/Stölzle (2004), S. 506.

¹⁴ Vgl. Galgenmüller/Gleich/Gräf (2000), S. 25.

- *Piontek* und *Gerberich* fassen schließlich beide Finanz- und Kundenperspektive zu einer als "*Ansprüche des Unternehmens*" bezeichneten Perspektive zusammen.¹⁵ Diese Idee stammt aus einer von *Eschenbach* für die Materialwirtschaft konzipierten Balanced Scorecard.¹⁶ Die Zusammenlegung der beiden Perspektiven läßt sich in Bezug auf die Materialwirtschaft damit begründen, daß diese ausschließlich interne Kunden versorgt. Auf die Logistik trifft dieses Argument allerdings nicht zu, da diese mit der Distributionslogistik immer auch in Kontakt zu den externen Kunden tritt.

Von den Gestaltungsvorschlägen für Industrie- und Handelsunternehmen mit rein inhaltlicher Anpassung bedarf lediglich der Ansatz von *Binner* einer kurzen Erläuterung. *Binner* unterteilt die Logistik in sechs sog. Hauptprozesse (Vertrieb, Entwicklung, Beschaffung, Produktion, Distribution und Entsorgung) und sieht für jeden Teilbereich eine aus den vier klassischen Perspektiven bestehende Balanced Scorecard vor. Für jede Perspektive schlägt er Struktur- und Leistungskennzahlen sowie Logistikkennzahlen vor.¹⁷ Im Gegensatz zum Ansatz von *Weber* stehen die einzelnen Scorecards unverbunden nebeneinander.

2.3 Analyse der Gestaltungsansätze für Logistikdienstleister

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, behalten die in der Literatur vorgestellten Ansätze für Logistikdienstleister überwiegend die vier von *Kaplan/Norton* vorgeschlagenen Perspektiven bei und ordnen die logistischen Ziele und Kennzahlen diesen Perspektiven zu. Ausnahmen bilden die Ansätze von *Karrer/Petzold*, *Schwolgin* und *Schneider*:

- Der Vorschlag von *Karrer/Petzold* sieht zwei strukturelle Modifikationen vor: Zum einen wird die Kundenperspektive um eine Abbildung der Konkurrenzverhältnisse erweitert und als *Marktperspektive* bezeichnet. Zum anderen wird eine *Kooperationsperspektive* zur Erfassung kooperationsrelevanter Sachverhalte bzgl. der (langfristigen) Zusammenarbeit mit den Verladern hinzugefügt. Diese bezieht sich in erster Linie auf das kundenindividuelle Geschäftsfeld der Kontraktlogistik, während kundenbezogene Ziele, Kennzahlen und Maßnahmen, welche standardisierte Netzdienstleistungen betreffen, in der Kundenperspektive abgebildet werden. Durch diese Trennung soll eine bessere Abstimmung zwischen beiden Leistungsbereichen erreicht werden.¹⁸
- *Schwolgin* spaltet in seiner für einen (fiktiven) Betreiber von Güterbahnen konzipierten BSC die Lern- und Entwicklungsperspektive in eine *Mitarbeiter-* und eine *Innovationsperspektive* auf, ohne dies jedoch näher zu begründen oder weitergehende Hinweise zur konkreten Ausgestaltung dieser Perspektiven zu geben. Darüber hinaus wird die Einführung einer *Nachunternehmer-* oder *Netzwerkperspekti-*

¹⁵ Vgl. *Piontek* (2007), S. 181; *Gerberich* (2003), S. 363.

¹⁶ Vgl. *Eschenbach* (1999), S. 39.

¹⁷ Vgl. *Binner* (2002), S. 265 ff.

¹⁸ Vgl. *Karrer/Petzold* (2004), S. 98 ff.

ve für den Vor- und Nachlauf mit anderen Verkehrsträgern diskutiert, aus Gründen der Übersichtlichkeit aber wieder verworfen.¹⁹ Im Gegensatz zu *Karrer/Petzold* geht *Schwolgin* auch auf die Möglichkeit bzw. Notwendigkeit des Auffächerns der gesamtunternehmensbezogenen BSC auf die einzelnen Geschäftsbereiche (z.B. Einzelwagenverkehr, Ganzzugverkehr, Kombiniertes Verkehr, Traktion) ein.²⁰

- Auch der von *Schneider* für das Unternehmen Schenker konzipierte Ansatz sieht eine Kaskade von Balanced Scorecards vor. Auf Abteilungsebene werden die Scorecards in die Perspektiven *Markt*, *Produktion* und *interne Prozesse* gegliedert. Innerhalb jeder Perspektive werden finanzielle Kennzahlen und Werttreiber unterschieden.²¹ Der genaue Inhalt der drei Perspektiven bleibt allerdings ebenso offen wie die Struktur der Balanced Scorecard auf Unternehmensebene.

3 Gestaltungsansätze einer Balanced Scorecard für das Risikomanagement

3.1 Überblick

Durch die Ergänzung finanzieller Kennzahlen um sog. Leistungstreiberkennzahlen, die als vorlaufende Indikatoren oder Frühindikatoren über Ursache-Wirkungs-Ketten frühzeitig Aufschluß über die zu erwartende Entwicklung der Finanzkennzahlen geben sollen, unterstützt die BSC bereits in ihrer Grundform die Früherkennung künftiger Risiken und erscheint daher als Instrument des Risikomanagement grundsätzlich geeignet.²² Dies wird allerdings von vielen Autoren als nicht ausreichend erachtet, um die den Fortbestand der Unternehmung gefährdenden Risiken frühzeitig zu identifizieren, wie es nach § 91 Abs. 1 AktG seit der Änderung durch das KonTraG gefordert wird.²³ Vor diesem Hintergrund wurden in der Literatur sowohl von theoretischer als auch von praktischer Seite zahlreiche Vorschläge zur adäquaten Berücksichtigung von Risiken in der Balanced Scorecard gemacht. Die Palette reicht von der einfachen Integration risikoorientierter Kennzahlen in eine oder mehrere traditionelle Perspektiven über geringfügige Modifikationen der klassischen BSC bis hin zu einer grundlegenden Umgestaltung und Erweiterung des Konzepts. Abbildung 1 gibt hierzu einen Überblick.²⁴ Von Bedeutung sind dabei neben unternehmensbezogenen Ansätzen, die im Fokus dieses Beitrags stehen, zum Teil auch solche, die sich auf ganze Supply Chains beziehen, da auch diese zum Teil wertvolle Anregungen für die Gestaltung einer unternehmensbezogenen Risiko-Balanced Scorecard liefern.

¹⁹ Vgl. *Schwolgin* (2006), S. 10; *Hassis* (2008), S. 195.

²⁰ Vgl. *Schwolgin* (2006), S. 9.

²¹ Vgl. *Schneider* (2002), S. 45.

²² Vgl. *Kaninke* (2004), S. 89.

²³ Vgl. z.B. *Link/Münster* (2007), S. 147.

²⁴ Vgl. auch *Burger/Buchhart* (2002a), S. 208 f.; *Kaninke* (2004), S. 80 ff.; *Schmitz/Wehrheim* (2006), S. 122 ff.; *Bauer* (2007), S. 24.

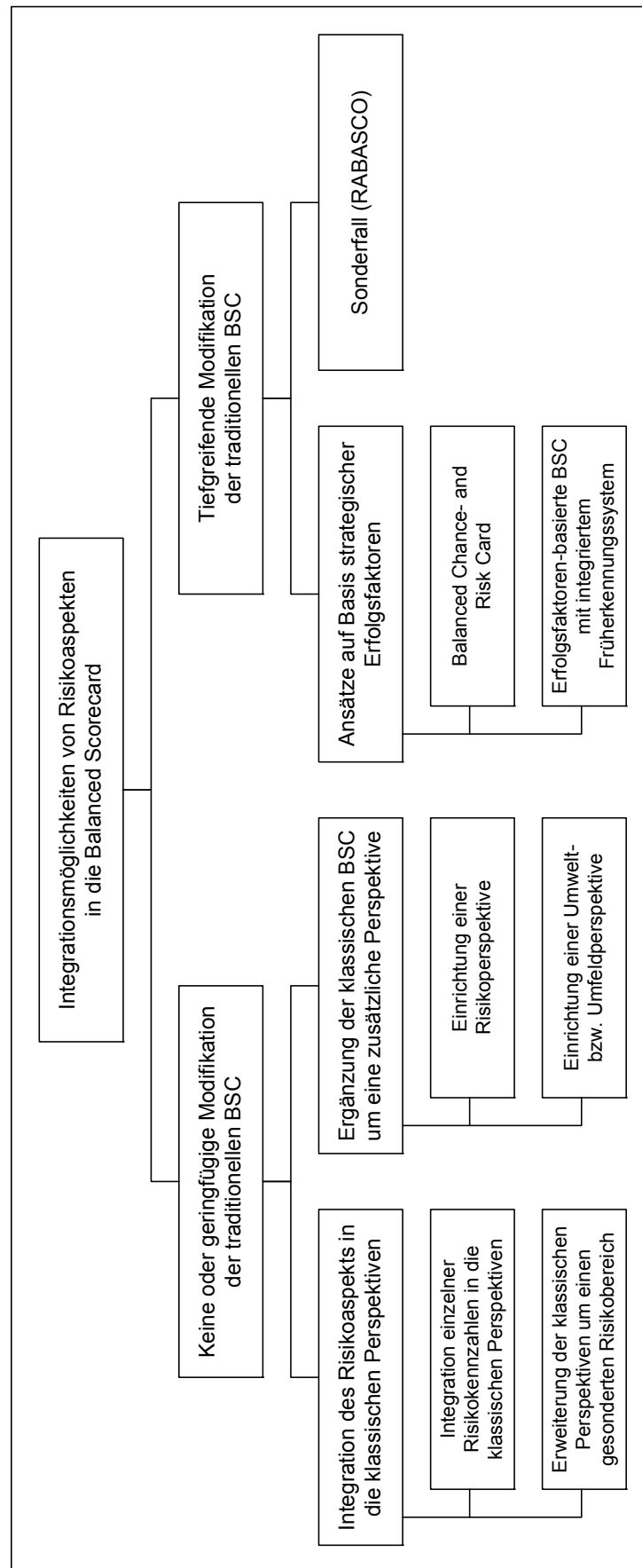


Abbildung 1: Integrationsmöglichkeiten von Risikoaspekten in die Balanced Scorecard

3.2 Integration des Risikoaspekts in die traditionellen Perspektiven

Bei der Integration des Risikoaspekts in die traditionellen Perspektiven ist zwischen Konzepten zu unterscheiden, die die perspektiveninterne Struktur der traditionellen BSC unverändert beibehalten und solchen, die die Perspektiven der traditionellen BSC um einen gesonderten Risikobereich erweitern. Innerhalb der zuerst genannten Gruppe finden sich in der Literatur folgende Vorschläge:

- Integration risikobezogener Ziele und Kennzahlen in die Finanzperspektive²⁵ (diese Möglichkeit wird bereits von *Kaplan/Norton* erwähnt²⁶),
- Integration des Risikoaspekts in die Prozeß- oder Lern- und Entwicklungsperspektive,²⁷
- Integration von Risikokennzahlen in alle vier klassischen Perspektiven.²⁸

Die Ansätze der zweiten Gruppe von Autoren unterscheiden sich insbesondere in der konkreten Ausgestaltung des vorgesehenen Risikobereichs:

- In der *Balanced Scorecard Plus* von *Weber/Weißenberger/Liekweg* werden für jedes strategische Ziel neben Kennzahlen, Vorgaben und Maßnahmen zusätzlich wichtige Chancen und Risiken mit den dahinterstehenden Einflußfaktoren ausgewiesen, die die Zielerreichung positiv oder negativ beeinflussen können. Für jeden Einflußfaktor bzw. jede Kennzahl wird ein Grenzwert festgelegt, bei dessen Über- bzw. Unterschreitung die Erreichung der Unternehmensziele als gefährdet gilt.²⁹
- In dieselbe Richtung geht der Vorschlag von *Horváth & Partners*, welcher zunächst eine Erweiterung der traditionellen Perspektiven um die Spalten "Risiken" und "Risikoindikatoren" vorsieht.³⁰ *Link/Münster* erweitern den Risikoteil jeder Perspektive um eine weitere Spalte "Schwellenwerte".³¹ Später modifizieren *Horváth & Partners* ihr Konzept dahingehend, daß sog. Gegensatzpaare aus strategischem Ziel (= Chance) und korrespondierendem (Einzel-) Risiko gebildet werden sollen, die durch *gemeinsame* Meßgrößen operationalisiert werden, für die neben dem (positiv gerichteten) Zielwert (Chancensicht) jeweils auch ein Schwellenwert (Risikosicht) festgelegt wird, bei dessen Erreichen eine akute Gefahr des Risikoeintritts besteht und ebenfalls in der BSC zu hinterlegende Maßnahmen zur Risikoabwehr zu ergreifen sind.³² Problematisch ist diese Vorgehensweise allerdings dann, wenn es zu einem Ziel kein korrespondierendes Einzelrisiko gibt, wenn meh-

²⁵ Vgl. Wicki-Breitinger (2000), S. 154 f.; Wiedemann (2001), S. 499; Körnert (2006), S. 171.

²⁶ Vgl. Kaplan/Norton (1997), S. 49, 59 und 151.

²⁷ Vgl. Kaninke (2004), S. 83 und 85; Scholey (2006).

²⁸ Vgl. Oepping/Siemes (2003); Scheibeler (2004); Aichholz (2002), S. 279 f.; Kaganskaya (2007), S. 69 ff.; Horstmann (1999), S. 198.

²⁹ Vgl. Weber/Weißenberger/Liekweg (1999a); Weber/Weißenberger/Liekweg (1999b), S. 31 ff.

³⁰ Vgl. Horváth/Gleich (2000), S. 114 ff.

³¹ Vgl. Link/Münster (2007), S. 147 f.; Link (2010), S. 140.

³² Vgl. Horváth & Partners (2007), S. 366 ff.; Gleich/Höhner (2002); Höhner/Rossitsch (2002).

- rere Risiken auf ein Ziel wirken oder ein Risiko auf mehrere strategische Ziele wirkt sowie bei (vornehmlich externen) Risiken, denen keine Ziele entsprechen.³³
- Auch im Konzept der Value-Based-Scorecard (VBS) bzw. der FutureValue Scorecard (FVS) von *Gleißner* werden jeder Kennzahl potentielle Störgrößen (Risiken) zugeordnet, die bei dieser Kennzahl Planabweichungen auslösen könnten.³⁴ Weitergehende Ausführungen zur Ausgestaltung des Risikobereichs der Perspektiven enthalten die Ausführungen des Autors jedoch nicht.
 - *Kaluza/Dullnig* bzw. *Winkler* stellen eine integrierte Performance-Risiko-BSC für Supply Chains vor,³⁵ deren Perspektiven ebenfalls jeweils um einen Risikobereich erweitert werden, in dem dann die verschiedenen Risiken, die die Erreichung der in der Perspektive abgebildeten Ziele gefährden können, erfaßt werden. Die Risiken werden dabei als zu minimierende Ziele angesehen und mit Hilfe von Kennzahlen, Zielvorgaben und Maßnahmen zur Erreichung der Zielvorgaben operationalisiert. Die "traditionellen" BSC-Kennzahlen können dann wie im Ansatz von *Horváth & Partners* als Indikatoren für die Chancen angesehen werden. Eine eindeutige Zuordnung zwischen strategischen Zielen und Risiken wie in den zuvor vorgestellten Ansätzen beinhaltet die integrierte Performance-Risiko-BSC jedoch nicht. Dadurch wird das im Kontext der Ausführungen zum Ansatz von *Horváth & Partners* angesprochene Problem der nicht immer möglichen 1:1-Zuordnung zwischen Chance und Risiko umgangen.
 - Noch einen Schritt weiter als die bislang beschriebenen Ansätze geht der von *Zimmermann/Jöhnk* beschriebene Ansatz einer Bausparkasse, die parallel zur traditionellen, als "Balanced Scorecard des strategischen Managements" bezeichneten BSC eine ebenfalls nach den vier Standardperspektiven gegliederte separate Balanced Scorecard für das Risikomanagement implementiert hat. Dort werden für die einzelnen Risikokomponenten die Risikoursachen, Eintrittswahrscheinlichkeit, Schadenshöhe und Gegensteuerungsmaßnahmen festgehalten. Über die Maßnahmen erfolgt die Verbindung mit der BSC des strategischen Managements.³⁶ Dieser Ansatz kann als Vorstufe zum weiter unten vorgestellten Konzept der Balanced Chance- and Risk-Card angesehen werden, welches ebenfalls getrennte Scorecards für Chancen bzw. strategische Ziele und Risiken vorsieht.

3.3 Ergänzung der traditionellen BSC um eine zusätzliche Perspektive

Die in der Literatur unterbreiteten Vorschläge zur Ergänzung der traditionellen BSC um eine zusätzliche Perspektive sehen entweder die Erweiterung der klassischen Ba-

³³ Vgl. Schmitz/Wehrheim (2006), S. 129.

³⁴ Vgl. Gleißner (2000), S. 162 f., insbesondere S. 163, Anmerkung 4; Gleißner (2003a), S. 309 ff., insbesondere S. 309; Gleißner (2003b), insbesondere S. 4; Gleißner (2004), S. 255 ff., insbesondere S. 285.

³⁵ Vgl. Kaluza/Dullnig (2004), S. 503 ff.; Winkler (2005), S. 281 ff. und 387 ff.

³⁶ Vgl. Zimmermann/Jöhnk (2002), S. 896 f.

lanced Scorecard um eine separate Risikoperspektive oder um eine Umfeld- bzw. Umweltperspektive vor:

- Die Einrichtung einer gesonderten *Risikoperspektive* wird insbesondere im Kontext des Risikomanagements von Banken propagiert.³⁷ In der Risikoperspektive sind dann alle maßgeblichen Bestimmungsgrößen eines erfolgreichen Risikomanagements darzustellen, für welche wiederum Ziele, Kennzahlen, Vorgabewerte und entsprechende Reaktionsmaßnahmen definiert werden. Auch wenn die Integration einer separaten Risikoperspektive bisher fast ausschließlich im Finanzdienstleistungsbereich Anwendung gefunden hat,³⁸ erscheint die Idee dennoch auf andere Branchen und Bereiche übertragbar.
- Ansätze mit einer zusätzlichen *Umfeld-* bzw. *Umweltperspektive* stammen von *Broetzmann/Oehler*, *Kirchner*, *Dieckmann*, *Fröhling* und *Lingnau/Jonen*. Der Kerngedanke der von *Broetzmann/Oehler* entwickelten "Risk Enhanced Balanced Scorecard" (REBS) besteht in der Integration von Kennzahlen zum Unternehmensumfeld in die Ursache-Wirkungs-Kette. Diese Umfeldindikatoren sollen frühzeitig Aufschluß über externe Umfeldentwicklungen geben, die die Erreichung der in den übrigen Perspektiven abgebildeten Ziele beeinflussen können.³⁹ Auch *Kirchner* schlägt zur Berücksichtigung externer, vom Unternehmen nicht beeinflussbarer Risiken die Ergänzung der Balanced Scorecard um eine fünfte Perspektive "äußeres Umfeld" vor. Die intern beeinflussbaren Risiken sind den vier klassischen Perspektiven zuzuordnen und mit geeigneten Kennzahlen zu quantifizieren. Während in diesen Perspektiven dann eine parallele Betrachtung von Chancen und Risiken erfolgt, beinhaltet die Umfeldperspektive nur Risiken.⁴⁰ Weitere Vorschläge zur Einführung einer Umwelt- bzw. Umfeldperspektive stammen von *Dieckmann* und *Fröhling*,⁴¹ beide Autoren machen dazu aber keine weiteren Erläuterungen. *Lingnau/Jonen* greifen schließlich in ihrer für das Supply Chain Risikomanagement konzipierten "Balanced Supply Chain Risk Map" (BSCRM) die Idee der Einrichtung einer Umweltperspektive auf und erweitern die so entstandene 5-Perspektiven-Scorecard zusätzlich um eine Risikotabelle zur Darstellung der Risikointerdependenzen, welche an die noch zu erläuternde Risk-Scorecard im Ansatz von *Wurl/Mayer* angelehnt ist.⁴²

³⁷ Vgl. Meyer/Köhle (2000); Kaum (2000); Harengel (2000), S. 182 ff.; Wagner (2000); Schwaiger (2002), S. 20.

³⁸ Der einzige diesbezügliche Vorschlag außerhalb des Bankgeschäfts wurde von *Teichmann/Erkens* für die Wohnungswirtschaft gemacht (vgl. *Teichmann/Erkens* (2000)).

³⁹ Vgl. *Broetzmann/Oehler* (2001); *Broetzmann/Oehler* (2002).

⁴⁰ Vgl. *Kirchner* (2002), S. 56 ff., insbesondere S. 66 ff.

⁴¹ Vgl. *Dieckmann* (2002); *Fröhling* (2003), S. 201.

⁴² Vgl. *Lingnau/Jonen* (2007), S. 345 f.

3.4 Ansätze auf Basis strategischer Erfolgsfaktoren

Im Gegensatz zu den bisher dargestellten Ansätzen verlassen die nun vorzustellenden Ansätze den klassischen Aufbau der BSC und führen innerhalb des Konzepts eine weitergehende strukturelle Modifikation durch. Im Ansatz von *Reichmann et al.*, welcher auch als *Balanced Chance- and Risk-Card* (BCR-Card) bezeichnet wird,⁴³ werden die traditionellen Perspektiven der BSC durch strategische Erfolgsfaktoren ersetzt, von denen Chancen und Risiken mit Wirkung auf den Unternehmenswert als zentrale Zielgröße ausgehen und welche durch die Formulierung strategischer Ziele eine Konkretisierung erfahren. Der Unternehmenswert wird dabei durch die Kennzahlen "Discounted Cash Flow", "Economic Value Added" und "Market Value Added" abgebildet. Als Erfolgsfaktoren werden beispielhaft die Bereiche Finanzen, Kunden/Absatzmarkt, Leistungserstellung/Produktionslogistik, Personal und Produkt unterschieden, wodurch wiederum die Ähnlichkeit zu den klassischen Scorecard-Perspektiven zum Ausdruck kommt. Eine Operationalisierung der mit den strategischen Zielen in Beziehung stehenden Chancen und Risiken erfolgt auf operativer wie auch strategischer Ebene durch die Integration geeigneter Kennzahlen. Hierbei wird innerhalb der Scorecard für jeden Erfolgsfaktor ein Chancen- und Risikobereich unterschieden, wodurch eine erfolgsfaktorenorientierte Gegenüberstellung von Chancen und Risiken ermöglicht und deren wechselseitiges Zusammenspiel abgebildet wird. Da Risiken jedoch nicht nur im Zusammenhang mit den strategischen Erfolgsfaktoren eines Unternehmens bestehen, sondern auch innerhalb des Unternehmensumfelds zu identifizieren sind, erfolgt innerhalb des Risikobereichs zusätzlich eine Erfassung entsprechender Umfeldrisiken. "Die Chance-Card enthält [hingegen] keine Umweltkomponente, obwohl aus Umweltentwicklungen [auch] zahlreiche Chancen resultieren können, die oft auf den gleichen Einflußfaktoren beruhen wie die Risiken".⁴⁴

Die von *Wurl/Mayer* vorgeschlagene *Erfolgsfaktoren-basierte Balanced Scorecard mit integriertem Früherkennungssystem*⁴⁵ baut auf dem Konzept der von denselben Autoren entwickelten Erfolgsfaktoren-basierten Balanced Scorecard⁴⁶ auf. Dabei wird für jeden einzelnen Erfolgsfaktor eines Unternehmens eine separate BSC definiert. Jede BSC beinhaltet einen Kernteil mit finanziellen Kennzahlen sowie eine Reihe von Frühindikatoren, die mit Hilfe sog. Meßkriterien gruppiert werden. Die Meßkriterien und der Kernteil entsprechen den Perspektiven der klassischen BSC.

Im Konzept der Erfolgsfaktoren-basierten Balanced Scorecard mit integriertem Früherkennungssystem, die auch als *Evolutionstufe II der Erfolgsfaktoren-basierten Balanced Scorecard* bezeichnet wird, wird zusätzlich für jeden Frühindikator das mögliche Gefährdungspotential, ggf. differenziert in unterschiedliche Gefährdungsstufen, festgehalten. Die Balanced Scorecard eines jeden Erfolgsfaktors wird um eine Risiko-

⁴³ Vgl. Reichmann/Form (2000); Reichmann/Richter (2001), S. 186 ff.; Reichmann (2001); Reichmann (2006), S. 650 ff.

⁴⁴ Burger/Buchhart (2002b), S. 598.

⁴⁵ Vgl. Wurl/Mayer (2001), S. 202 f. und S. 207 ff.; Mayer (2003); Mayer (2000), S. 233 ff.

⁴⁶ Vgl. Wurl/Mayer (2000); Hornung/Mayer (1999); Mayer (2000).

tabelle erweitert, in welcher die erfolgsfaktorspezifischen Risiken mit den entsprechenden Eintrittswahrscheinlichkeiten, dem jeweiligen Schadenspotential und der erwarteten Dauer der Risikorelevanz erfaßt werden. Dieses System aus verschiedenen erfolgsfaktorbasierten Scorecards wird um eine supplementäre (erfolgsfaktorübergreifende) Risk Scorecard ergänzt, welche sich wiederum aus einem Kernteil und einem Basisteil zusammensetzt. Im Basisteil werden die Einzelrisiken aus den verschiedenen erfolgsfaktorbasierten Scorecards in einer Tabelle zusammengeführt und durch Risiken, welche den einzelnen Erfolgsfaktoren nicht direkt zugeordnet werden konnten, ergänzt. Der Kernteil der supplementären Risk Scorecard beinhaltet neben einer Übersicht über die finanziellen Risikokennzahlen mit zugehörigen Zielen, Initiativen, Maßnahmen und festgestellten Abweichungen ein Risiko-Portfolio bestehend aus den Dimensionen "Schadenspotenzial" und "Eintrittswahrscheinlichkeit", in welches die im Basisteil aufgelisteten Einzelrisiken eingeordnet werden. Die supplementäre Risk Scorecard bietet zwar einen komprimierten und vollständigen Überblick über die gesamte Risikosituation eines Unternehmens und stellt sicher, daß sich wirklich alle Risiken erfassen lassen,⁴⁷ die Kombination aus zusammenfassenden und ergänzenden Elementen hat jedoch zahlreiche Redundanzen und eine insgesamt etwas überladene Darstellung zur Folge, welche die Übersichtlichkeit beeinträchtigt.⁴⁸

3.5 Sonderfall RABASCO

Einen Sonderfall stellt schließlich die sog. *Risk Adjusted Balanced Scorecard* (RABASCO) von Pollanz dar.⁴⁹ Die RABASCO besteht aus den Feldern Eigenkapitalkosten (= Renditeerwartung der Aktionäre), Transaktionskosten, Kernchancen und Kernrisiken (Auflistung der 20 wichtigsten mit den Kernkompetenzen des Unternehmens verbundenen Chancen und (systematischen) Risiken), unsystematisches (= branchenunabhängiges) Risiko (z.B. individuelle Organisations- und Kontrollrisiken des Unternehmens) sowie jeweils einer Auflistung von Maßnahmen zum Umgang mit den systematischen bzw. unsystematischen Risiken. Der Anwendungsfokus der RABASCO liegt auf dem Bankensektor und dem dort dominierenden systematischen Risiko. Dadurch besteht die Gefahr, daß die in den meisten Branchen außerhalb des Bankbereichs vorherrschenden unsystematischen Risiken vernachlässigt werden, so daß das Konzept außerhalb des Bankensektors nur sehr eingeschränkt anwendbar ist.⁵⁰ Da die RABASCO zudem nur noch einen sehr rudimentären Bezug zur Balanced Scorecard aufweist, findet sie in den folgenden Überlegungen keine Berücksichtigung mehr.

⁴⁷ Vgl. Tewald (2005), S. 21 f.

⁴⁸ Vgl. Lingnau/Jonen (2007), S. 342.

⁴⁹ Vgl. Pollanz (1999).

⁵⁰ Vgl. Form (2005), S. 140.

4 Empfehlungen zur Gestaltung einer Risiko-BSC für die Logistik

4.1 Überblick über die weitere Vorgehensweise

Wie die vorstehenden Ausführungen gezeigt haben, besteht in Wissenschaft und Praxis weder Einigkeit im Hinblick auf die Gestaltung einer Balanced Scorecard für das Risikomanagement noch in Bezug auf die Berücksichtigung der Belange der Logistik. Im folgenden werden daher die vorgestellten Gestaltungsansätze einer Logistik-BSC einerseits und einer Risiko-BSC andererseits zunächst getrennt voneinander einer kritischen Analyse unterzogen und daraus Gestaltungsempfehlungen für den jeweiligen Anwendungskontext abgeleitet. Anschließend werden die daraus gewonnenen Erkenntnisse zu einem Vorschlag zur Gestaltung einer Balanced Scorecard für das Risikomanagement in der Logistik zusammengeführt.

4.2 Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für eine Logistik-BSC

Bei der Beurteilung der in der Literatur unterbreiteten Vorschläge zur Gestaltung einer Balanced Scorecard für die Logistik ist wieder eine grundlegende Unterscheidung zwischen Industrie- und Handelsunternehmen einerseits und Logistikdienstleistern andererseits vorzunehmen. Wie in Kapitel 2 beginnen wir wieder mit den *Industrie- und Handelsunternehmen*.

Unbestritten ist die Relevanz der *Finanzperspektive*. Mit ihrer Hilfe kann überprüft werden, ob die Umsetzung der Logistikstrategie erfolgreich war und welchen Beitrag die Logistik zum (finanziellen) Unternehmenserfolg leistet.

Die *Kundenperspektive* soll Aufschluß darüber geben, inwieweit die Logistik die Ansprüche der Kunden erfüllt. Dabei kann es sich um externe und/oder interne Kunden handeln. Auch wenn kein externer Kundenkontakt besteht, z.B. weil die Distributionslogistik auf einen Logistikdienstleister übertragen wurde oder ein innerbetrieblicher Logistikteilbereich wie die Beschaffungs- und Produktionslogistik betrachtet wird, wirken sich die von der Logistik bereitgestellten Leistungen aufgrund ihrer Querschnitts- und Koordinationsfunktion maßgeblich auf den von den (externen) Kunden wahrgenommenen Lieferservice und damit die Kundenzufriedenheit aus, welche ihrerseits das (künftige) Kaufverhalten und damit die Umsatzerlöse bestimmt. Eine Zusammenlegung mit der Finanzperspektive kommt vor dem Hintergrund der empirisch nachgewiesenen hohen Bedeutung der Logistikleistungen für den Unternehmenserfolg daher nicht in Frage.

In der *internen Prozeßperspektive* geht es um die effektive und effiziente Gestaltung der Logistikprozesse. Die Effektivität der Abläufe ist Voraussetzung für ein hohes Lieferserviceniveau und beeinflußt somit die Erreichung der Ziele der Kundenperspektive. Effiziente Prozesse ermöglichen niedrige Logistikkosten und wirken sich unmittelbar auf die monetäre Zielerreichung aus. Aufgrund der Vielfalt, Komplexität und Heterogenität der Logistikprozesse sollte zumindest in Industrieunternehmen, für die die Logistik einen entscheidenden Wettbewerbsfaktor darstellt, auf eine Zusammenlegung der internen Prozeßperspektive mit anderen Perspektiven verzichtet werden.

Da es sich bei der Logistik um einen personalintensiven Leistungsbereich handelt, haben eine anforderungsgerechte Qualifikation sowie die Motivation der Mitarbeiter einen großen Einfluß auf die Effizienz und Effektivität der Logistikprozesse. In kunden-nahen Bereichen beeinflußt das Mitarbeiterverhalten zudem unmittelbar die Kundenzufriedenheit. Die Mitarbeiter der Logistik können ihre Arbeit aber nur dann zur Zufriedenheit der externen und internen Kunden erledigen, wenn ihnen die notwendigen Informationen zeitgerecht zur Verfügung stehen. Nach diesen Überlegungen ist die Bedeutung der *Lern- und Entwicklungsperspektive* für eine Logistik-BSC nicht zu unterschätzen, auch wenn die darin enthaltenen Ziele und Kennzahlen kaum logistikspezifisch sein werden. Um die in den übrigen Perspektiven abgebildeten (logistikspezifischen) Ziele zu erreichen, ist eine Überwachung der Einhaltung der Zielvorgaben dieser Perspektive durch den Funktionsbereich Logistik unabdingbar. Trotz der hohen Bedeutung von Mitarbeitern und Informationssystemen für die Erreichung der Logistikziele erscheint eine weitergehende Aufspaltung der Lern- und Entwicklungsperspektive allerdings nicht erforderlich.

Insbesondere in Zeiten abnehmender Fertigungstiefen hängt der Lieferservice, den ein Unternehmen seinen Kunden bieten kann, nicht nur von den eigenen Logistikleistungen, sondern in zunehmendem Maße auch von der logistischen Leistungsfähigkeit der Lieferanten ab. Um die Zusammenarbeit mit den Lieferanten adäquat überwachen und steuern zu können, ist die Integration einer gesonderten *Lieferantenperspektive* sinnvoll. Eine Abbildung lieferantenbezogener Aspekte in der Kundenperspektive und deren Erweiterung zu einer Marktperspektive erscheint zum einen in Anbetracht der unterschiedlichen Zielsetzungen, die ein Unternehmen stromaufwärts und stromabwärts verfolgt, und zum anderen aufgrund der in der Regel getrennten Organisationseinheiten, die mit der Erreichung dieser Ziele betraut sind, nicht zielführend. In logistischen Teilbereichs-Scorecards kann es sich bei den Lieferanten auch um vorgelagerte Unternehmensbereiche handeln, deren (logistische) Leistungsfähigkeit den Lieferservice entscheidend mitbestimmen, den der betrachtete Teilbereich seinen (internen oder externen) Kunden bieten kann.

Die Hauptaufgabe der Logistik besteht in der Sicherstellung reibungsloser Güter- und Informationsflüsse. Zu diesem Zweck müssen die Aktivitäten der Funktionsbereiche Beschaffung, Produktion und Absatz miteinander koordiniert und aufeinander abgestimmt werden. Um die Bedeutung der Koordinationsleistungen der Logistik herauszustellen und deren Erfolg zu messen, kann der Logistik-BSC eine *Koordinationsperspektive* hinzugefügt werden. Andererseits werden die Koordinationsleistungen von den (führenden) Logistikmitarbeitern wahrgenommen, und deren Erfolg schlägt sich unmittelbar in effektiven und effizienten Prozessen, zufriedenen Kunden, einer reibungslosen Zusammenarbeit mit Lieferanten und (letztendlich) niedrigen Kosten nieder, so daß Koordinationsaspekte nicht nur ebenso gut in den übrigen Perspektiven erfaßt werden können, sondern es durch die Integration einer Koordinationsperspektive fast zwangsläufig zu Überschneidungen mit anderen Perspektiven kommen würde. Vor diesem Hintergrund sollte auf eine separate Koordinationsperspektive besser ver-

richtet werden. Völlig übertrieben wären in jedem Fall zwei Koordinationsperspektiven, wie sie *Weber* vorgeschlägt.

Ebenfalls überflüssig erscheint schließlich die von *Stölzle* vorgeschlagene *Strategieperspektive*, da eine untergeordnete Scorecard wie die Logistik-BSC grundsätzlich auf die übergeordneten Scorecards auszurichten ist und der Strategiebezug generell bei sämtlichen Zielen und Kennzahlen gewährleistet sein sollte.

Für *Logistikdienstleister* gelten in Bezug auf die vier Standardperspektiven die für Industrie- und Handelsunternehmen angestellten Überlegungen grundsätzlich analog. Ein kleiner Unterschied besteht lediglich bei der Kundenperspektive, die sich bei Logistikdienstleistern ausschließlich auf die Bedürfnisse der externen Kunden, d.h. der Verlager bezieht. Darüber hinaus erscheint für Logistikdienstleister die Integration einer *Kooperationsperspektive* angebracht. Im Gegensatz zum Vorschlag von *Karrer/Petzold* sollte diese aber nicht zur Abbildung der Zusammenarbeit mit Verlegern im Rahmen der Kontraktlogistik dienen (das kann besser von der Kundenperspektive geleistet werden, die von den Autoren vorgenommenen Zuordnung standardisierter Leistungen zur Kundenperspektive und kundenindividueller Leistungen zur Kooperationsperspektive erscheint ohnehin künstlich), sondern (ähnlich wie bei *Schwoiglin*) Aspekte der Zusammenarbeit mit Sub-Dienstleistern aufnehmen. Die Kooperationsperspektive wäre dann das Äquivalent zur Lieferantenperspektive der Logistik-BSC für Industrie- und Handelsunternehmen. Die Berücksichtigung von Konkurrenzverhältnissen, wie sie von *Karrer/Petzold* in Form der Erweiterung der Kundenperspektive zu einer Marktperspektive angesprochen wird, ist logistikunspezifisch und soll daher an dieser Stelle nicht weiter thematisiert werden.

Abbildung 2 faßt die vorgeschlagene Struktur und insbesondere die Zusammenhänge zwischen den Perspektiven einer Logistik-BSC noch einmal in graphischer Form zusammen. Aufgrund der weitgehend analogen Argumentation für Industrie- und Handelsunternehmen einerseits und Logistikdienstleister andererseits deckt die Abbildung beide Anwendungsfälle ab.

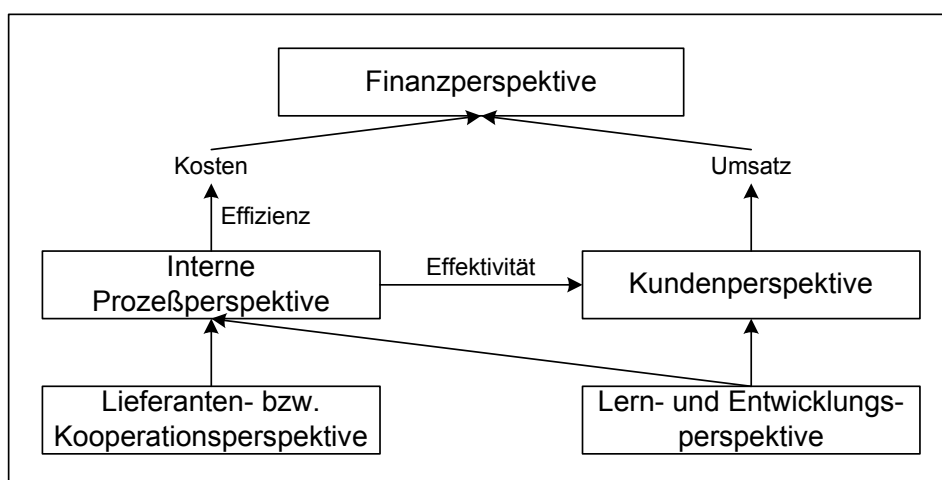


Abbildung 2: Gestaltungsvorschlag für eine Logistik-BSC

4.3 Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für eine Risiko-BSC

Zur Beurteilung der in Kapitel 3 vorgestellten Ansätze einer Balanced Scorecard für das Risikomanagement bietet sich ein zweistufiger Vergleich an. In einem ersten Schritt sind die beiden auf strategischen Erfolgsfaktoren basierenden Ansätze gegen die Ansätze, die die traditionelle Balanced Scorecard nicht oder nur geringfügig modifizieren, abzuwägen. Daraus resultiert das in Tabelle 2 zusammengefaßte Ergebnis. Zwar sind die Ansätze von *Reichmann et al.* und *Wurl/Mayer* in der Lage, die Risikosituation eines Unternehmens einschließlich der Wirkungszusammenhänge sowohl der Risiken untereinander als auch zwischen den Risiken und den Erfolgsfaktoren (Chancen) des Unternehmens deutlich umfassender und detaillierter abzubilden und unternehmensindividuelle Besonderheiten durch die Verknüpfung mit den strategischen Erfolgsfaktoren besser zu berücksichtigen als die vergleichsweise einfachen Ansätze der ersten Gruppe von Autoren, jedoch wird dieser Vorteil durch eine hohe Komplexität der Ansätze und damit verbundene Integrationsprobleme in eine eventuell schon vorhandene BSC erkauft,⁵¹ was zu erheblichen Umsetzungs- und Akzeptanzproblemen führen kann.

Keine oder geringfügige Modifikation der traditionellen BSC	Tiefgreifende Modifikation der traditionellen BSC auf Basis strategischer Erfolgsfaktoren
+ Einfache, intuitiv eingängige und daher leicht nachvollziehbare Darstellung	– Hohe Komplexität der Konzepte, wodurch die Übersichtlichkeit der Darstellung und die Verständlichkeit eingeschränkt werden
– Geringe Flexibilität und Behinderung einer unternehmensindividuellen Identifikation und Gliederung der Risikofelder durch vorgegebene Perspektiven	+ Hohe Flexibilität und durchgängige Gewährleistung einer unternehmensindividuellen Identifikation und Gliederung der Risikofelder durch unternehmensindividuelle Identifikation der Erfolgsfaktoren
+ Geringer Implementierungsaufwand	– Hoher Implementierungsaufwand
+ Einfache Integration in bestehende BSC	– Integration in bestehende BSC durch stark abweichenden Aufbau problematisch
– Keine besonders herausgehobene Stellung des Risikomanagements	+ Herausstellung der Bedeutung des Risikomanagements durch eigene Risiko-Scorecards

Tabelle 2: Vergleich zwischen den Ansätzen der ersten und zweiten Gruppe von Risiko-BSCs⁵²

Innerhalb der ersten Gruppe von Ansätzen ist in einem zweiten Schritt zwischen der Integration des Risikoaspekts in die traditionellen Perspektiven und der Einrichtung einer separaten Risikoperspektive abzuwägen. Wie Tabelle 3 zeigt, ist eine leichte Überlegenheit der Integration des Risikoaspekts in die traditionellen Perspektiven festzustellen, welche sich noch etwas verstärken läßt, wenn man die BSC um eine Umfeldperspektive erweitert, da sich dann auch die exogenen Risiken problemlos und

⁵¹ Vgl. Homburg/Stephan/Haupt (2005), S. 1075.

⁵² Vgl. Tewald (2005), S. 21 ff.; Homburg/Stephan/Haupt (2005), S. 1074 f.; Pedell/Schwihiel (2004), S. 151; Wurl/Mayer (2001), S. 204 ff.; Lingnau/Jonen (2007), S. 342; Wolf (2003), S. 99 ff.; Bauer (2007), S. 24 ff.

vollständig erfassen lassen. Die Einrichtung getrennter Bereiche für Chancen und Risiken innerhalb der Perspektiven macht es darüber hinaus möglich, auch die Vorteile einer separaten Risikoperspektive (zumindest partiell) zu nutzen. Unter Abwägung aller Argumente scheint somit die Erweiterung der traditionellen Perspektiven um einen separaten Risikobereich in Kombination mit der Integration einer fünften Perspektive für die exogenen Risiken (und Chancen) die beste Alternative zur Berücksichtigung von Risikoaspekten in der BSC zu sein.

Integration des Risikoaspekts in traditionelle Perspektiven	Integration einer separaten Risikoperspektive
+ Verdeutlichung der Verbindungen zwischen strategischen Zielen bzw. Chancen und den damit verbundenen Risiken durch Zuordnung der identifizierten Risiken zu den einzelnen Perspektiven und Kennzahlen, bei denen sie Abweichungen verursachen können; dadurch Erhöhung des Risikobewußtseins	– Zusammenhang zwischen strategischen Zielen bzw. Chancen und den damit verbundenen Risiken geht durch Abbildung der Risiken in einer separaten Perspektive und die damit verbundene fehlende Zuordnung zwischen Risiken und Kennzahlen, bei denen die Risiken Abweichungen hervorrufen können, verloren
– Probleme bei der Erfassung von Risiken, die sich nicht oder nicht eindeutig den vorgesehenen Perspektiven zuordnen lassen (vollständige Risikoerfassung insbesondere in Bezug auf exogene Risiken nicht gewährleistet)	+ Möglichkeit der vollständigen Erfassung aller relevanten Risiken in der Risikoperspektive (einschließlich der exogenen Risiken, die sich vielfach nicht unmittelbar einer der vier klassischen Perspektiven zuordnen lassen)
+ Eindeutige Regelung der Verantwortlichkeiten für die relevanten Risiken und Sensibilisierung der Mitarbeiter für die Risikoproblematik durch Zuordnung der identifizierten Risiken zu den unterschiedlichen Perspektiven	– Gefahr der Trennung von Ziel- und Risikoverantwortlichkeit durch fehlende Darstellung der personellen Verantwortlichkeit für die verschiedenen Risikosegmente
– Beeinträchtigung des Überblicks über die Risikosituation durch Verstreuung der Risiken über verschiedene Perspektiven	+ Komprimierter Überblick über die gesamte Risikosituation eines Unternehmens, dadurch Erleichterung der Kommunikation des Risikopotentials
+ Förderung des Verständnisses für Risikointerdependenzen durch Ursache-Wirkungs-Analyse	– Beeinträchtigung des Verständnisses hinsichtlich der Risikointerdependenzen infolge der Durchbrechung des Beziehungszusammenhangs zwischen den vier klassischen Perspektiven durch die zusätzliche Risikoperspektive bzw. infolge der zunehmenden Komplexität der Ursache-Wirkungs-Ketten

Tabelle 3: Vergleich zwischen der Integration des Risikoaspekts in traditionelle Perspektiven und der Integration einer separaten Risikoperspektive⁵³

Im Hinblick auf die innere Struktur der perspektivenbezogenen Risikobereiche empfiehlt sich eine zum traditionellen Perspektivenaufbau analoge Unterteilung in die Felder "Risiken", "Risikoindikatoren", "Schwellenwerte" und "Maßnahmen". Die Ver-

⁵³ Vgl. Tewald (2005), S. 21 ff.; Homburg/Stephan/Haupt (2005), S. 1074 f.; Pedell/Schwihiel (2004), S. 151; Wurl/Mayer (2001), S. 204 ff.; Lingnau/Jonen (2007), S. 342; Romeike (2003), S. 96 ff.; Gleißner/Romeike (2005), S. 71 ff.; Wolf (2003), S. 99 ff.; Bauer (2007), S. 24 ff.

antwortlichkeiten für die Durchführung der Maßnahmen ergeben sich aus der Perspektivenzuordnung. Auf diese Weise ist eine ausgewogene Betrachtung von Chancen (repräsentiert durch die strategischen Ziele sowie die ihnen zugeordneten Kennzahlen, Vorgabewerte und Maßnahmen) und Risiken gewährleistet. Die (durchgehende) Herstellung einer 1:1-Beziehung zwischen Chancen (strategischen Zielen) und Risiken, wie sie im Ansatz von *Horváth & Partners* durch die Bildung der Gegensatzpaare vorgesehen ist, erscheint aus den bei der Beschreibung des Ansatzes dargelegten Gründen zu anspruchsvoll. Vielmehr muss es möglich sein, einzelnen Zielen mehrere oder auch gar keine Risiken zuzuordnen. Insgesamt sollte die Anzahl der in die BSC aufgenommenen Risiken und Risikoindikatoren jedoch in etwa der Zahl der strategischen Ziele und Kennzahlen entsprechen, um einerseits eine Überfrachtung der Risiko-BSC zu vermeiden, andererseits aber eine angemessene Berücksichtigung der Risikosituation sicherzustellen. Aus der Vielzahl potentieller Risiken sind somit (ähnlich wie bei den strategischen Zielen) die wichtigsten auszuwählen. Hierzu können die bekannten Instrumente der Risikobewertung wie etwa Risk Maps herangezogen werden.

Die Ursache-Wirkungs-Ketten sind nun um die Beziehungen zwischen den Risiken sowie zwischen (nicht unmittelbar einander zugeordneten) Zielen (bzw. Chancen) und Risiken zu erweitern. Die Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen den Risiken müssen dabei nicht unbedingt mit denen der korrespondierenden strategischen Ziele bzw. Chancen übereinstimmen.

4.4 *Vorschlag zur Gestaltung einer Risiko-Balanced Scorecard für die Logistik*

Aus den vorstehenden Überlegungen zur Gestaltung einer Logistik-BSC einerseits und einer Risiko-BSC andererseits resultiert die in Abbildung 3 wiedergegebene Struktur einer Logistik-Risiko-BSC. Da den in der Umfeldperspektive erfaßten exogenen Risiken in der Regel keine unternehmensbezogenen strategischen Ziele gegenüberstehen, können in dieser Perspektive die ersten vier (klassischen) Felder "Ziele", "Kennzahlen", "Vorgaben" und "Maßnahmen" entfallen; sie sind daher in der Abbildung eingeklammert. In einer so konstruierten Logistik-Risiko-BSC kann zumindest ein Großteil der logistikrelevanten Risiken erfaßt und gleichzeitig den korrespondierenden strategischen Zielen bzw. Chancen zugeordnet werden, so daß die für die Erreichung der einzelnen strategischen (Logistik-) Ziele verantwortlichen Mitarbeiter unmittelbar erkennen können, welche Risiken die Zielerreichung in welchem Ausmaß gefährden. Risiken, die dennoch nicht in das Perspektivenschema der Logistik-Risiko-BSC passen, können hilfsweise in der Finanzperspektive erfaßt werden, da sich ohnehin früher oder später alle Risikoauswirkungen in dieser Perspektive niederschlagen.⁵⁴

⁵⁴ Vgl. zu dieser Argumentation Tewald (2005), S. 21.

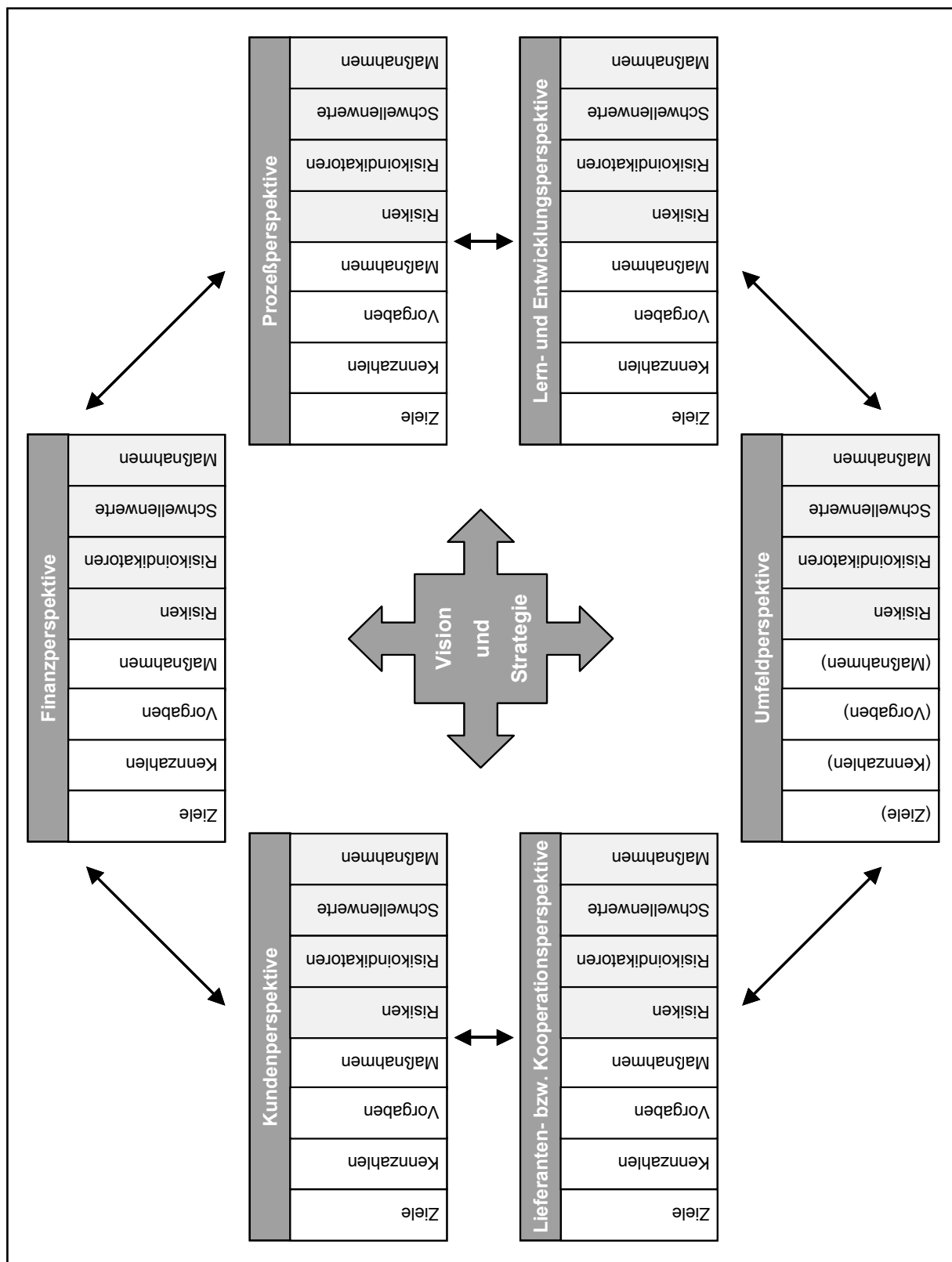


Abbildung 3: Die Logistik-Risiko-BSC

5 Kritische Würdigung und Fazit

Die Erstellung einer Logistik-BSC setzt aufgrund des expliziten Strategiebezugs des BSC-Konzepts das Vorhandensein einer Logistikstrategie voraus, wobei der Erstellungsprozeß der BSC auch dazu genutzt werden kann, sich über die Logistikstrategie klar zu werden und Konsens darüber herzustellen. Während die Logistikstrategie bei einem Logistikdienstleister naturgemäß mit der Unternehmensstrategie identisch ist, ist sie bei Industrie- und Handelsunternehmen zunächst aus letzterer abzuleiten.⁵⁵ So erfordert eine auf Unternehmensebene verfolgte Differenzierungsstrategie eine andere Ausrichtung der Logistik als beispielsweise eine Kostenführerschaftsstrategie. In jedem Falle ist die Realisierung der aus der Logistikstrategie abgeleiteten strategischen Zielsetzungen zahlreichen Risiken ausgesetzt. Daher erscheint es sinnvoll, Risikoaspekte in das System der Logistik-BSC zu integrieren, wodurch eine transparente Kommunikation der Risikostrategie gefördert wird. Durch die Identifikation von Ursache-Wirkungs-Beziehungen nicht nur zwischen den (als Chancen interpretierbaren) strategischen Zielen, sondern auch zwischen den verschiedenen Risiken sowie zwischen Risiken und strategischen Zielen werden sämtliche Wechselwirkungen zwischen Chancen und Risiken sichtbar. Die Definition von risikobezogenen Schwellenwerten stellt eine Konzentration auf relevante Gefährdungen sicher und beugt so einer Informationsüberflutung des Managements vor.

Als problematisch kann sich zum einen die korrekte Definition der Schwellenwerte erweisen, da ein zu niedriger Ansatz eine verfrühte Reaktion impliziert und das Management somit Gefahr läuft, einer informationellen Überflutung gegenüberzustehen. Sind die Schwellenwerte dagegen zu hoch gewählt, führt dies zu einer Verkürzung der Reaktionszeit. Ferner kann die Modellierung der Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den strategischen Zielen und Risiken Schwierigkeiten bereiten, da die im klassischen Konzept der BSC hierfür vorgesehenen Ursache-Wirkungsketten die bestehenden Wirkungszusammenhänge zwischen Zielen bzw. Risiken meist nur sehr vereinfacht abbilden können und keine analytischen Methoden zur Generierung derartiger Kausalbeziehungen existieren.⁵⁶ Wurl/Mayer demonstrieren zwar anhand eines Beispiels die (quantitative) Verdichtung einzelner Frühindikatoren zu übergeordneten Meßkriterien,⁵⁷ ihre Ausführungen enthalten aber keine Hinweise darüber, wie die Verbindung zwischen diesen Meßkriterien und den finanziellen Zielen konkret vollzogen werden kann. Ein besser handhabbares Modell zur Erhebung der Risikointerdependenzen stellt die von Lingnau/Jonen vorgeschlagene Methode der kognitiven Karte dar, welche die Autoren anhand eines anschaulichen Beispiels erläutern.⁵⁸

Schließlich ist die Risikoidentifikation der Logistik-Risiko-BSC auf die jeweiligen Perspektiven der Scorecard fokussiert, wodurch eine allumfassende Identifikation logistikbezogener Risiken nicht mit Sicherheit gewährleistet werden kann. Aus diesem

⁵⁵ Vgl. Borsum/Kämpf/Kern (o.J.).

⁵⁶ Vgl. Homburg/Stephan/Haupt (2005), S. 1074 f.

⁵⁷ Vgl. Wurl/Mayer (2000), S. 13 f.

⁵⁸ Vgl. Lingnau/Jonen (2007), S. 346 ff.

Grund und zur Schließung etwaiger strategischer Lücken ist die Logistik-Risiko-BSC in umfassendes logistikorientiertes Frühaufklärungssystem zu integrieren.⁵⁹ Als zentrales Element eines solchen Systems kann sie dann zu einer sichereren Navigation des Unternehmens in einem zunehmend turbulenter werdenden Umfeld beitragen.

6 Literaturverzeichnis

- Aichholz, S. (2002): Controlling Operationeller Risiken in der Landesbank Baden-Württemberg – ein Umsetzungskonzept, in: Eller, R.; Gruber, W.; Reif, M. (Hrsg.): Handbuch Operationelle Risiken, Stuttgart 2002, S. 257-282.
- Bauer, C. (2007): Möglichkeiten und Grenzen einer BSC-gestützten Früherkennung, München 2007.
- Binner, H.F. (2002): Unternehmensübergreifendes Logistikmanagement, München/Wien 2002.
- Blum, H.S. (2006): Logistik-Controlling, Wiesbaden 2006.
- Boecker, E. (2001): Balanced Scorecard: Strategie für Speditionen, in: Logistik heute, 23. Jg. (2001), Heft 5, S. 36-38.
- Borsum, C.; Kämpf, R.; Kern, T. (o.J.): Die Balanced Scorecard in der Logistik, http://www.ebz-beratungszentrum.de/logistikseiten/BSC/BSC_Log_1.htm (Stand: 20.12.2010).
- Broetzmann, F.; Oehler, K. (2001): Risk Enhanced Balanced Scorecard: Strategieumsetzung und Risikomanagement – Zwei getrennte Welten?, in: IS Report, 5. Jg. (2001), Heft 9, S. 26-31.
- Broetzmann, F.; Oehler, K. (2002): Risk Enhanced Balanced Scorecard (REBS) – ein Instrument für ein strategisch orientiertes Risikomanagement, in: Controller Magazin, 27. Jg. (2002), Heft 6, S. 588-594.
- Burger, A.; Buchhart, A. (2002a): Risiko-Controlling, München/Wien 2002.
- Burger, A.; Buchhart, A. (2002b): Zur Berücksichtigung von Risiko in der strategischen Unternehmensführung, in: Der Betrieb, 55. Jg. (2002), Heft 12, S. 593-599.
- Caplice, C.; Sheffi, Y. (1995): A Review and Evaluation of Logistics Performance Measurement Systems, in: International Journal of Logistics Management, 6. Jg. (1995), Heft 1, S. 61-74.
- Clausen, U.; Erdmann, M.-K.; Schmidt, K. (2003): Balanced Scorecard für Güterverkehrsunternehmen, in: Internationales Verkehrswesen, 55. Jg. (2003), Heft 6, S. 274-277.
- Dehler, M. (2001): Entwicklungsstand der Logistik, Wiesbaden 2001.
- Dieckmann, C. (2002): Aufbau eines integrierten Chancen- und Risikomanagementsystems am Beispiel der Energieversorgung Halle GmbH, in: Controller Magazin, 27. Jg. (2002), Heft 4, S. 344-347.
- Engelbrecht, C. (2004): Logistikoptimierung durch Outsourcing, Wiesbaden 2004.
- Engelhardt, C. (2002): Balanced Scorecard in der Beschaffung, 2. Auflage, München u.a. 2002.
- Engelke, M.; Rausch, A. (2002): Supply Chain Management mit Hilfe von Key Performance Indikatoren, in: Stölzle, W.; Gareis, K. (Hrsg.): Integrative Management- und Logistikkonzepte, Wiesbaden 2002, S. 183-204.
- Eschenbach, R.; Haddad, T. (1999): Die Balanced Scorecard: Führungsinstrument im Handel, Wien 1999.
- Eschenbach, S. (1999): Balanced Scorecards für die Materialwirtschaft, in: Beschaffung aktuell, 27. Jg. (1999), Heft 10, S. 38-41.
- Form, S. (2005): Chancen- und Risiko-Controlling, Frankfurt a.M. 2005.
- Friedag, H.R.; Schmidt, W. (2002): Balanced Scorecard – Mehr als ein Kennzahlensystem, 4. Auflage, Freiburg i. Br. 2002.

⁵⁹ Vgl. Homburg/Stephan/Haupt (2005), S. 1074.

- Fröhling, O. (2003): Normierte Risikoberichterstattung oder führungsorientiertes Risiko-Controlling?, in: Reichmann, T. (Hrsg.): 18. Deutscher Controlling Congress, Dortmund 2003, S. 191-206.
- Galgenmüller, F.; Gleich, R. (2000): Balanced Scorecard für die Logistik, in: is report, 4. Jg. (2000), Heft 4, S. 24-27.
- Gerberich, C.W.: (2003) Modernes Logistikmanagement mit der Balanced Scorecard, in: Päbst, L. M.; Wipki, B. (Hrsg.): Marketing in der Logistik, Hamburg 2003, S. 353-367.
- Gleich, R.; Höhner, M.A. (2002): Früherkennung von Chancen und Risiken mit der Balanced Scorecard, in: Pastors, P.M. (Hrsg.): Risiken des Unternehmens, München/Mering 2002, S. 135-163.
- Gleißner, W. (2000): Balanced Scorecard im Kontext einer wertorientierten Unternehmenssteuerung, in: DSWR – Datenverarbeitung, Steuer, Wirtschaft, Recht, 29. Jg. (2000), S. 160-163.
- Gleißner, W. (2003a): Balanced Scorecard und Risikomanagement als Bausteine eines integrierten Managementsystems, in: Romeike, F.; Finke, R. B. (Hrsg.): Erfolgsfaktor Risikomanagement, Wiesbaden 2003, S. 301-313.
- Gleißner, W. (2003b): Risikomanagement und Balanced Scorecard: Synergien nutzen, in: Gleißner, W. (Hrsg.): Risikomanagement im Unternehmen, Augsburg 2001/2003, Kapitel 7-4.3.
- Gleißner, W. (2004): Future Value, Wiesbaden 2004.
- Gleißner, W.; Romeike, F. (2005): Risikomanagement, Freiburg u.a. 2005.
- Göpfert, I. (2005): Logistik Führungskonzeption, 2. Auflage, München 2005.
- Göpfert, I. (2007): Controlling und Rechnungswesen bei Logistikdienstleistern, in: Stölzle, W.; Weber, J.; Hofmann, E.; Wallenburg, C.M. (Hrsg.): Handbuch Kontraktlogistik, Weinheim 2007, S. 501-524.
- Haasis, H.-D. (2008): Produktions- und Logistikmanagement, Wiesbaden 2008.
- Harengel, J. (2000): Die Balanced Scorecard als Instrument des Banken-Controlling, Diss. Konstanz 2000.
- Höhner, M.A.; Rossitsch, M. (2002): Risk adjusted Value Based Management, in: Siebert, G. (Hrsg.): Performance Management, Stuttgart 2002, S. 219-267.
- Homburg, C.; Stephan, J.; Haupt, M. (2005): Risikomanagement unter Nutzung der Balanced Scorecard, in: Der Betrieb, 58. Jg. (2005), Heft 20, S. 1069-1075.
- Hornung, K.; Mayer, J.H. (1999): Erfolgsfaktoren-basierte Balanced Scorecards zur Unterstützung einer wertorientierten Unternehmensführung, in: Controlling, 11. Jg. (1999), Heft 8-9, S. 389-397.
- Horstmann, W. (1999): Der Balanced Scorecard-Ansatz als Instrument der Umsetzung von Unternehmensstrategien, in: Controlling, 11. Jg. (1999), Heft 4-5, S. 193-199.
- Horváth & Partners (2007): Balanced Scorecard umsetzen, 4. Auflage, Stuttgart 2007.
- Horváth, P.; Gleich, R. (2000): Controlling als Teil des Risikomanagements, in: Dörner, D.; Horváth, P.; Kagermann, H. (Hrsg.): Praxis des Risikomanagements, Stuttgart 2000, S. 99-126.
- Kaganskaya, E. (2007): Steuerung des Risikos im Krankenhaus anhand der Balanced Scorecard, Saarbrücken 2007.
- Kaluza, B.; Dullnig, H. (2004): Risikomanagement und Risikocontrolling in Supply Chains, in: Seicht, Gerhard (Hrsg.): Jahrbuch für Controlling und Rechnungswesen 2004, Wien 2004, S. 487-518.
- Kaninke, M. (2004): Analyse strategischer Risiken, Frankfurt am Main 2004.
- Kaplan, R.S.; Norton, D.P. (1997): Balanced Scorecard, Stuttgart 1997.
- Karrer, M.; Petzold, D. (2004): Performance Management bei Logistikdienstleistern – Steuerung von Logistikprozessen mit der Balanced Scorecard, in: Schneider, C. (Hrsg.): Controlling für Logistikdienstleister, Hamburg 2004, S. 91-106.
- Karrer, M.; Placzek, T.; Stölzle, W. (2004): Einsatz strategieorientierter Steuerungsinstrumente in der Logistik – Die Logistik-BSC am Beispiel großer Handelsunternehmen, in: Controlling, 16. Jg. (2004), Heft 8-9, S. 503-510.
- Kaum, S. (2000): Umsetzung der marktorientierten Unternehmenssteuerung in Banken durch die Balanced Scorecard, in: Finanz Betrieb, 2. Jg. (2000), Heft 5, S. 293-295.

- Kindel, H.; Lang, A.; Schwarz, M.; Sommerer, G. (2005): Langfristig auf Kurs bleiben, in: Logistik heute, 27. Jg. (2005), Heft 4, S. 58-59.
- Kirchner, M. (2002): Risikomanagement, München/Mering 2002.
- Kohler, M.; Köhler, U. (2002): Die Balanced Scorecard erobert die Logistik, in: Deutsche Verkehrszeitung, Nr. 59 vom 18.5.2002, S. 5.
- Körnert, J. (2006): Perspektiven der Balanced Scorecard: Eine theoretisch-konzeptionelle Analyse zur Auswahl geeigneter Balanced Scorecard-Perspektiven für Kreditinstitute, in: Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung, 17. Jg. (2006), Heft 2, S. 155-176.
- Liberatore, M.J.; Miller, T. (1998): A framework for integrating activity-based costing and the balanced scorecard into the logistics strategy development and monitoring process, in: Journal of Business Logistics, 19. Jg. (1998), Heft 2, S. 131-154.
- Lingnau, V.; Jonen, A. (2007): Kognitionsorientiertes Risikocontrolling in der Supply Chain: Balanced Supply Chain Risk Map, in: Vahrenkamp, R.; Siepermann, C. (Hrsg.): Risikomanagement in Supply Chains, Berlin 2007, S. 337-353.
- Link, J. (2010): Führungssysteme, 5. Auflage, München 2010.
- Link, J.; Münster, J. (2007): Modellierungsaufgaben in der marktorientierten Planungsrechnung, in: Seicht, G. (Hrsg.): Jahrbuch für Controlling und Rechnungswesen 2007, Wien 2007, S. 135-153.
- Mayer, J.H. (2000): Erfolgsfaktoren-basierte Balanced Scorecard – Ein neuer Ansatz des Performance Management zur Unternehmensplanung, -steuerung und -kontrolle, in: Reichmann, T. (Hrsg.): 15. Deutscher Controlling Congress, Dortmund 2000, S. 223-238.
- Mayer, J.H. (2003): Erfolgsfaktoren-basierte Balanced Scorecard, in: Horváth, P.; Reichmann, T. (Hrsg.): Vahlens großes Controllinglexikon, 2. Auflage, München 2003, S. 196-202.
- Meyer, C.; Köhle, I. (2000): Balanced Scorecard – ein Führungsinstrument für Banken?, in: Der Schweizer Treuhänder, 74. Jg. (2000), Heft 1-2, S. 7-18.
- Oepping, H.; Siemes, A. (2003): Strategisches Risikomanagement mit der Balanced Scorecard, in: Controller Magazin, 28. Jg. (2003), Heft 3, S. 229-238.
- Pedell, B.; Schwihel, A. (2004): Integriertes Strategie- und Risikomanagement mit der Balanced Scorecard, in: Controlling, 16. Jg. (2004), Heft 3, S. 149-156.
- Piontek, J. (2007): Bausteine des Logistikmanagements, 2. Auflage, Herne/Berlin 2007.
- Pollanz, M. (1999): Ganzheitliches Risikomanagement im Kontext einer wertorientierten Unternehmensführung (Risk Adjusted Balanced Scorecarding), in: Der Betrieb, 52. Jg. (1999), Heft 25, S. 1277-1281.
- Reichmann, T. (2001): Die Balanced Chance- and Risk-Card: Eine Erweiterung der Balanced Scorecard, in: Lange, K. W.; Wall, F. (Hrsg.): Risikomanagement nach dem KonTraG, München 2001, S. 282-303.
- Reichmann, T. (2006): Controlling mit Kennzahlen und Management-Tools, 7. Auflage, München 2006.
- Reichmann, T.; Form, S. (2000): Balanced Chance- and Risk-Management, in: Controlling, 12. Jg. (2000), Heft 4-5, S. 189-198.
- Reichmann, T.; Richter, H. (2001): Integriertes Chancen- und Risikomanagement mit der Balanced Chance and Risk-Card auf der Basis eines mehrdimensionalen Informationsversorgungskonzepts, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 53. Jg. (2001), Sonderheft 47, S. 177-205.
- Romeike, F. (2003): Balanced Scorecard in Versicherungen, Wiesbaden 2003.
- Scheibeler, A.A.W. (2004): Balanced Scorecard für KMU, 3. Auflage, Berlin u.a. 2004.
- Schmitz, T.; Wehrheim, M. (2006): Risikomanagement, Stuttgart 2006.
- Schneider, C. (2002): Erfolg läßt sich messen, in: Internationale Transport Zeitschrift, 63. Jg. (2002), Heft 41-42, S. 44-45.
- Schneider, C. (2003a): Controlling der Supply Chain bei einem Logistikdienstleister, in: Distribution, 34. Jg. (2003), Heft 1-2, S. 11-12.

- Schneider, C. (2003b): Kennzahlengestütztes Controlling in der Luft- und Seefrachtspedition, in: Controller Magazin, 28. Jg. (2003), Heft 3, S. 216-221.
- Schneider, C.; Draeger, W. (2003): Stand des Supply Chain Controlling am Beispiel eines integrierten Logistikdienstleisters, in: Stölzle, W.; Otto, A. (Hrsg.): Supply Chain Controlling in Theorie und Praxis, Wiesbaden 2003, S. 227-248.
- Scholey, C. (2006): Risk and the Balanced Scorecard, in: CMA Management, 80. Jg. (2006), Heft 4, S. 32-35.
- Schwaiger, R. (2002): Balanced Scorecard als Instrument zur Steuerung der Gesamtbankstrategie, ADG-Schriften, Montabaur 2002.
- Schwolgin, A.F. (2006): Performance Measurement für den Schienengüterverkehr: Mit der Balanced Scorecard Strategien umsetzen und steuern, in: Güterbahnen, 5. Jg. (2006), Heft 1, S. 8-12.
- Siepermann, C. (2003): Die Balanced Scorecard in der Logistik, in: Controller Magazin, 28. Jg. (2003), Heft 4, S. 318-324.
- Stölzle, W. (2001): Die Balanced Scorecard in der Logistik, in: New Management, 70. Jg. (2001), Heft 11, S. 40-48.
- Stölzle, W.; Karrer, M. (2004): Performance-orientierte Steuerung der Logistik, in: Jahrbuch Logistik 2004, S. 133-138.
- Teichmann, U.; Erkens, N. (2000): Controllingintegriertes Risikomanagement nach KonTraG mit der Balanced Scorecard – am Beispiel der Wohnungswirtschaft, in: Berg, H.; Teichmann, U. (Hrsg.): Dortmunder Diskussionsbeiträge zur Wirtschaftspolitik, Nr. 101, Dortmund 2000.
- Tewald, C. (2005): Balanced Scorecard und Risikomanagement: Beurteilung verschiedener Integrationsmöglichkeiten des Risikomanagements in die Balanced Scorecard, in: Controller Magazin, 30. Jg. (2005), Heft 1, S. 17-24.
- Vahrenkamp, R. (2007): Logistik – Management und Strategien, 6. Auflage, München/Wien 2007.
- Vulpus, M. (2000): Balanced Scorecard bei der Deutschen Bahn AG, in: Weber, J.; Schäffer, U.: Balanced Scorecard & Controlling, 3. Auflage, Wiesbaden 2000, S. 89-94.
- Wagner, A. (2000): The Balanced Scorecard as a Tool for Value Management in Banks, in: Schuster, L. (Hrsg.): Shareholder Value Management in Banks, New York 2000, S. 82-95.
- Weber, J. (2002): Logistikkostenrechnung, 2. Auflage, Berlin u.a. 2002.
- Weber, J.; Weißenberger, B.E.; Liekweg, A. (1999a): Ausgestaltung eines unternehmerischen Chancen- und Risikomanagements nach dem KonTraG, in: Deutsches Steuerrecht, 37. Jg. (1999), Heft 41, S. 1710-1716.
- Weber, J.; Weißenberger, B.E.; Liekweg, A. (1999b): Risk Tracking and Reporting – Unternehmerisches Chancen und Risikomanagement nach dem KonTraG, Vallendar 1999.
- Wicki-Breitinger, J. (2000): Balanced Scorecard als Planungsinstrument, Zürich 2000.
- Wiedemann, A. (2001): Balanced Scorecard als Instrument des Bankcontrolling, in: Schierenbeck, H.; Rolfes, B.; Schüller, S. (Hrsg.): Handbuch Bankcontrolling, 2. Auflage, Wiesbaden 2001, S. 493-507.
- Winkler, H. (2005): Konzept und Einsatzmöglichkeiten des Supply Chain Controlling, Wiesbaden 2005.
- Wolf, K. (2003): Risikomanagement im Kontext einer wertorientierten Unternehmensführung, Wiesbaden 2003.
- Wurl, H.-J.; Mayer, J.H. (2000): Gestaltungskonzept für Erfolgsfaktoren-basierte Balanced Scorecards, in: Zeitschrift für Planung, 11. Jg. (2000), Heft 1, S. 1-22.
- Wurl, H.-J.; Mayer, J.H. (2001): Balanced Scorecards und industrielles Risikomanagement – Möglichkeiten der Integration, in: Klingebiel, N. (Hrsg.): Performance Measurement & Balanced Scorecard, München 2001, S. 179-213.
- Zimmermann, G.; Jöhnk, T. (2002): Risikomanagement mit der Balanced Scorecard – Ein Überblick, in: Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 55. Jg. (2002), Heft 17, S. 895 -898.

Kontraktlogistik für mittelständische Unternehmen

Sabine Haas

Lehrstuhl für Produktion und Logistik,
Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg,
sabine.haas@uni-bamberg.de

Zusammenfassung

Die Anforderungen an die Logistik sind im Laufe der Zeit aufgrund der Megatrends, wie beispielsweise der Globalisierung, stetig gestiegen. Des Weiteren gewinnt die Logistik den Wettbewerb betreffend zunehmend an Bedeutung. Unternehmen sehen die Logistik daher als möglichen strategischen Wettbewerbsvorteil. Damit einhergehend steigt auch die Nachfrage nach professioneller Logistik und kundenindividuellen Logistiklösungen. Logistikdienstleister bieten kundenspezifische komplexe Logistikleistungspakete mit Mehrwertleistungen an, welche unter den Begriff Kontraktlogistik fallen. Der Mittelstand weist jedoch Defizite im Bereich Logistik auf. Mittelständische Unternehmen vergeben bisher meist nur klassische Logistikleistungen, wie Transport- und Lagerleistungen, an einen spezialisierten Logistikdienstleister. Im vorliegenden Beitrag wird ein mögliches Kontraktlogistikkonzept für mittelständische Unternehmen basierend auf dem Konzept der Mass Customization erläutert und anschließend der weitere Forschungsbedarf dahingehend aufgezeigt.

1 Einleitung

Die Anforderungen an die Logistik sind aufgrund der Nachfrage nach kundenindividuellen Produkten, dem Wettbewerbsdruck und den höheren Serviceansprüchen der Kunden im Laufe der Zeit gestiegen.¹ Auch folgende vier „Megatrends“ tragen hierzu bei: die Globalisierung der Produktion und des Wirtschaftsverkehrs, der Übergang zur postindustriellen Gesellschaft und Dienstleistungsökonomie, die Individualisierung von Produkten und Diensten und Beschleunigung der Taktraten wirtschaftlicher Aktivität sowie die wachsende Bedeutung des „nachhaltigen Wirtschaftens“ und steigenden Risiken nicht-planbarer Eingriffe in die Wirtschaft. Diese Trends stellen aufgrund der Veränderung der externen Rahmenbedingungen der Unternehmen höhere Anforderungen an die Logistik und in Folge dessen werden Unternehmen vor neue Herausforderungen den Bereich Logistik betreffend gestellt.²

Outsourced Logistics Services			
Logistics Activity	North America	Western Europe	Asia-Pacific
Warehousing	72%	70%	88%
Outbound Transportation	66%	89%	100%
Cross-Docking / Shipment Consolidation	53%	49%	40%
Inbound Transportation	54%	82%	84%
Freight Bill Auditing / Payment	53%	19%	8%
Freight Forwarding	47%	40%	84%
Order Fulfillment and Distribution	35%	22%	52%
Inventory Management	16%	27%	40%

Abb. 1: Outsourced Logistics Services im Jahr 2004³

Aus diesem Grund ist ein kontinuierliches Wachstum der Nachfrage nach professioneller Logistik und modernen Logistik-Dienstleistungen zu verzeichnen.⁴ Bereits in den 1990er Jahren wurde der Trend zum Outsourcing aufgrund des Konzepts der „Konzentration auf Kernkompetenzen“ von HAMEL und PRAHALAD verstärkt.⁵ Logistikdienstleister werden dabei typischerweise in den Bereichen Transport und Lagerhaltung eingesetzt. Neben dieser etablierten Fremdvergabe des außerbetrieblichen

¹ Vgl. Scholz-Reiter et al. (2008), S. 581.

² Vgl. Klaus/Hartmann/Kille (2010), S. 19-34; sowie ähnlich bei Straube/Pfohl (2008), S. 12-13.

³ in Anlehnung an Capgemini/Georgia Institute of Technology/Fedex (2004).

⁴ Vgl. Klaus/Hartmann/Kille (2010), S. 19-34.

⁵ Vgl. Schwarz (2005), S. 18; sowie zur Konzentration auf Kernkompetenzen vgl. Prahalad/Hamel (1990).

Transports werden verstärkt die Aufgaben des Warehousing (z. B. Warenannahme, Lagern, Kommissionieren, Konfektionieren und Versand) als Paket an Logistikdienstleister vergeben. Dies zeigte bereits die Studie von Capgemini, Georgia Institute of Technology und Fedex aus dem Jahr 2004, wonach schon 70 % der befragten Unternehmen in Westeuropa das Warehousing fremdvergeben haben (vgl. Abbildung 1). Aktuell vergeben Unternehmen zunehmend ihre komplette Logistik an externe Logistikdienstleister.⁶

Zudem sind auch die steigenden Kundenanforderungen und die vermehrt individuellen Kundenwünsche dafür verantwortlich, dass die Anforderungen an die Logistik in den Unternehmen ansteigen.⁷ Logistikdienstleister bieten aufgrund der veränderten Kundenbedürfnisse kundenspezifische, integrierte Logistikdienstleistungspakete an, die neben den klassischen Transport-, Umschlag-, und Lagerleistungen (TUL) auch Mehrwertleistungen (Value Added Services) beinhalten. Die kundenspezifischen Logistikleistungspakete fallen unter den Begriff Kontraktlogistik.⁸

Aufgrund von eingeschränkten Ressourcen und in Folge dessen fehlender logistischer Kompetenzen fällt es mittelständischen Unternehmen schwer die steigenden Anforderungen an die Logistik zu bewältigen.⁹ Die Bedeutung der Logistik hat auch der Mittelstand bereits erkannt. Mittelständische Unternehmen haben die Attraktivität des Logistikoutsourcing bereits erkannt, jedoch beschränkt sich das Outsourcing trotzdem zum großen Teil auf klassische Transport- beziehungsweise Lagerleistungen.¹⁰

Für die Kontraktlogistik wird in der gängigen Literatur beispielsweise ein Mindestumsatzvolumen als Kriterium genannt.¹¹ Falls dieser Mindestumsatz im Jahr ein definitives Kriterium für Kontraktlogistikgeschäfte wäre, würde dadurch eine große Hürde für mittelständische Unternehmen gesetzt werden. Deshalb stellt sich die Frage, ob mittelständischen Unternehmen diese integrierten Logistikleistungspakete, welche Value Added Services beinhalten, nicht angeboten werden können.

Für ein Kontraktlogistikkonzept für den Mittelstand wird im Folgenden das Konzept der Mass Customization (kundenindividuelle Massenfertigung) herangezogen. Die Mass Customization ist eine hybride Wettbewerbsstrategie, die die beiden Wettbewerbsstrategien „Differenzierung“ und „Kostenführerschaft“ miteinander verbindet.¹²

In dem vorliegenden Beitrag werden unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Mittelstandes und der Merkmale des Begriffs „Kontraktlogistik“ Probleme der Vereinbarkeit aufgezeigt und anschließend die Mass Customization als ein Ansatz zur Zusammenführung von mittelständischen Unternehmen und Kontraktlogistikdienstleistern dargestellt.

⁶ Vgl. Weber et al. (2007), S. 36.

⁷ Vgl. Scholz-Reiter et al. (2008), S. 581.

⁸ Vgl. Straube/Frohn (2007), S. 184.

⁹ Vgl. Kummer (1992), S. 31-32; Gericke (2009), S. 172-173; Gebhardt (2005), S. 46.

¹⁰ Vgl. Gericke (2009), S. 170-175 i.V.m. Pfohl (2006a), S. 276.

¹¹ Vgl. Klaus/Hartmann/Kille (2010), S. 119.

¹² Vgl. Piller (2006), S. 181 i.V.m. Corsten (1995), S. 347.

In Kapitel 2 werden die beiden relevanten Begriffe „Mittelstand“ und „Kontraktlogistik“ dargestellt und im Kontext des vorliegenden Beitrags definiert. Zudem werden die Probleme der Vereinbarkeit von Kontraktlogistik und mittelständischen Unternehmen aufgezeigt.

In Kapitel 3 wird zunächst das Konzept der Mass Customization dargestellt und anschließend wird aufgezeigt, inwieweit dieses Konzept die Kontraktlogistik und den Mittelstand verbinden kann.

Zum Abschluss wird in Kapitel 4 ein Fazit gezogen und der weitere Forschungsbedarf auf dem Themengebiet Kontraktlogistik im Mittelstand aufgezeigt.

2 Mittelständische Unternehmen und Kontraktlogistik

2.1 Mittelständische Unternehmen und deren Besonderheiten

Die Begriffe Mittelstand, mittelständische Unternehmen sowie kleine und mittlere Unternehmen (KMU) werden in der Literatur oft synonym verwendet.¹³ Zum Mittelstand sowie zu den mittelständischen Unternehmen zählen nicht nur mittlere, sondern auch kleine Unternehmen.¹⁴ Im vorliegenden Beitrag werden die Begriffe Mittelstand und mittelständische Unternehmen synonym verwendet.

Eine allgemeingültige Definition für mittelständische Unternehmen existiert in der Literatur nicht.¹⁵ Daher werden mittelständische Unternehmen mithilfe von quantitativen und qualitativen Kriterien abgegrenzt.¹⁶

Zur quantitativen Abgrenzung gelten die Definitionen der Europäischen Kommission und des Instituts für Mittelstandsforschung Bonn als gängig in der Literatur. Die Europäische Kommission legt als Obergrenze eine Anzahl von 249 Mitarbeitern fest und einen Jahresumsatz von bis zu 50 Millionen Euro.¹⁷ Wohingegen das Institut für Mittelstandsforschung Bonn die Mitarbeiterzahl bis auf 499 Mitarbeitern ausdehnt. Der Jahresumsatz gleicht jedoch dem Umsatz den auch die Europäische Kommission festsetzt.¹⁸ Das Deloitte Mittelstandsinstitut (DMI) verwendet dagegen eine Definition, die Unternehmen bis ungefähr 3000 Beschäftigte oder einem Jahresumsatz von weniger als 600 Millionen Euro zählt. Diese Anpassung führt zu einer erhöhten Praktikabilität in der Mittelstandsforschung und soll in dieser Arbeit Anwendung finden.¹⁹

Als qualitatives Kriterium nennt die Europäische Kommission lediglich die Unabhängigkeit des Unternehmens. Ein Unternehmen ist demnach unabhängig, wenn kein anderes Unternehmen mindestens 25% Beteiligung an dem entsprechenden Unternehmen

¹³ Vgl. Damken (2007), S. 57.

¹⁴ Institut für Mittelstandsforschung Bonn (2003).

¹⁵ Vgl. Thomas (1994), S. 13; Wolter/Hauser (2001), S. 29; Stephan (2002), S. 6.

¹⁶ Vgl. Thomas (1994), S. 14; Damken (2007), S. 58.

¹⁷ Vgl. Europäische Kommission (2003).

¹⁸ Vgl. Institut für Mittelstandsforschung Bonn (2003).

¹⁹ Vgl. Becker/Ulrich (2009), S. 3-4.

hält.²⁰ Mittelständische Unternehmen können zudem anhand weiterer qualitativer Kriterien von Großunternehmen unterschieden werden. Für den vorliegenden Beitrag wird der Mittelstand anhand folgender Kriterien abgegrenzt:

- wirtschaftliche und rechtliche Selbständigkeit
- Einheit von Eigentum und Führung
- Personenbezogenheit der Unternehmensführung²¹
- Beschränkung in den Finanzierungsmöglichkeiten
- Überschaubarkeit der Organisationsstruktur²²

Die wirtschaftliche Selbständigkeit eines mittelständischen Unternehmens besteht darin, keinem Konzern unterstellt zu sein, wohingegen die rechtliche Selbständigkeit ausschließt, dass es sich um einen Filialbetrieb handelt. In mittelständischen Unternehmen ist größtenteils das Eigentum und die Führung in einer Person vereint, wobei mittlerweile zunehmend Manager eingesetzt werden.²³ Das Kriterium der Personenbezogenheit der Unternehmensführung stellt darauf ab, dass bei Entscheidungen, beispielsweise die Unternehmenspolitik betreffend, der Unternehmer elementaren Einfluss nimmt und die Unternehmenskultur entsprechend prägt.²⁴ Die Eigenkapitaldecke ist bei mittelständischen Unternehmen aufgrund des fehlenden Zugangs zum Kapitalmarkt als dünn zu bezeichnen.²⁵ Des Weiteren hebt sich die Organisationsstruktur von mittelständischen Unternehmen von Großunternehmen ab, da mittelständische Unternehmen eine geringe Zahl an Hierarchieebenen und eine überschaubare Struktur besitzen.²⁶

Laut PFOHL ist bei Betrachtung mittelständischer Unternehmen verschiedener Branchen eine Abgrenzung des Mittelstands anhand qualitativer Kriterien sinnvoller.²⁷ Im Folgenden werden deshalb qualitative und quantitative Kriterien zur Abgrenzung des Mittelstands herangezogen.

Trotz der Erkenntnis des Bedarfs und der Bedeutung der Logistik, findet in vielen mittelständischen Unternehmen keine systematische Umsetzung von vorher erstellten Logistikkonzepten statt. In Großbetrieben ist zumeist eine institutionalisierte Abteilung für den Logistikbereich vorhanden. Dies ist im Mittelstand selten der Fall. Schließlich liegt im Mittelstand der Fokus auf der Durchführung operativer Logistikleistungen, in Großunternehmen werden darüberhinaus strategische Logistikleistungen durchgeführt.²⁸

²⁰ Vgl. Europäische Kommission (2003).

²¹ Vgl. Damken (2007), S.59.

²² Vgl. Kosmider (1994), S. 32.

²³ Vgl. Damken (2007), S. 59.

²⁴ Vgl. Stephan (2002), S. 8; Wesel (2010), S. 25.

²⁵ Vgl. Bitzer (1977), S.56-57; Hamer (1990), S. 96-97.

²⁶ Vgl. Wesel (2010), S. 25; Pfohl (2006b), S. 18-21; Stephan (2002), S. 8.

²⁷ Vgl. Pfohl (2006b), S. 16.

²⁸ Vgl. Pfohl (2006b), S. 20 i.V.m. Pfohl (2006a), S. 276.

Die steigenden Anforderungen an die Logistik können aufgrund der Gegebenheiten in mittelständischen Unternehmen nur schwer erfüllt werden. Eine mögliche Lösung stellt die Fremdvergabe der Logistik an einen spezialisierten Dienstleister dar.²⁹ Andererseits gibt es aufgrund der Struktur in mittelständische Unternehmen folgende Gründe gegen die Durchführung des Logistikoutsourcing. Mittelständische Unternehmen hindert zum einen die traditionelle Denkweise und zum anderen die Befürchtungen hinsichtlich der Qualitätsrisiken, da die Qualität eng mit dem Ruf des Unternehmens zusammenhängt.³⁰ Mittelständische Unternehmen nehmen trotzdem bereits Logistikdienstleistungen in Anspruch. Bisher beschränkt sich diese Inanspruchnahme häufig jedoch auf klassische Transport- und Lagerleistungen. Eine Entscheidung für das Logistikoutsourcing wird größtenteils erst aufgrund eindeutiger Mängel im Leistungsbe- reich oder zu hoher Kosten getroffen.³¹

2.2 Kontraktlogistik

Die Kontraktlogistik wird zu den logistischen Systemdienstleistungsgeschäften ge- zählt.³² Logistische Systemleistungen setzen sich aus Informationsleistungen, logisti- schen Kernleistungen und Zusatzleistungen zusammen. Die logistischen Kernleistun- gen werden wiederum in Transport-, Umschlag-, und Lagerleistungen (TUL- Leistungen) unterteilt.³³ Zudem können logistische Leistungen in stationäre und nicht- stationäre Wertschöpfungsprozesse differenziert werden.³⁴ Der vorliegende Beitrag fokussiert im Weiteren auf stationäre logistische Wertschöpfungsprozesse.

Logistische Dienstleistungen werden in verschiedenen Ausprägungen von Dienstleis- tern erbracht und werden anhand von vier Kriterien eingeordnet. Wie in der folgenden Abbildung 2 dargestellt, werden Logistikdienstleister nach dem logistischen Lei- stungsspektrum, dem Aktionsraum, in dem der Dienstleister tätig ist, der Höhe der Lo- gistik-assets sowie der Anzahl an Value Added Services eingeordnet. Das logistische Leistungsspektrum reicht von operativen, über koordinierende bis hinzu strategischen Logistikleistungen. Zudem geht dieses mit den Value Added Services einher. Bei ope- rativen Logistikleistungen werden nur wenige Value Added Services erbracht, folglich werden bei steigendem Leistungsspektrum mehr Value Added Services angeboten.³⁵

Abbildung 2 stellt den Einzeldienstleister, den Spediteur, den Kontraktlogistik- Dienstleister und den 4th Party Logistics Provider (4 PL) anhand der vier genannten Merkmale dar und verdeutlicht in welchem Tätigkeitsfeld diese anzusiedeln sind. Bei Einzeldienstleistern werden weitestgehend operative Logistikleistungen und damit einhergehend nur wenig Value-Added Services für einen Kunden erbracht. Der Akti-

²⁹ Vgl. Gericke (2009), S. 170-171; Gebhardt (2005), S. 46.

³⁰ Vgl. Gericke (2009), S. 175-176.

³¹ Vgl. Gebhardt (2005), S. 46.

³² Vgl. Gudehus (2007), S. 1015.

³³ Vgl. Isermann (1998), S. 35.

³⁴ Vgl. Sucky (2004), S. 16.

³⁵ Vgl. Baumgarten/Kasiske/Zadek (2002), S. 29-34.

onsraum eines Einzeldienstleisters ist außerdem regional beschränkt und durch eine hohe Nutzung an Anlagegütern, den sogenannten Logistik-assets gekennzeichnet. Der Spediteur hingegen wird nicht nur operativ, sondern auch koordinierend tätig, weshalb der Spediteur auch mehr Value Added Services anbietet. Im Gegensatz dazu ist der 4 PL hauptsächlich koordinierend tätig und bindet auch strategische Logistikleistungen mit ein. Außerdem sind 4 PL global tätig. In der Kontraktlogistik werden hauptsächlich operative und koordinierende Leistungen angeboten sowie zunehmend Value Added Services, wie im Folgenden näher erläutert wird.³⁶

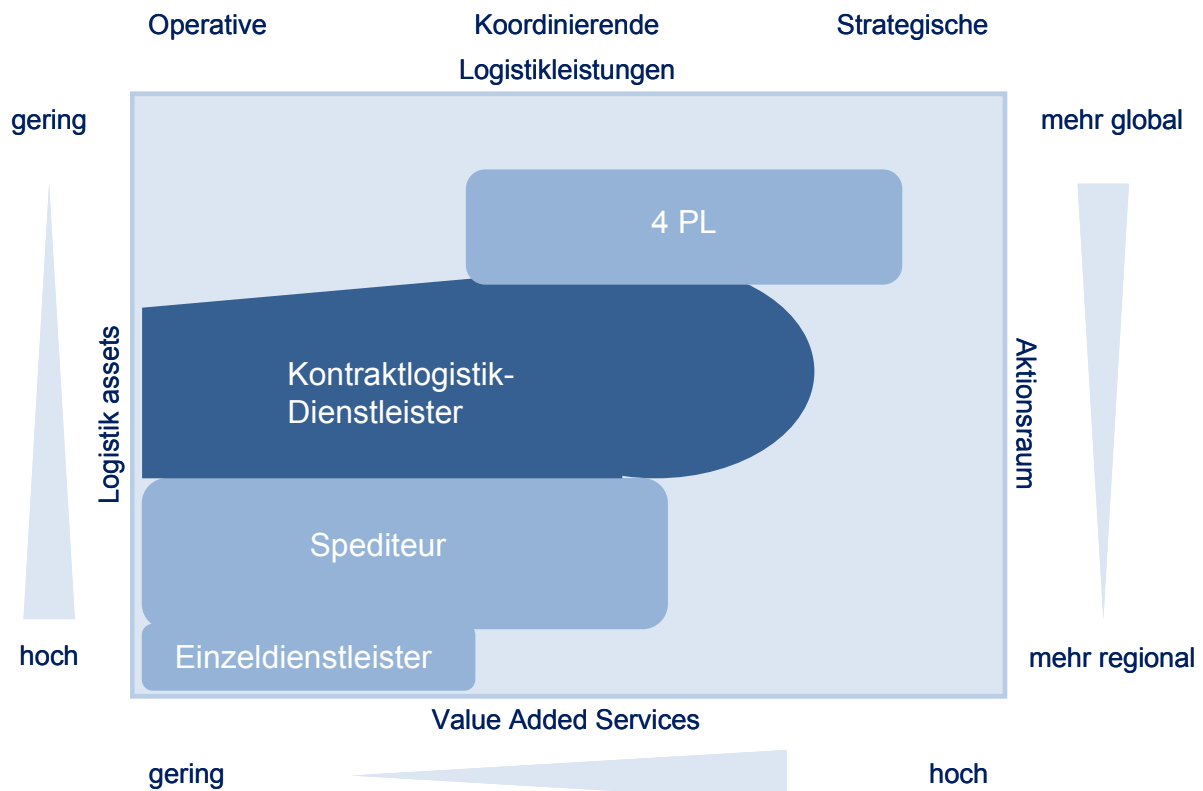


Abb. 2: Logistikdienstleistungsanbieter³⁷

In Literatur und Praxis finden sich neben dem Begriff Kontraktlogistik noch weitere Begriffe mit derselben beziehungsweise mit ähnlicher Bedeutung. Zwei in der Praxis gängige Begriffe sind „Solutions“ und „Logistics Outsourcing“, wohingegen der Begriff Systemdienstleistungen eher weniger geläufig ist. Der „3rd Party Logistics Provider (3PL)“ wird auch synonym zur Kontraktlogistik verwendet, bezeichnet jedoch manchmal nur klassische Logistikleistungen, die der Dienstleister als sogenannte dritte Partei für den Verlader erbringt.³⁸ Daher wird im vorliegenden Beitrag der Begriff Kontraktlogistik verwendet.

³⁶ Vgl. Baumgarten/Kasiske/Zadek (2002), S. 29-34, zu den verschiedenen Dienstleistern auch Gudehus (2007), S. 1013-1015.

³⁷ in Anlehnung an Baumgarten/Kasiske/Zadek (2002), S. 32; Baumgarten/Thoms (2002), S. 64-65.

³⁸ Vgl. Franke (2011), S. 14 i.V.m. Scholz-Reiter/Toonen/Windt (2008), S. 585.

Anders als beim Speditionsgeschäft, das im §453 HGB verankert ist, besteht für den Begriff „Kontraktlogistik“ keine allgemeingültige Definition in der Literatur. Die Kontraktlogistik kann anhand von Merkmalen abgegrenzt werden.³⁹ Mehrere Autoren ziehen unterschiedliche Kriterien zur Definition von Kontraktlogistik heran.⁴⁰ Eine in der Literatur gängige Abgrenzung ist die Definition von KLAUS. Er legt den Kontraktlogistik-Begriff anhand folgender Merkmale fest:

Der Begriff Kontraktlogistik bezeichnet Geschäfte, bei denen

- mehrere logistische Funktionen zu einem komplexen Leistungspaket integriert sind (nicht nur Transport und Lagerung),
- und zwar in einer kundenindividuell angepassten und ausgestalteten Weise
- längerfristig in einem Kontrakt (Vertrag) abgesichert,
- bei einem Geschäftsvolumen, das einen erheblichen Mindest-Jahresumsatz überschreitet (praxisgerecht ist ein Kontraktumsatz von mindestens € 0,5 bis 1 Mio. p.a.).⁴¹

Bei Kontraktlogistik handelt es sich laut KLAUS, um eine Geschäftsbeziehung, die für den Kunden individuell gestaltet wird. Des Weiteren werden nicht ausschließlich klassische Logistikleistungen erbracht, sondern mehrere logistische Leistungen zu einem integrierten Leistungsbündel zusammengefasst.⁴² Aufgrund der individuell gestalteten Geschäftsbeziehung und den maßgeschneiderten Logistikkonzepten für die Kunden sind außerdem beidseitige Investitionen erforderlich.⁴³ Die Geschäftsbeziehung ist zudem auf lange Frist ausgelegt. Eine bestimmte Vertragslaufzeit ist in der Literatur nicht festgelegt, laut GUDEHUS liegt die Vertragsdauer ungefähr zwischen 3 und 10 Jahren. In vielen Fällen dauern die Geschäftsbeziehungen jedoch noch länger an.⁴⁴ Außerdem werden die Rahmenbedingungen dieser Geschäftsbeziehung vertraglich festgelegt. Ein weiteres Kriterium der Kontraktlogistik betrifft das Geschäftsvolumen. Laut KLAUS muss für die Kontraktlogistik ein Jahresumsatz von mindestens 0,5 bis 1 Mio. Euro vorliegen.⁴⁵

Die kundenspezifischen Logistikpakete beinhalten zudem Mehrwertleistungen (Value Added Services). Mehrwertleistungen sind Zusatzleistungen anhand derer eine Differenzierung gegenüber Konkurrenten erfolgen und der Kundennutzen erhöht werden kann.⁴⁶ Logistische Mehrwertleistungen definiert FROHN wie folgt:

³⁹ Vgl. Holderied (2005), S. 168-169 i.V.m. Cardeneo (2007), S. 734.

⁴⁰ Vgl. Klaus et al. (2010), S. 119; Weber et al. (2007), S. 32; Zimmermann (2004), S. 26; Fuhrmann (1998), S. 60.

⁴¹ Vgl. Klaus et al. (2010), S. 119.

⁴² Vgl. Klaus et al. (2010), S. 119.

⁴³ Vgl. Klaus/Kille (2008), S. 282.

⁴⁴ Vgl. Gudehus (2007), S. 1015.

⁴⁵ Vgl. Klaus et al. (2010), S. 119.

⁴⁶ Vgl. Kille (2008), S. 263.

„Logistische Mehrwertleistungen sind über Basisleistungen in den Bereichen Transport, Umschlag und Lagerhaltung hinausgehende auf Mandanten oder Segmente zugeschnittene logistische Aufgaben, deren externe Erbringung durch spezialisierte Dienstleister eine Netto-Wertsteigerung im Vergleich zur internen Erbringung durch den Mandanten schafft.“⁴⁷

Für Kontraktlogistik existieren außerdem zwei Geschäftsmodelle: zum einen das klassische Single User-System, welches als „echte“ Kontraktlogistik bezeichnet wird, und zum anderen das Multi User-System. Beim klassischen Single User-System wird speziell für einen Kunden nach individuellen Wünschen ein Logistikleistungspaket zusammengestellt, wohingegen das Multi User-System eine vertragliche Vereinbarung mit mehreren Unternehmen der Industrie und des Handels beinhaltet.⁴⁸ Dies schließt natürlich nicht aus, dass Logistikdienstleister Erfahrungen, Konzepte sowie Prozessabläufe aus einem Single User-System auf weitere Kunden übertragen und nutzen.

Aus dem Grund, dass Kontraktlogistiker sich von anderen Logistikdienstleistern abheben, entstehen bei Inanspruchnahme von Kontraktlogistikleistungen folgende zusätzliche Vorteile für die Kunden. Beim Kontraktlogistikgeschäft ist gegenüber dem klassischen Logistikoutsourcing eine stärkere Serviceverbesserung zu erwarten, da abgesehen von operativen Logistikleistungen auch koordinierende Logistikleistungen vom Dienstleister durchgeführt werden und komplette Prozesse ausgelagert werden, kann der Logistikdienstleister eine Prozessoptimierung durchführen. Zudem können Kontraktlogistiker beim Einstieg in globale Märkte unterstützend tätig sein, indem sie beispielsweise die Distribution in einem neuen Zielgebiet für den Kunden durchführen, bevor der tatsächliche Markteintritt erfolgt.⁴⁹

2.3 Probleme zwischen Kontraktlogistik und Mittelstand

Die Kontraktlogistik stellt eine Möglichkeit dar, die Defizite in der Logistik mittelständischer Unternehmen zu beheben. Bei näherer Betrachtung des Mittelstands und der Kontraktlogistik kann jedoch festgestellt werden, dass es Probleme bei der Vereinbarkeit gibt, die im Folgenden identifiziert und aufgezeigt werden.

Kontraktlogistikgeschäfte beanspruchen grundsätzlich eine längerfristige Laufzeit zwischen 3 und 10 Jahren. Diese ist bedingt durch die Investitionen, die der Kontraktlogistikdienstleister für die kundenspezifischen logistischen Dienstleistungen tätigen muss.⁵⁰ Mittelständische Unternehmen stehen Kooperationen jedoch eher skeptisch gegenüber⁵¹, weshalb fraglich ist, ob eine längerfristige Geschäftsbeziehung eingegangen wird.

⁴⁷ Frohn (2006), S. 38.

⁴⁸ Vgl. Waibel/Herr/Schmidt (2007), S. 20; O.V. (2008), S. 432 i.V.m. Klaus (2007), S. 100.

⁴⁹ Vgl. Kersten/Koch (2007), S. 122-123.

⁵⁰ Vgl. Gudehus (2007), S. 1015.

⁵¹ Vgl. Buse (1997), S. 443.

Ein Kriterium für Kontraktlogistik ist laut KLAUS ein erheblicher Mindestumsatz im Jahr. Als praxisgerecht wird ein Mindestumsatz zwischen 0,5 und 1 Mio. Euro im Jahr erachtet.⁵² Dieser Mindestumsatz stellt aufgrund der Größe mittelständischer Unternehmen eine beträchtliche Hürde für diese dar.

Auch die kundenindividuellen Logistiklösungen stellen in Verbindung mit dem Mittelstand ein Problem dar. Wie bereits beschrieben, sind für diese komplexen Logistiklösungen hohe Investitionen beispielsweise für Logistik-assets seitens des Kontraktlogistiklers nötig.⁵³ Diese Investitionen rentieren sich jedoch für den Kontraktlogistiker erst ab einem gewissen Mindestumsatz und einer gewissen Vertragslaufzeit. Falls der Vertrag beispielsweise vom Kunden nicht verlängert wird, stellt sich für den Kontraktlogistiker die Frage, inwieweit die Logistik-assets aufgrund der Spezifität weiter genutzt werden können.

3 Kontraktlogistik für mittelständische Unternehmen

Im Folgenden wird das Konzept der Mass Customization auf die Kontraktlogistik übertragen und ein potentielles Konzept für den Mittelstand aufgezeigt.

In der Literatur existieren unterschiedliche Definitionen des Begriffs „Mass Customization“.⁵⁴ PILLER definiert den Begriff wie folgt: „Mass Customization (dt. kundenindividuelle Massenproduktion) bezeichnet die Produktion von Gütern und Leistungen für einen (relativ) großen Absatzmarkt, welche die unterschiedlichen Bedürfnisse jedes einzelnen Nachfragers dieser Produkte treffen. Die Produkte und Leistungen können dabei auch langfristig zu Preisen angeboten werden, die der Zahlungsbereitschaft von Käufern vergleichbarer massenhafter Standardprodukte entsprechen, [...]“.⁵⁵ Diese Definition gilt für die folgenden Ausführungen.

Dem Konzept der Mass Customization liegt generell eine hybride Wettbewerbsstrategie zugrunde. Ziel dieser hybriden Strategie ist es, Wettbewerbsvorteile durch die Verbindung der beiden Strategien „Kostenführerschaft“ und „Differenzierung“ zu erlangen. Zum einen können durch die massenhafte Fertigung Größendegressionseffekte entstehen und somit Kostensenkungspotentiale realisiert werden. Zum anderen kann eine Abhebung von Konkurrenten durch die Differenzierung erfolgen.⁵⁶ Die Mass Customization wurde anfangs im Rahmen der Sachgüterproduktion entwickelt und erst später auf die Dienstleistungsproduktion übertragen.⁵⁷ Im Unterschied zur „Mass Customization“ bei Sachleistungen sind in der Kontraktlogistik die Kunden Unternehmen, welche die Kontraktlogistikleistung in Anspruch nehmen. Der Kontraktlogis-

⁵² Vgl. Klaus et al. (2010), S. 119.

⁵³ Vgl. Gudehus (2007), S. 1015.

⁵⁴ Vgl. Piller (2006), S. 154.

⁵⁵ Piller (2003), S. 190, sowie vgl. Piller (2006), S. 160.

⁵⁶ Vgl. Piller (2006), S. 181 i.V.m. Corsten (1995), S. 347; zu den beiden Strategien siehe Porter (1999), S. 71-74.

⁵⁷ Vgl. Burr/Stephan (2006), S. 61.

tiker hat keine direkte Beziehung zum Abnehmer der Produkte, an welchen die Logistikleistung erbracht wird.

Die Mass Customization wird in der Praxis anhand unterschiedlicher Ansätze implementiert.⁵⁸ Der Anteil der Standardisierung und der Anteil der Individualisierung differieren hierbei.⁵⁹ Für die Kontraktlogistik stellt sich somit die Frage, inwieweit eine Standardisierung der Leistungen möglich ist und wie viel Individualisierung trotzdem erfolgen muss, damit der Kunde die Leistungen als individuell einschätzt.

Die Entwicklung und Einführung eines Mass Customization-Konzepts rentiert sich aber in vielen Fällen nur unter bestimmten Voraussetzungen. Zum einen muss das Produkt Variantenmöglichkeiten besitzen und zum anderen ist größtenteils die Nähe zu den Absatzmärkten ein wichtiges Kriterium.⁶⁰

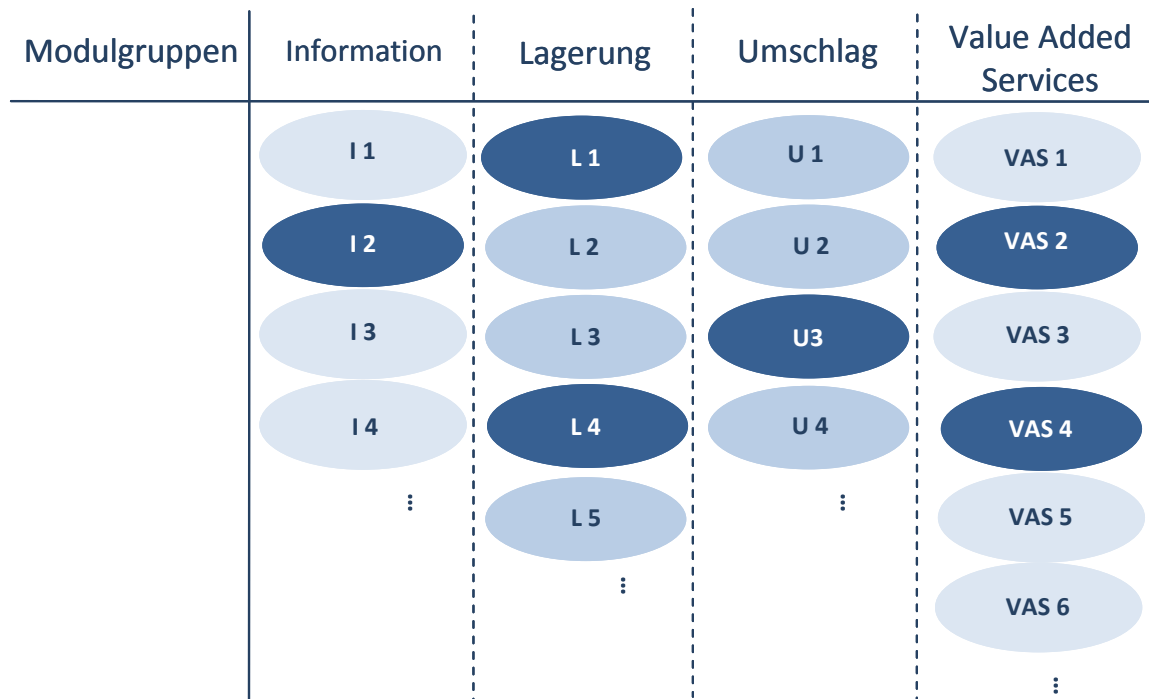
Das folgende Kontraktlogistikkonzept basiert auf der Konzeption der „Modularisierung nach dem Baukastenprinzip“⁶¹. Aufgrund der individuell wählbaren Module, die im vorliegenden Fall logistische Leistungen darstellen, entsteht hierbei eine große Zahl an möglichen Varianten. Zunächst werden beispielsweise die Information, die Lagerung, der Umschlag und die Value Added Services als übergeordnete Modulgruppe festgelegt, welche unterschiedliche, für den Kunden frei wählbare Module enthalten. Aufgrund der Klassifizierung der einzelnen Module in die übergeordneten Modulgruppen können die Unternehmen die Module individuell aus den verschiedenen Modulgruppen zusammenstellen. In Abbildung 3 sind die Modulgruppen des Kontraktlogistikkonzepts und deren Module beispielhaft dargestellt. Jede Modulgruppe ist beliebig um standardisierte logistische Leistungen erweiterbar oder verkürzbar. Die Kunden wählen je nach Wunsch eine bestimmte Anzahl an Modulen aus Information, Lagerung, Umschlag und Value Added Services aus, welche der Logistikdienstleister in Zukunft übernehmen wird. Der Kunde kann beispielsweise, wie in Abbildung 3 dargestellt, die Module I2, L1, L4, U3, VAS2 und VAS4 wählen. Beispiele für die ausgewählten Module sind das „Bestandsmanagement“ als Informationsleistung, die Lagerleistungen „Ein-/Auslagern“ und „Kommissionieren“, sowie „Be-/Entladen“ der Waren als Umschlagsleistungen und zuletzt die Value Added Services „Konfektionieren“ und „Bestückung von Trays“.

⁵⁸ Zu den Mass Customization-Konzeptionen siehe Piller (2006), S. 220.

⁵⁹ Vgl. Thomas (2008), S. 74.

⁶⁰ Vgl. Piller (1997), S. 23-26.

⁶¹ Zur Konzeption „Modularisierung nach dem Baukastenprinzip“ vgl. Piller (2006) S. 228-234.

Abb. 3 „Modulbaukastenprinzip“: Beispiel für Kontraktlogistik⁶²

Ein weiteres Erfordernis der Mass Customization ist die Nähe zu den Absatzmärkten.⁶³ Daher ist ein entscheidender Punkt bei einem Mass Customization-Konzept in der Kontraktlogistik die Standortwahl des Logistikdienstleisters. Der Kontraktlogistiker erbringt die Logistikleistungen beispielsweise für mehrere Unternehmen der Industrie oder des Handels⁶⁴, weshalb Unternehmen dieser Branchen somit den Absatzmarkt darstellen. Die stationären Wertschöpfungsstufen liegen hierbei im Fokus, weshalb bei der Standortwahl lediglich die Standorte der Unternehmen und nicht die Standorte der Kunden von den Unternehmen einbezogen werden. Bei kontraktlogistischen Dienstleistungen werden Sachgüter integriert, an welchen die logistische Leistung erbracht wird.⁶⁵ Diese Sachgüter müssen zunächst zum Standort des Kontraktlogistikers transportiert werden, um die Durchführung der Logistikleistung zu ermöglichen. Deshalb sollte ein transportkostenminimaler Standort dahingehend ermittelt werden.

Wie bereits dargestellt, kann das Konzept der Mass Customization für die Kontraktlogistik herangezogen werden. Zur Entwicklung eines solchen Kontraktlogistikkonzeptes müssen jedoch zunächst die Anforderungen der mittelständischen Unternehmen anhand einer empirischen Untersuchung ermittelt werden.

⁶² Eigene Darstellung.

⁶³ Vgl. Piller (1997), S. 26.

⁶⁴ zu Multi User-Systemen siehe Waibel/Herr/Schmidt (2007), S. 20.

⁶⁵ zur Integration eines externen Faktors bei Dienstleistungen siehe Corsten/Gössinger (2007), S. 27.

Ziel eines Kontraktlogistikkonzepts basierend auf der Mass Customization ist es, Kostensenkungspotentiale aufgrund der „Massenfertigung der Dienstleistungen“ zu nutzen und trotzdem kundenindividuelle Logistikleistungen für den Mittelstand anzubieten. Ein Konzept basierend auf der Mass Customization kann die Kontraktlogistik den mittelständischen Unternehmen näher bringen, wenn es gelingt, die kundenspezifischen Investitionen zu senken und den Kunden, die den Mindestumsatz normalerweise nicht erreichen, die Kontraktlogistik anbieten zu können. Falls es außerdem gelingt, bedingt durch geringere kundenspezifische Investitionen von Seiten der Logistikdienstleister, die Vertragslaufzeit zu verkürzen, kann die Attraktivität eines Kontraktlogistikkonzepts für den Mittelstand weiter gesteigert werden.

4 Fazit und Forschungsbedarf

Bei Betrachtung der Definitionen und Besonderheiten des Mittelstands sowie der Kontraktlogistik können Probleme bei der Verbindung identifiziert werden. Eine mögliche Lösung dieser Probleme ist das dargestellte Kontraktlogistikkonzept basierend auf der Mass Customization. Zur Entwicklung eines solchen Konzeptes sind jedoch empirische Untersuchungen sinnvoll, da dieser Bereich bisher nicht ausreichend erforscht ist.

Zum einen besteht Forschungsbedarf in der Nutzung von Kontraktlogistik bei mittelständischen Unternehmen. Derzeit läuft eine empirische Untersuchung zum Verständnis von Kontraktlogistik in mittelständischen Unternehmen und der Inanspruchnahme kontraktlogistischer Leistungen im Mittelstand. Diese Untersuchung wird anhand einer Umfrage in mittelständischen Unternehmen durchgeführt.

Zum anderen besteht Forschungsbedarf darin, welche Anforderungen die mittelständischen Unternehmen an die Kontraktlogistik haben, da für die Entwicklung eines kundenindividuellen Konzepts entscheidend ist, die Wünsche der Kunden zu kennen und die Leistungen so zu gestalten, dass der Mittelstand diese annehmen wird.

Literaturverzeichnis

- Baumgarten, H.; Kasiske, F.; Zadek, H. (2002): Logistik-Dienstleister – Quo vadis? – Stellenwert der Fourth Logistics Provider (4PL), in: Logistikmanagement, 4. Jg., H. 1, S. 27-40.
- Baumgarten, H.; Thoms J. (2002): Trends und Strategien in der Logistik – Supply Chains im Wandel, Berlin.
- Becker, W.; Ulrich, P. (2009): Mittelstand, KMU und Familienunternehmen in der Betriebswirtschaftslehre, in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, Heft 1, S. 2-7.
- Bitzer, K. (1977): Der mittelständische Unternehmer – einige betriebssoziologische Aspekte, Berlin.
- Burr, W.; Stephan, M. (2006): Dienstleistungsmanagement – Innovative Wertschöpfungskonzepte für Dienstleistungsunternehmen, Stuttgart.
- Buse, H. P. (1997): Kooperationen, in: Pfohl, H. C. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre der Mittel- und Kleinbetriebe – Größenspezifische Probleme und Möglichkeiten zu ihrer Lösung, 3. Aufl., Berlin.
- Capgemini; Georgia Institute of Technology; Fedex (2004): Third-Party Logistics. Results and Findings of the 2004 Ninth Annual Study.
- Cardeneo, A. (2007): Straßengüterverkehr, Speditionen, Logistik-Dienstleistungen, in: Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K. (Hrsg.), in: Handbuch Logistik, 3. Aufl., Heidelberg.

- Corsten, H. (1995): Wettbewerbsstrategien – Möglichkeiten einer simultanen Strategieverfolgung, in: Corsten, H.; Reiß, M. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensführung – Konzepte – Instrumente – Schnittstellen, Wiesbaden.
- Corsten, H.; Gössinger, R. (2007): Dienstleistungsmanagement, 5. Aufl., München.
- Damken, N. (2007): Corporate Governance in mittelständischen Kapitalgesellschaften – Bedeutung der Business Judgement Rule und der D&O-Versicherung für Manager im Mittelstand nach der Novellierung des §93 AktG durch das UMAG, Edewescht.
- Europäische Kommission (2003): KMU-Definition: Empfehlung der Kommission vom 06. Mai 2003, in: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, L124 vom 20.05.2003
- Franke, P. D. (2011): Internationalisierung der Kontraktlogistik – Entwicklung eines Instrumentariums zur Länderselektion, Berlin.
- Frohn, J. (2006): Mehrwertleistungen in der Kontraktlogistik, Aachen.
- Fuhrmann, R. (1998): Kontraktlogistik, in: Buchholz, J.; Clausen, U.; Vastag, A. (Hrsg.): Handbuch der Verkehrslogistik, Heidelberg.
- Gebhardt, A. (2005): Fremdgehen lohnt sich, in: Logistik heute, Heft 6, S. 46-47.
- Gericke, J. (2009): Unterstützung von Logistik-Outsourcing Entscheidungen in mittelständisch strukturierten Unternehmen, 2. Aufl., Tausenstein.
- Gudehus, T. (2007): Logistik 2 – Netzwerke, Systeme und Lieferketten, 3. Aufl., Berlin Heidelberg.
- Hamer, Eberhard (1990): Mittelständische Unternehmen – Gründung, Führung, Chancen, Risiken, Landsberg/Lech.
- Holderied, C. (2005): Güterverkehr, Spedition und Logistik – Managementkonzepte für Güterverkehrsbetriebe, Speditionsunternehmen und logistische Dienstleister, München Wien.
- Institut für Mittelstandsforschung Bonn (2002): KMU-Definition des IfM Bonn, <http://www.ifm-bonn.org/index.php?id=89>, 14.08.2011.
- Isermann, H. (1998): Grundlagen eines systemorientierten Logistikmanagements, in: Isermann, H. (Hrsg.): Logistik – Gestaltung von Logistiksystemen, 2. Aufl., Landsberg/Lech.
- Kersten, W.; Koch, J. (2007): Motive für das Outsourcing komplexer Logistikdienstleistungen, in: Stölzle, W.; Weber, J.; Hofmann E.; Wallenburg, C. M. (Hrsg.): Handbuch Kontraktlogistik- Management komplexer Logistikdienstleistungen, Weinheim.
- Kille, Ch. (2008): KEP-Märkte und Dienste, in: Klaus, P.; Krieger, W. (Hrsg.): Gabler-Lexikon Logistik: Management logistischer Netzwerke und Flüsse, 4. Aufl., Wiesbaden.
- Klaus, P.; Hartmann, E.; Kille, Ch. (2010): Top 100 der Logistik – Marktgrößen, Marktsegmente und Marktführer in der Logistikdienstleistungswirtschaft, Hamburg.
- Klaus, P.; Kille, Ch. (2008): Kontraktlogistik, in: Klaus, P. (Hrsg.): Gabler-Lexikon Logistik, 4. Aufl., Wiesbaden.
- Kosmider, A. (1994): Controlling im Mittelstand – Eine Untersuchung der Gestaltung und Anwendung des Controllings in mittelständischen Industrieunternehmen, 2. Aufl., Stuttgart.
- Kummer, S. (1992): Logistik im Mittelstand – Stand und Kontextfaktoren der Logistik in mittelständischen Unternehmen, Stuttgart.
- O.V. (2008): Multi-User Kontrakte, in: Klaus, P. (Hrsg.): Gabler-Lexikon Logistik, 4. Aufl., Wiesbaden.
- Pfohl, H.-Ch. (2006a): Betriebswirtschaftliche Funktionen: Logistik, Hrsg Pfohl, H. C.: Betriebswirtschaftslehre der Mittel- und Kleinbetriebe - Größenspezifische Probleme und Möglichkeiten zu ihrer Lösung, 4. Aufl., Berlin.
- Pfohl, H.-Ch. (2006b): Grundlagen – Abgrenzung der Klein- und Mittelbetriebe von Großbetrieben, Hrsg: Pfohl, Hans-Christian: Betriebswirtschaftslehre der Mittel- und Kleinbetriebe – Größenspezifische Probleme und Möglichkeiten zu Ihrer Lösung, 4. Aufl., Berlin.

- Piller, F. T. (1997): Kundenindividuelle Produkte von der Stange – Wie es Jeansspezialist Levi Strauss dank einer hybriden Produktionsstrategie schafft, Masse mit Klasse zu verbinden, in: Harvard Business Manager, 19. Jg., H. 3, S. 15-26.
- Piller, F. T. (2003): Mass Customization – ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter, 3. Aufl., Wiesbaden.
- Piller, F. T. (2006): Mass Customization – ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter, 4. Aufl., Wiesbaden.
- Porter, M.E. (1999): Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten, 10. Aufl., Frankfurt.
- Prahalad, C. K.; Hamel G. (1990): The Core Competency of the Corporation, in: Harvard Business Review (May-June) 79-91.
- Scholz-Reiter, B.; Toonen, Ch.; Windt, K. (2008): Logistikdienstleistungen, in: Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K. (Hrsg.): Handbuch Logistik, 3. Aufl., Heidelberg.
- Schwarz, G. (2005): Outsourcing – Eine Einführung, in: Hermes, H.-J.; Schwarz, G. (Hrsg.): Outsourcing, Freiburg im Breisgau.
- Stephan, P. (2002): Nachfolge in mittelständischen Familienunternehmen – Handlungsempfehlungen aus Sicht der Unternehmensführung, Wiesbaden.
- Straube, F.; Frohn, J. (2007): Kundennutzen durch logistische Mehrwertleistungen, Hrsg: Stölzle, W.; Weber, J.; Hofmann, E.; Wallenburg, C. M.: Handbuch Kontraktlogistik - Management komplexer Logistikdienstleistungen, Weinheim.
- Straube, F.; Pfohl, H.-C. (2008): Trends und Strategien in der Logistik – globale Netzwerke im Wandel; Umwelt, Sicherheit, Internationalisierung, Menschen, Hamburg.
- Sucky, E. (2004): Koordination in Supply Chains – Spieltheoretische Ansätze zur Ermittlung integrierter Bestell- und Produktionspolitiken, Wiesbaden.
- Thomas, K.-G. (1994): Die mittelständische Unternehmung im Entwicklungsprozess, Berlin.
- Thomas, P. (2008): Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche, Wiesbaden.
- Waibel, F.; Herr, S.; Schmidt, N. (2007): „Ramp up“ in der Kontraktlogistik, Stuttgart.
- Weber, J.; Stölzle, W.; Wallenburg, C. M.; Hofmann, E. (2007): Einführung in das Management der Kontraktlogistik, in: Stölzle, W.; Weber, J.; Hofmann, E.; Wallenburg, C. M. (Hrsg.): Handbuch Kontraktlogistik – Management komplexer Logistikdienstleistungen, Weinheim.
- Wesel, M. A. (2010): Corporate Governance im Mittelstand – Anforderungen, Besonderheiten, Umsetzung, Berlin.
- Wolter, H.-J.; Hauser, H.-E. (2001): Die Bedeutung des Eigentümerunternehmens in Deutschland – Eine Auseinandersetzung mit der qualitativen und quantitativen Definition des Mittelstands, in: Institut für Mittelstandsforschung (Hrsg.): Jahrbuch zur Mittelstandsforschung 1/2001, Schriften zur Mittelstandsforschung Nr. 90 NF, Wiesbaden, S. 25-77.
- Zimmermann, B. (2004): Kontraktlogistik als Zukunftsmarkt der Logistikdienstleistungswirtschaft – Mittelstandskongruenz und Entwicklung eines mittelstandsgerechten Vertriebsmodells.

Logistikdienstleistungsbeschaffung und nachhaltige Entwicklung: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung

Rudolf O. Large

Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Dienstleistungsmanagement,
insb. Unternehmenslogistik,
Universität Stuttgart, Keplerstraße 17, 70174 Stuttgart,
rudolf.large@bwi.uni-stuttgart.de

Rahel Katharina Hartmann

Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Dienstleistungsmanagement,
insb. Unternehmenslogistik,
Universität Stuttgart, Keplerstraße 17, 70174 Stuttgart,
rahel.hartmann@bwi.uni-stuttgart.de

Nikolai Kramer

Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Dienstleistungsmanagement,
insb. Unternehmenslogistik,
Universität Stuttgart, Keplerstraße 17, 70174 Stuttgart,
nikolai.kramer@bwi.uni-stuttgart.de

Zusammenfassung

Bei der Beschaffung logistischer Leistungen können Unternehmen die Nachhaltigkeit des Wirtschaftens ihrer Lieferanten im Sinne der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie beeinflussen. Es stellt sich die Frage, inwieweit Aspekte der nachhaltigen Entwicklung im Rahmen der Beschaffung von Logistikdienstleistungen berücksichtigt werden. Ausgehend von der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie werden fünf Handlungsfelder der nachhaltigen Beschaffung von Logistikdienstleistungen definiert. Zur Erfassung des aktuellen Stands wird eine empirische Befragung unter Personen beschaffungsrelevanter Funktionsbereiche durchgeführt. Daraus ergibt sich, dass sowohl die Handlungsfelder der ökologischen als auch der sozialen Nachhaltigkeit in der Beschaffungspraxis als wichtig eingeschätzt werden. Die aktive Einwirkung der beschaffenden Unternehmen auf die Dienstleister wird jedoch vorrangig dann vorgenommen, wenn dadurch auch ökonomische Ziele erreicht werden. Die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele als Motivation des Handelns zeigt sich bei der Beschaffung logistischer Leistungen als nicht ausschlaggebend.

1 Einleitung

Unternehmen entwickelter Volkswirtschaften können heute auf einen umfangreichen und differenzierten Markt für logistische Leistungen zurückgreifen. Der Logistikdienstleistungsbeschaffung kommt damit eine zentrale Bedeutung zu, da die Beurteilung der vorhandenen Fähigkeiten und bisherigen Praktiken des Logistikdienstleisters primär in deren Arbeitsgebiet fällt. Neben klassischen Ansätzen zum Management der Lieferanten-Abnehmer-Beziehung werden in der wissenschaftlichen Literatur zunehmend auch Ansätze nachhaltiger Entwicklung im Kontext des Lieferantenmanagements diskutiert.¹ Im Konzept der nachhaltigen Entwicklung werden neben der wirtschaftlichen Entwicklung auch der Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen sowie Fragen der sozialen Gerechtigkeit explizit berücksichtigt.²

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, inwieweit Aspekte der nachhaltigen Entwicklung im Rahmen der Beschaffung von Logistikdienstleistungen berücksichtigt werden.

Zur Bearbeitung der Forschungsfrage werden, ausgehend von der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie und den dort aufgeführten 21 Indikatorenbereichen,³ fünf Handlungsfelder nachhaltiger Entwicklung abgegrenzt und definiert. Innerhalb dieser werden Möglichkeiten aufgezeigt, inwiefern einzelne Logistiker und Einkäufer von Industrie- und Handelsunternehmen im Rahmen der Beschaffung von Logistikdienstleistungen einen Beitrag zur Erreichung der Ziele der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie leisten können. Während die fünf beschriebenen Handlungsfelder Ansätze zur Verwirklichung nachhaltiger Entwicklung im Rahmen der Beschaffung von Logistikdienstleistungen aufzeigen, ist zunächst unklar, ob und inwieweit die aufgezeigten Sachverhalte tatsächlich bei der Beschaffung von Logistikdienstleistungen in deutschen Unternehmen Berücksichtigung finden. Um ein Bild zur Situation in Deutschland zu gewinnen, wird eine empirische Befragung zur Erfassung des Stands der Logistikdienstleistungsbeschaffung aus dem Blickwinkel nachhaltiger Entwicklung durchgeführt. Der online-Fragebogen wurde an insgesamt 750 Personen beschaffungsrelevanter Funktionsbereiche im November 2010 versendet.

2 Literatur

2.1 *Logistikdienstleistungsbeschaffung und nachhaltige Entwicklung*

Klaus, Hartmann und Kille gehen für 2009 von einem Gesamtvolumen logistischer Leistungen in Deutschland von 199,6 Mrd. € aus.⁴ Davon ist ein Volumen von 97,9 Mrd. € an Logistikdienstleister vergeben, woraus ein Fremdbezugsanteil von 49,0%

¹ Vgl. Seuring/Müller (2008a), S. 1704-1705; Large (2009), S. 57-62.

² Vgl. United Nations (1987), S. 24.

³ Vgl. Die Bundesregierung (2002), S. 89-130. Aufbauend auf: United Nations (1993).

⁴ Vgl. Klaus et al. (2010), S. 71.

resultiert. In einzelnen Marktsegmenten, z.B. bei KEP-Diensten und im Sammelgutverkehr, erreicht der Fremdbezugsanteil beinahe 100%.

Der Logistikdienstleistungsbeschaffung kommt damit eine zentrale Bedeutung zu. Die Produktion und die Nutzung von Dienstleistungen und somit auch von Logistikdienstleistungen fallen zeitlich zusammen. Wichtiger als die ex post Beurteilung der erzielten Qualität ist daher die ex ante Abschätzung der Qualität einer Leistung durch die intensive Beurteilung der Fähigkeiten eines Dienstleisters. Bei der Auswahl von Logistikdienstleistern spielt deshalb die Berücksichtigung von Fähigkeiten eine bedeutende Rolle. Obwohl insbesondere langfristige Logistikdienstleistungsbeziehungen in aller Regel von einem Buying-Center ausgewählt werden,⁵ trägt der Dienstleistungsbeschaffer eine hohe Verantwortung für die zukünftige Leistungserfüllung, da die Beurteilung der vorhandenen Fähigkeiten und bisherigen Praktiken primär in sein Arbeitsgebiet fällt. Durch den Logistikdienstleistungsbeschaffer kann neben traditionellen Kriterien der Auswahl von Logistikdienstleistern, in die Auswahl auch mit aufgenommen werden, inwieweit sich ein potenzieller Geschäftspartner konform gegenüber rechtlichen und moralischen Anforderungen verhalten wird. Im Bereich der Logistikdienstleistungsbeschaffung sind beispielsweise Normen des Arbeits- oder Umweltrechts von Bedeutung.

Eine umfassende moralische Norm, welche die Ansprüche eines breiten Spektrums gesellschaftlicher Gruppen berücksichtigt, ist das Konzept der nachhaltigen Entwicklung.

Eine nachhaltige Entwicklung strebt die Befriedigung gegenwärtiger Bedürfnisse der Menschen an, ohne die Möglichkeiten der Bedürfnisbefriedigung zukünftiger Generationen zu beeinträchtigen.⁶ Kernaussage des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung ist die Forderung nach einer gerechten Verteilung der Ressourcen und der Entwicklungsmöglichkeiten auf dieser Erde. Nachhaltige Entwicklung wird in die folgenden drei interdependente Teilbereiche unterschieden: die ökonomische Ebene, die ökologische Ebene und die soziale Ebene.⁷ Voraussetzung nachhaltiger Entwicklung auf wirtschaftlicher Ebene sind ein friedliches Miteinander der Völker sowie eine ausreichende wirtschaftliche und politische Stabilität, die durch den Aufbau wirtschaftlicher Potenziale eine langfristige Einkommenssicherung für alle Menschen ermöglicht. Nachhaltige Entwicklung auf ökologischer Ebene erfordert den schonenden Umgang mit der natürlichen Umwelt bis hin zu einem bewussten Konsumverzicht, um natürliche Ressourcen für zukünftige Generationen zu erhalten. Hierdurch soll die permanente Regeneration natürlicher Ressourcen ermöglicht und somit der Auftrag der Bewahrung der Schöpfung – der letztlich an jedes einzelne Individuum gerichtet ist – erfüllt werden. Im Mittelpunkt der sozialen Ebene nachhaltiger Entwicklung steht der soziale Ausgleich innerhalb und zwischen den Generationen. Beispiele dafür sind die Forderungen nach einer Angleichung der Lebensverhältnisse und der offene Zugang zu Bil-

⁵ Vgl. Large/Kovács (2001), S. 47-49; Wrobel/Klaus (2009), S. 54-55.

⁶ Vgl. United Nations (1987), S. 24.

⁷ Vgl. Dyllick/Hockerts (2002), S. 132; Seuring/Müller (2008a), S. 1700.

dungsmöglichkeiten, der auch eine Voraussetzung wirtschaftlicher Entwicklung darstellt.

Die Idee der nachhaltigen Entwicklung geht weit über einzelwirtschaftliche Überlegungen hinaus und bildet einen normativen Ansatz zur langfristigen potenzialorientierten Gestaltung der Lebensverhältnisse der Menschheit als Ganzes. Allerdings kann nachhaltige Entwicklung auf dieser Erde nur dann realisiert werden, wenn einzelwirtschaftliche Einheiten dieses Prinzip im Rahmen ihrer Entscheidungen berücksichtigen. Dabei stellt sich die Frage, warum Logistikdienstleistungsbeschaffer das Globalziel der nachhaltigen Entwicklung verfolgen sollten. In der Literatur werden in der Regel als Hauptmotive für nachhaltiges Handeln externer Druck durch Gesetze und Verordnungen, die gewachsene Wachsamkeit der Öffentlichkeit sowie die ökologischen und sozialen Anforderungen der Kunden genannt.⁸ Besondere Bedeutung wird dabei der Übereinstimmung des Verhaltens einer Gesamtorganisation und des Verhaltens der einzelnen Mitglieder dieser Organisation mit den gesetzlichen Vorgaben, international anerkannten Standards und daraus abgeleiteten internen Regeln beigemessen, die vor allem im angelsächsischen Bereich mit dem Begriff der „Compliance“ gekennzeichnet wird.⁹ Daneben haben einige Autoren versucht, positive Zusammenhänge zwischen nachhaltigem, insbesondere ökologischem Handeln und traditionellen ökonomischen Zielgrößen aufzudecken und damit das Ziel der nachhaltigen Entwicklung auch aus einer kurzfristig rationalen Sicht heraus zu legitimieren.¹⁰

Durch die Fremdvergabe logistischer Leistungen können Lösungen entstehen, die zwar aus einer kurzfristigen Perspektive heraus wirtschaftlich rational sind, jedoch trotzdem zu bedenklichen oder sogar nicht akzeptablen Wirkungen führen, da sie die Lebensgrundlagen heutiger oder zukünftiger Generationen beeinträchtigen oder sogar zerstören. Ein Beispiel dafür sind Distributionssysteme, die eine sehr schnelle Belieferung von Kunden ermöglichen und dazu Verkehrsträger einsetzen, die einen hohen Energieverbrauch und damit zu hohen CO₂-Ausstoß aufweisen, obwohl häufig bei vorausschauender Disposition solche kurzen Lieferzeiten zur Bedürfnisbefriedigung der Endkunden nicht erforderlich sind. Die Möglichkeit der kurzfristigen Nachbestellung verleitet vielmehr zur Vernachlässigung der Planung und zur Verschiebung von Dispositionsentscheidungen, die über ein rational getriebenes Postponement hinausgeht. Deshalb werden im Konzept der nachhaltigen Entwicklung neben der wirtschaftlichen Entwicklung auch der Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen sowie Fragen der sozialen Gerechtigkeit explizit berücksichtigt.¹¹

⁸ Vgl. Green et al. (1996), S. 190; Walton et al. (1998), S. 2; Seuring/Müller (2008a), S. 1703; Seuring/Müller (2008b) S. 460.

⁹ Vgl. Baumöl (2009), S. 106-107.

¹⁰ Vgl. bspw. Rao/Holt (2005).

¹¹ Vgl. Seuring/Müller (2008a), S. 1702.

2.2 Handlungsfelder nachhaltiger Logistikdienstleistungsbeschaffung

Aufbauend auf die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie werden im Folgenden fünf Handlungsfelder erarbeitet, innerhalb derer Unternehmen bzw. einzelne Logistiker und Einkäufer bei der Beschaffung von Logistikdienstleistungen zur nachhaltigen Entwicklung beitragen können.¹²

Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie umfasst neben Aussagen zum Leitbild der nachhaltigen Entwicklung und einzelnen Schwerpunkten vor allem eine ausführliche Darlegung von 21 so genannten Indikatorenbereichen und zugehörigen Indikatoren (Messgrößen). Für jede der Messgrößen werden Vergangenheitswerte angeführt und Zukunftsziele definiert.¹³ Mehrere dieser Indikatoren weisen einen direkten oder zumindest einen indirekten Bezug zur Beschaffung von Logistikdienstleistungen auf. Diese sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Nr.	Indikatorenbereich	Indikatoren	Zielwert
2	Klimaschutz	Treibhausgasemissionen	Reduktion um 21% gegenüber dem Jahr 1990 bis 2008/2012
4	Flächeninanspruchnahme	Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche	Reduktion des täglichen Zuwachses auf 30ha bis 2020
9a	Bildung	18- bis 24-Jährige ohne Hochschulreife oder abgeschlossene Berufsausbildung	Verringerung des Anteils auf 9 % bis 2010 und 4,5 % bis 2020
11a	Mobilität	Gütertransportintensität	Absenkung auf 98% gegenüber 1999 bis 2010 und auf 95% bis 2020
11c	Mobilität	Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderungsleistung in tkm	Steigerung auf 25% bis 2015
11d	Mobilität	Anteil der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung in tkm	Steigerung auf 14% bis 2015
13	Luftqualität	Schadstoffbelastung der Luft	Verringerung auf 30 % gegenüber 1990 bis 2010
16a	Beschäftigung	Erwerbstätigenquote insgesamt (15 bis 64 Jahre)	Erhöhung auf 73 % bis 2010 und 75 % bis 2020
16b	Beschäftigung	Erwerbstätigenquote Ältere (55 bis 64 Jahre)	Erhöhung auf 55 % bis 2010 und 57 % bis 2020

Tab. 1: Logistikrelevante Indikatoren und Zielwerte der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie
(Quelle: Deutscher Bundestag, 2008, S. 208-210)

Aus der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie lassen sich folgende fünf Handlungsfelder definieren und abgrenzen, innerhalb derer Beschaffer von Logistikdienstleistungen zur Erreichung der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitsziele beitragen können.

¹² Vgl. Deutscher Bundestag (1998). Siehe zu diesem Ansatz auch Large (2010).

¹³ Vgl. Die Bundesregierung (2002), S. 89-130.

Handlungsfeld 1: Verringerung der Transportintensität und des Schadstoffausstoßes

Ziele dieses Handlungsfeldes sind die Reduktion der Treibhausgasemissionen, der Gütertransportintensität und der Schadstoffbelastung der Luft. Die Gütertransportintensität soll abgesenkt werden, um wirtschaftliches Wachstum ohne entsprechendes Anwachsen der Transportmengen und -strecken zu erreichen und somit die Wirtschaftsleistung und die Verkehrsleistung zu entkoppeln.¹⁴ Bisher wurde jedoch Wirtschaftswachstum durch ein überproportionales Ansteigen der Güterbeförderungsleistung erreicht.

Die Senkung der Transportintensität ist im engeren Sinne kein primäres Handlungsfeld der Logistikdienstleistungsbeschaffung, da die Bedarfsplanung für Transporte der Beschaffung von Transportdienstleistung vorgelagert ist. Björklund hat beispielsweise in einer jüngsten Veröffentlichung verschiedenste Einflussgrößen aufgezeigt, die die ökologische Beschaffung von Transportdienstleistungen ermöglichen, fördern oder auch hemmen können.¹⁵ Eine Abnahme der Transportintensität kann vor allem durch eine konsequente Regionalisierung von Beschaffungs-, Produktions-, Absatz- und Konsumententscheidungen erzielt werden.¹⁶ Jedoch kann auch bei der Beschaffung von Logistikdienstleistungen auf die Vermeidung von Transporten und die Verkürzung von Transportstrecken geachtet werden. So kann beispielsweise bei der Vergabe von Sammel- oder Verteiltouren an einzelne Transportdienstleister berücksichtigt werden, ob die hierdurch entstehenden Umwegtransporte nicht durch Sammelgutlösungen vermieden werden können. Neben der Reduktion der Güterbeförderungsleistung im engeren Sinne, kann auch eine Verbesserung der Auslastung durch Bündelungseffekte und eine Reduktion der Fahrtenanzahl bei der Vergabe von Transportdienstleistungen angestrebt werden. So wird beispielsweise durch die Nutzung freier Kapazitäten von Fahrzeugen mit Hilfe von Transportbörsen zwar die Güterbeförderungsleistung nicht reduziert, da die transportierte Menge und die gefahrene Strecke unverändert bleiben. Allerdings werden hierdurch Fahrten vermieden oder zumindest Leerfahrtenanteile reduziert und positive Effekte auf den Ressourcenverbrauch und den Schadstoffausstoß induziert.

Handlungsfeld 2: Reduktion der Flächeninanspruchnahme

Ziel der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie ist es, den täglichen Zuwachs der Flächeninanspruchnahme auf 30ha zu senken. Obwohl der hohe Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche von derzeit 113ha pro Tag stark durch veränderte Wohnansprüche getrieben wird, kann auch die Beschaffung von Logistikdienstleistungen im Sinne der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie zur Reduktion der Flächeninanspruchnahme beitragen, denn die Produktion logistischer Leistungen ist flächenintensiv.

¹⁴ Vgl. Die Bundesregierung (2002), S. 111.

¹⁵ Vgl. Björklund (2011).

¹⁶ Vgl. Halldórsson et al. (2009), S. 91.

Hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen des Baus und des Betriebs von Lagerhäusern stehen bisher die Auswirkungen auf das Transportvolumen und auf den Energiebedarf im Vordergrund.¹⁷ Jedoch findet auch durch die Errichtung neuer Lagerhäuser eine deutliche Flächeninanspruchnahme statt. Insbesondere bei der Vergabe von Kontraktlogistikleistungen kann die Flächeninanspruchnahme in die Lieferantenbewertung einbezogen werden. Häufig erwarten Auftraggeber von potentiellen Dienstleistern spezifische Lösungen verbunden mit der Neuerrichtung von Lagerkapazitäten an spezifischen Standorten. Alternativen sind vor allem der Einsatz von leerstehenden Lagerhäusern sowie die Nutzung von so genannten Multi-User Warehouses der Logistikdienstleister. Falls solche Lösungen nicht angemessen erscheinen, kann zumindest auf den Neubau auf der „grünen Wiese“ kritisch überdacht werden. In Deutschland bleiben nahezu 5% der bestehenden Siedlungsfläche ungenutzt.¹⁸ Deshalb sollte zunächst überprüft werden, ob insbesondere bereits versiegelte Flächen, z.B. Industriebrachen, als Lagerstandorte durch den Logistikdienstleister genutzt werden können.

Handlungsfeld 3: Verkehrsträgerauswahl unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien

Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie fordert explizit eine Ausweitung der Anteile des Eisenbahnverkehrs und der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung, um so die Verkehrsverlagerung voranzutreiben.¹⁹ Durch eine Stärkung umweltfreundlicher Verkehrsträger sollen positive Effekte auf den Ressourcenverbrauch, den Klimaschutz und die Luftqualität nachhaltig realisiert werden. Damit ist unmittelbar die Beschaffung von Transportdienstleistungen angesprochen, da mit der Auswahl eines Logistikdienstleisters auch die Art der Leistungserbringung und damit des Verkehrsträgers festgelegt wird. Die Forderung, zur Reduktion von Umweltbelastungen eine bewusste Auswahl von Verkehrsträgern vorzunehmen, findet sich bereits in der frühen Literatur zum Zusammenhang von Logistik und Umweltschutz.²⁰

Für eine Fremdvergabe an Bahn- oder Binnenschifffahrtsunternehmen in Form ungebrochener Verkehre sind direkte Zugänge zu diesen Verkehrssystemen, z.B. in Form von Gleisanschlüssen der Industriebetriebe oder ihrer Logistikpartner, erforderlich. Diese Möglichkeiten sind jedoch aufgrund der in der Vergangenheit häufig gegen die Bahn und das Binnenschiff gefällten Standortentscheidungen begrenzt. Außerdem wurden auf Basis kurzfristiger Kostenüberlegungen in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Gleisanschlüsse stillgelegt.²¹ Werden daher Speditionen mit der Organisation von Transporten beauftragt, können diese auf Einbeziehung von umweltfreundlichen Verkehrsträgern insbesondere im Rahmen des Kombinierten Ladungsverkehrs hingewiesen werden. Obwohl in Deutschland viele Speditionen traditionell Kombiverkehrslö-

¹⁷ Vgl. Pfohl et al. (1992), S. 94.

¹⁸ Vgl. Statistisches Bundesamt (2010b), S. 324.

¹⁹ Vgl. Die Bundesregierung (2002), S. 112 und S. 177-204.

²⁰ Vgl. Pfohl et al. (1992), S. 96.

²¹ Vgl. Fischer (2005), S. 546.

sungen fördern, finden sich in der Literatur auch Stimmen, nach denen Logistikunternehmen als Nachfrager von Transportleistungen gegenüber der Güterbeförderung per Bahn oder Binnenschiff im Vergleich zu industriellen Verladern eher negativ eingestellt sind.²² Ebenso scheinen insbesondere auf der Ebene des operativen Managements Logistikdienstleister eine geringe Sensibilität für den Umwelt- und Ressourcenschutz aufzuweisen.²³

Handlungsfeld 4: Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der Logistik

Ein weiteres wesentliches Handlungsfeld der nachhaltigen Entwicklung ist die Beachtung der Arbeitsbedingungen vor allem der operativen Mitarbeiter des Logistikdienstleisters. Häufig wird in der Logistik „Mitarbeitern ein Arbeitsplatz mit zunehmend ‚unsozialeren‘ Arbeitszeiten, schlechten Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten und mit wenig Unterstützung und Anerkennung durch das Management bei niedriger Bezahlung geboten“²⁴. Diese Einschätzung wird durch den Bericht zu den „Arbeitsbedingungen in Güterverkehr und Logistik“ des Bundesamts für Güterverkehr bestärkt, der starke psychische und physische Belastungen der betrachteten Berufsgruppen anführt.²⁵ Diese Belastungen sind beispielsweise der hohe Termin und Zeitdruck, Nacht- und Wochenendschichten, lange und wechselnde Arbeitszeiten, Abwesenheiten vom Wohnort sowie belastende körperliche Zusatzarbeiten.

Deutlich wird die Situation operativer Logistikmitarbeiter in allen Branchen auch am Index „Gute Arbeit“ des Deutschen Gewerkschaftsbundes, der seit 2007 durch großzahlige schriftliche Befragungen von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern in Deutschland ermittelt wird.²⁶ Betrachtet man den Index nach Berufsgruppen, fällt die schlechte Platzierung operativer logistischer Berufe auf.²⁷

Um für eine angemessene Bezahlung der Mitarbeiter des Logistikdienstleisters Verantwortung zu übernehmen, kann das beschaffende Unternehmen Informationen über die Lohnstruktur des Logistikdienstleisters in die Auswahlentscheidung einfließen lassen und falls erforderlich Lohnuntergrenzen für die Mitarbeiter des ausgewählten Logistikdienstleisters vertraglich vereinbaren. Da weiterhin Arbeitsplatzunsicherheit eine erhebliche Belastung für die Arbeitnehmer darstellt und hiervon insbesondere Leiharbeiter betroffen sind, kann bei der Auswahl des Logistikdienstleisters und gegebenenfalls bei der Vertragsgestaltung auf einen Verzicht beziehungsweise eine Minimierung des Einsatzes dieser Arbeitsformen geachtet werden.

In Anbetracht der erheblichen Belastung, die Zeitdruck für Mitarbeiter darstellt, ist es von hoher Bedeutung für die Sozialverträglichkeit der Arbeitsplatzgestaltung, dass

²² Vgl. Patterson et al. (2010), S. 771.

²³ Vgl. Elbert/Borkowski (2010), S. 209.

²⁴ Pfohl (2005), S. 310.

²⁵ Vgl. Bundesamt für Güterverkehr (2010), S. 43-44.

²⁶ Vgl. Prümper/Richenhagen, (2009); Fuchs, (2010).

²⁷ Vgl. DGB-Index Gute Arbeit GmbH (2009), S. 14.

Arbeitsanfall, Termindruck und notwendiges Arbeitstempo bei der Erbringung der Logistikleistung berücksichtigt werden.²⁸ Der Auftraggeber kann den Logistikdienstleister dabei unterstützen, Zeitdruck abzubauen, indem bspw. Lieferinformationen mit ausgeweitetem Planungshorizont an den Dienstleister weitergegeben werden. Weiterhin besteht bspw. die Möglichkeit die Zeitfenster der Anlieferung mit dem Dienstleister abzusprechen und möglichst flexibel zu gestalten.

Ein weiteres Problemfeld sind die Arbeitszeiten in der Logistik. Logistische Prozesse, vor allem im KEP- und Sammelgutbereich, werden häufig in den späten Abendstunden und nachts abgewickelt, um freie Infrastruktur- und Transportkapazitäten zu nutzen und die Sendungen fristgerecht zuzustellen. Ein wesentliches Ergebnis der DGB Untersuchung ist der starke Zusammenhang von wahrgenommener Arbeitsqualität und Arbeitszeit.²⁹ Eine unterstützende Einwirkung des Auftraggebers ergibt sich beispielsweise durch die Berücksichtigung der Anlieferzeiten in der Produktionsplanung, die vorwiegend Transporte ermöglichen, welche wochentags und tagsüber ausgeführt werden können.

Handlungsfeld 5: Beitrag zu qualifizierter Beschäftigung

Die Logistikdienstleistungswirtschaft beschäftigt 2,7 Mio. Menschen und leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Beschäftigung in der Bundesrepublik Deutschland.³⁰ Trotz wesentlicher Verlagerungseffekte durch Outsourcingentscheidungen trägt diese Branche damit zum langfristigen Ziel der Erhöhung der Erwerbstätigenquote insgesamt (15 bis 64 Jahre) bei. Die Dienstleistungsbranchen der Logistik zeigen zudem in den letzten Jahren Zuwächse der Erwerbstätigenzahl, die deutlich über denen der Gesamtwirtschaft liegen.

Die Logistik ist jedoch noch immer durch einen vergleichsweise hohen Anteil niedrigqualifizierter Arbeit im operativen Bereich gekennzeichnet. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung strebt mit dem Aktionsplan Güterverkehr und Logistik an, durch berufliche Aus- und Weiterbildung die Beschäftigungschancen zu erhöhen.³¹ Zudem sollen den operativen Logistikmitarbeitern fachliche Weiterbildungsmöglichkeiten sowie Aufstiegs- und Karrieremöglichkeiten, z.B. als Vorarbeiter, Disponent oder Lagerleiter zur Verfügung stehen. Für ein beschaffendes Unternehmen ergibt sich die Möglichkeit, diese Aspekte in die Auswahl des Logistikdienstleisters einzubeziehen. Hierfür können Informationen über den Dienstleister eingezogen werden, die Auskunft geben über den Anteil der ausgebildeten und auszubildenden Mitarbeiter sowie über bestehende Weiterbildungsmöglichkeiten.

²⁸ Vgl. Paridon et al. (2004a), S. 4-5; Paridon et al. (2004b), S. 90-94; Carter/Jennings (2002), S. 155.

²⁹ Vgl. DGB-Index Gute Arbeit GmbH (2009), S. 17.

³⁰ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010), S. 39.

³¹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010), S. 42.

Während sich die Erwerbstätigenquote bei den Älteren in den Jahren 1993 bis 2009 insgesamt deutlich erhöht hat,³² liegt der Anteil der Beschäftigten aus dem Niedriglohnbereich, die das gesetzliche Rentenalter beschäftigungsfähig erreichen weit unter den Beschäftigten aus höheren Einkommensgruppen.³³ Gerade vor dem Hintergrund einer Anhebung des Rentenalters auf 67 Jahre ist deshalb die Sicherung der Beschäftigung älterer Menschen insbesondere in der operativen Logistik ein wesentliches Problem. Als entscheidender Faktor, um auch im Alter erwerbstätig zu sein, wird die Gesundheit des Beschäftigten gesehen.³⁴ Tätigkeiten operativer Mitarbeiter in der Logistik, welche meist im Niedriglohnbereich angesiedelt sind, weisen jedoch häufig körperliche Belastungen auf, welche zu gesundheitlichen Einschränkungen führen können. Um physische Probleme, insbesondere auch im Alter bei den Mitarbeitern der Dienstleistungsunternehmen zu reduzieren, hat der Auftraggeber die Möglichkeit, sowohl bei der Auswahl des Dienstleisters als auch bei der Vertragsgestaltung zu berücksichtigen, dass Arbeitsschutzvorschriften konsequent eingehalten und ergonomische Gesichtspunkte bei der Arbeitsplatzgestaltung berücksichtigt werden. Zudem kann bei Audits darauf geachtet werden, ob spezielle Schonarbeitsplätze vorhanden sind.

3 Analyse

Um ein Bild zur Situation in Deutschland zu gewinnen, erfolgte im November 2010 die Versendung eines Online-Fragebogens an insgesamt 750 Personen, von welchen vermutet wurde, dass sie an der Beschaffung von Logistikdienstleistungen beteiligt sind. Die Verteilung der Befragten auf einzelne Funktionsbereiche sowie die Unternehmensgröße der in der Befragung repräsentierten Unternehmen zeigt Abbildung 1. Wie üblich bei Web-gestützten Erhebungen ergab sich eine vergleichsweise hohe Abbruchquote bereits auf der ersten Seite.³⁵ 149 Personen entschlossen sich an der Untersuchung teilzunehmen. Davon wurden 34 Datensätze aufgrund überwiegend fehlender Daten oder durchgängig konstanter Angaben ausgeschlossen. Zur Datenauswertung standen somit 115 Datensätze zur Verfügung. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 15,3%.

³² Vgl. Statistisches Bundesamt (2010a), S.52-53.

³³ Vgl. Pickshaus/Spieker (2009), S.287.

³⁴ Vgl. Schweer/Krummreich (2009), S. 295; Kistler et al. (2008), S. 33.

³⁵ Vgl. Grant et al. (2005), S. 147.

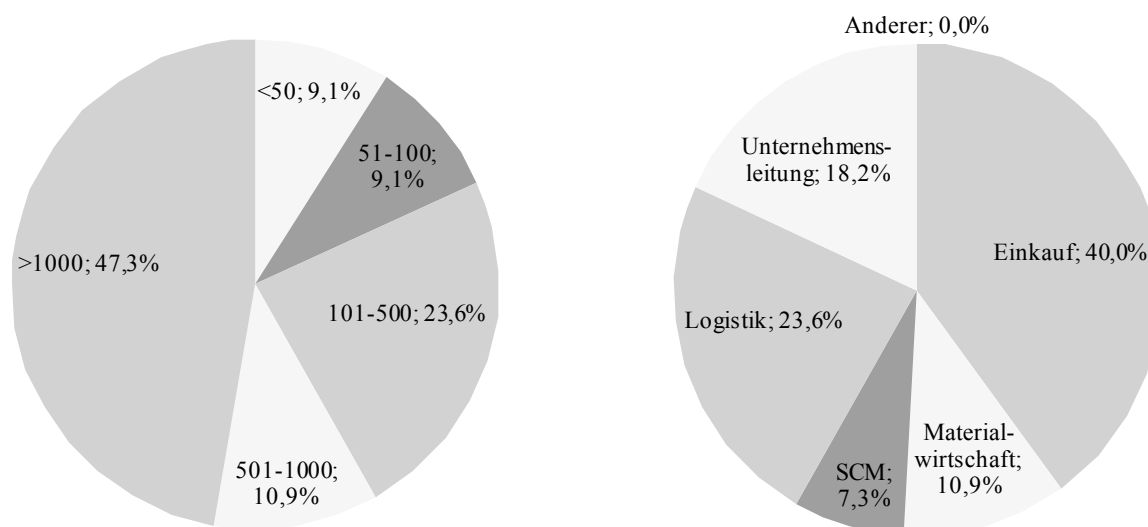


Abb. 1: Größe des Unternehmens nach Anzahl der Mitarbeiter und Funktionsbereich der Befragten

Die fünf beschriebenen Handlungsfelder prägen den Aufbau der strukturierten Befragung mit weitgehend vorgegebenen Antwortkategorien, die auf einer Skala von 1 bis 7 von den Befragten bewertet beziehungsweise eingestuft werden. Einleitend werden die beschaffenden Unternehmen hinsichtlich der generellen Wichtigkeit der Handlungsfelder, der Berücksichtigung der Handlungsfelder als Auswahlkriterium sowie der aktiven Einwirkung auf die Dienstleister gemäß der Handlungsfelder befragt. Anschließend werden hinsichtlich jedes Handlungsfeldes Fragen zu konkreten Tätigkeiten des beschaffenden Unternehmens gestellt, die sich darauf beziehen, dem Dienstleister nachhaltiges Handeln zu ermöglichen. Darüber hinaus beziehen sich Fragen auf die Information und Kommunikation der beschaffenden Unternehmen mit ihren Dienstleistern bezüglich der spezifischen Handlungsfelder. Ebenfalls werden konkrete Einwirkungsmöglichkeiten der beschaffenden Unternehmen auf ihre Dienstleister je Handlungsfeld abgefragt. Abschließend bewerten die Umfrageteilnehmer Voraussetzungen zur Beachtung und Verfolgung von Nachhaltigkeitszielen bei der Beschaffung logistischer Dienstleistungen.

4 Ergebnisse der empirischen Untersuchung

4.1 Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte bei der Beschaffung

Hinsichtlich der Wichtigkeit der Handlungsfelder, der Berücksichtigung der Handlungsfelder als Kriterium im Auswahlprozess eines Logistikdienstleister sowie der aktiven Einwirkung auf einen ausgewählten Dienstleister im Hinblick auf die Handlungsfelder wird jeweils eine mittlere Zustimmungsrage aufgezeigt (Tabelle 1). Die relativ hohen Standardabweichungen spiegeln starke Schwankungen um die Mittelwerte wider. Auffällig ist, dass neben überwiegend geringer Zustimmung bei einzelnen Befrag-

ten sehr hohe Zustimmungen auftreten. Beispielsweise werden bezüglich der Einwirkung auf die Nutzung von Eisenbahn und/oder Binnenschiff von 41,6% der Befragten die Werte von 1 oder 2 angegeben. Eine hohe Zustimmungsrate weist die Wichtigkeit der Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter auf, der 28,9% der Befragten mit dem Maximalwert 7 zustimmen.

	Anzahl (n)	Mittelwert	Standardabweichung
<i>Reduzierung des Schadstoffausstoßes (vgl. Handlungsfeld 1)</i>			
Wichtigkeit	115	4,5	1,9
Auswahlkriterium	95	4,0	2,0
Einwirkung	88	3,5	2,0
<i>Umweltschonende Lagerung (vgl. Handlungsfeld 2)</i>			
Wichtigkeit	115	4,8	1,7
Auswahlkriterium	96	4,2	2,0
Einwirkung	89	3,7	2,0
<i>Nutzung von Eisenbahn und/oder Binnenschiff (vgl. Handlungsfeld 3)</i>			
Wichtigkeit	114	3,6	2,0
Auswahlkriterium	96	3,3	1,9
Einwirkung	89	3,2	1,9
<i>Verbesserung der Arbeitsbedingungen (vgl. Handlungsfeld 4)</i>			
Wichtigkeit	114	4,9	2,0
Auswahlkriterium	95	4,0	1,9
Einwirkung	89	3,5	2,0
<i>Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeiter (vgl. Handlungsfeld 5)</i>			
Wichtigkeit	114	4,7	2,0
Auswahlkriterium	96	4,0	1,9
Einwirkung	88	3,3	2,0

Tab. 2: Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte bei der Beschaffung

Die Ergebnisse zeigen zudem, dass bezogen auf alle fünf Handlungsfelder die Zustimmungsrate von der Wichtigkeit ausgehend über die Berücksichtigung des Handlungsfeldes bei der Auswahl eines Logistikdienstleister bis zur direkten Einwirkung abnimmt. Daran zeigt sich, dass die Erkenntnis der Wichtigkeit der nachhaltigen Ausrichtung nicht durchgängig in direkte Beeinflussung umgesetzt wird.

Deutlich wird auch, dass die Wichtigkeit der sozialen Dimension (Verbesserung der Arbeitsbedingungen; Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeiter) der Nachhaltigkeit neben der ökologischen Dimension gleichermaßen Berücksichtigung findet. Dabei weisen auch die jeweiligen Einwirkungsgrade nahezu gleiche Werte auf. Die durchgängig geringsten Zustimmungsraten zeigen sich im Handlungsfeld 3 „Verkehrsträgersauswahl unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien“. Dieses kann damit erklärt werden, dass dieses Handlungsfelds ein traditionell den Speditionen und Logistikdienstleistern überlassenes Handlungsfeld ist.

4.2 Eigene Bereitschaft zur Ermöglichung nachhaltigen Handelns

Die Bereitschaft der beschaffenden Unternehmen, ihren Zulieferern nachhaltiges Handeln zu ermöglichen, weist hinsichtlich der fünf Handlungsfelder unterschiedlich hohe Zustimmungsraten auf (Tabelle 2). Zudem spiegeln relativ hohe Standardabweichungen die starken Schwankungen um die Mittelwerte wider. Auffällig ist, dass sich tendenziell höhere Zustimmungsgrade bei Maßnahmen finden, die auch aus einer kurzfristigen ökonomischen Perspektive heraus offensichtlich rational sind. So erlauben beispielsweise die meisten Auftraggeber ihren Logistikdienstleistern, Güter gemeinsam mit Gütern anderer Verladern in einem Fahrzeug zu transportieren (Handlungsfeld 1) oder Multi-User-Warehouse-Lösungen bei der Lagerung der Güter (Handlungsfeld 2) anzuwenden. Unterstützt wird diese Aussage durch eine Betrachtung der Häufigkeiten. 67,1% weisen eine starke oder sehr starke Bereitschaft zur Erlaubnis von Sammeltransporten und 47,9% eine starke oder sehr starke Bereitschaft zur Erlaubnis von Multi-User-Warehouse-Lösungen auf.

	Anzahl (n)	Mittelwert	Standardabweichung
<i>Reduzierung des Schadstoffausstoßes (vgl. Handlungsfeld 1)</i>			
Erlaubnis von Sammeltransporten	73	5,7	1,7
<i>Umweltschonende Lagerung (vgl. Handlungsfeld 2)</i>			
Erlaubnis von Multi-User-Warehouse-Lösungen	48	4,9	2,0
<i>Nutzung von Eisenbahn und/oder Binnenschiff (vgl. Handlungsfeld 3)</i>			
Akzeptanz längerer Transportzeiten durch Modal Split	70	3,3	1,9
<i>Verbesserung der Arbeitsbedingungen (vgl. Handlungsfeld 4)</i>			
Frühzeitige Weitergabe von Auftragsinformationen	65	4,7	1,7
Flexible Termine und Zeitfenster	64	3,4	1,9
<i>Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeiter (vgl. Handlungsfeld 5)</i>			
Unterstützung qualifizierter Beschäftigung	65	2,9	2,1
Unterstützung altersgerechter Integration von Mitarbeitern	65	2,4	1,7

Tab. 3: Eigene Bereitschaft zur Ermöglichung nachhaltigen Handelns

Auch der vergleichsweise hohe Mittelwert bezüglich einer frühzeitigen Weitergabe von Auftragsinformationen (Handlungsfeld 4) kann durch Vorteile seitens des Auftraggebers erklärt werden. Auffallend sind die niedrigen Mittelwerte im Handlungsfeld 5 (Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeiter). 55,4% (Unterstützung qualifizierter Beschäftigung) und 63,1% (Unterstützung altersgerechter Integration von Mitarbeitern) der Befragten zeigen in diesen Feldern eine sehr geringe oder gar keine Bereitschaft zur Ermöglichung nachhaltigen Handelns ihrer Dienstleister. Da deren Wichtigkeit im Mittel mit 4,7 bewertet wird (vgl. Kapitel 4.1), lässt sich schließen, dass die Auftraggeber entweder keine Handlungsform der Ermöglichung nachhaltigen

Handeln in diesem Handlungsfeld erkennen oder sich für die Umsetzung dieser Form der sozialen Nachhaltigkeit beim Dienstleister nicht verantwortlich sehen.

4.3 Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte durch Information und Kommunikation

Tabelle 3 zeigt auf, inwieweit die Auftraggeber im jeweiligen Handlungsfeld über das nachhaltige Handeln ihrer Logistikdienstleister informiert sind (Information) und inwieweit Nachhaltigkeitsaspekte in der Kommunikation mit den Dienstleistern (Kommunikation) angesprochen werden. Es werden mittlere bis niedrige Zustimmungsraten aufgezeigt. Tendenziell liegen die Mittelwerte der Information über denen der Kommunikation. Durchgängig zeigen sich relativ hohe Standardabweichungen. Im Gegensatz zur allgemeinen Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte bei der Beschaffung von Logistikdienstleistungen (vgl. Kapitel 4.1) treten hohe Häufigkeiten geringer und mittlerer Zustimmung auf. Beispielsweise trifft eine Kommunikation über die Reduzierung des Schadstoffausstoßes (Handlungsfeld 1) für 41,4% der Befragten gar nicht oder nur in sehr geringem Maße zu.

Auffallend ist, dass in allen fünf Handlungsfeldern die Mittelwerte der Information und Kommunikation unterhalb der Mittelwerte der Berücksichtigung nachhaltiger Kriterien im Auswahlprozess eines Logistikdienstleister (vgl. Kapitel 4.1) liegen. Dies zeigt, dass sowohl die Wichtigkeit als auch die teilweise Beachtung nachhaltiger Aspekte bei der Lieferantenauswahl nur in geringem Maße in Informationsbeschaffung und Kommunikation mit den Dienstleistern umgesetzt werden.

	Anzahl (n)	Mittelwert	Standardabweichung
<i>Reduzierung des Schadstoffausstoßes (vgl. Handlungsfeld 1)</i>			
Information	72	3,6	1,8
Kommunikation	73	3,3	1,9
<i>Umweltschonende Lagerung (vgl. Handlungsfeld 2)</i>			
Information	48	4,0	1,8
Kommunikation	48	3,5	1,9
<i>Nutzung von Eisenbahn und/oder Binnenschiff (vgl. Handlungsfeld 3)</i>			
Information	70	3,3	1,9
Kommunikation	70	3,2	1,8
<i>Verbesserung der Arbeitsbedingungen (vgl. Handlungsfeld 4)</i>			
Information	65	3,0	1,8
Kommunikation	65	2,8	1,8
<i>Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeiter (vgl. Handlungsfeld 5)</i>			
Information	65	3,0	1,9
Kommunikation	64	3,0	2,0

Tab. 4: Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte durch Information und Kommunikation

4.4 Einwirkung auf ökologisch nachhaltiges Handeln

Hinsichtlich der Einwirkung der beschaffenden Unternehmen auf das ökologisch nachhaltige Handeln der Logistikdienstleister wird eine nahezu durchgängig geringe

Zustimmungsrate aufgezeigt (Tabelle 4). Die geringere Datenbasis bezüglich der Fragen zur umweltschonenden Lagerung (Handlungsfeld 2) erklärt sich dadurch, dass im Gegensatz zur Beschaffung von Transportleistungen ein geringerer Teil der Befragten an der Beschaffung von Lagerleistungen beteiligt ist. Entsprechend der Häufigkeitsverteilung bei den Fragen zu Information und Kommunikation (vgl. Kapitel 4.3) zeigen sich auch bei der Einwirkung auf das ökologisch nachhaltige Handeln der Dienstleister relativ hohe Häufigkeiten geringer Zustimmung, die eine überwiegend mittlere Zustimmung abwerten. Beispielsweise trifft die Einwirkung auf den Dienstleister hinsichtlich einer verkehrsträgerübergreifenden Kooperationsbildung zur Ladungskonsolidierung (Handlungsfeld 3) für 58,2% gar nicht oder nur in sehr geringem Maße zu.

	Anzahl (n)	Mittelwert	Standardabweichung
<i>Reduzierung des Schadstoffausstoßes (vgl. Handlungsfeld 1)</i>			
Einsatz schadstoffreduzierender LKW	70	3,5	2,1
Auswahl schadstoffreduzierender Reifen	70	2,8	1,8
Durchführung von Fahrertrainings für umweltbewußtes Fahrverhalten	70	2,7	1,8
Beachtung von Schadstoffausstoßwerten beim Neukauf von LKW	70	3,2	2,1
<i>Umweltschonende Lagerung (vgl. Handlungsfeld 2)</i>			
Vermeidung der Neuversiegelung von Flächen	48	2,5	1,8
Beachtung von Umweltaspekten bei der Wahl des Grundstücks	47	2,6	1,9
Verringerung des Energieverbrauchs durch bautechnische Maßnahmen	48	3,0	2,0
Nutzung regenerativer Energien beim Lagerhausbetrieb	48	2,7	1,8
<i>Nutzung von Eisenbahn und/oder Binnenschiff (vgl. Handlungsfeld 3)</i>			
Nutzung von Bahn und/oder Schiff durch Ladungskonsolidierung	67	2,7	1,9
Kooperationsbildungen zur Ladungskonsolidierung	67	2,6	1,9
Kooperationsbildungen mit Anbietern umweltschonender Verkehrsleistungen	66	2,6	1,7
Information über Möglichkeiten zur Nutzung von Kombiverkehr	66	3,0	2,0

Tab. 5: Einwirkung auf ökologisch nachhaltiges Handeln

Die höchsten Mittelwerte weisen die Antworten zum Einsatz schadstoffreduzierender LKW, zur Beachtung von Schadstoffausstoßwerten beim Neukauf von LKW (Hand-

lungsfeld 1) sowie zur Information über Möglichkeiten zur Nutzung von Kombiverkehren (Handlungsfeld 3) auf. Dies kann darin begründet sein, dass durch die Berücksichtigung dieser Aspekte Kostenreduzierungen durch einen geringeren Treibstoffverbrauch erzielt werden können. Aspekte der Nachhaltigkeit, die keinen direkten Einfluss auf Kostenreduzierungen aufweisen, wie beispielsweise die Vermeidung der Neuversiegelung von Flächen (Handlungsfeld 2), verzeichnen in dieser Fragekategorie die niedrigsten Zustimmungsraten.

4.5 Einwirkung auf sozial nachhaltiges Handeln

Hinsichtlich der Einwirkung der beschaffenden Unternehmen auf das sozial nachhaltige Handeln der Logistikdienstleister wird eine nahezu durchgängig geringe Zustimmungsraten aufgezeigt (Tabelle 5). Eine Ausnahme bilden hierbei lediglich die Einwirkung auf eine Leistungserbringung tagsüber und wochentags (Handlungsfeld 4) sowie auf eine konsequente Einhaltung der Arbeitsschutzvorschriften (Handlungsfeld 5), die eine etwas höhere Zustimmungsraten aufweisen. Die Häufigkeitsverteilungen zeigen ein nahezu gleiches Bild wie bei der Einwirkung auf die ökologische Nachhaltigkeit. Die überwiegend mittleren Zustimmungsraten werden durch geringe und gar keine Zustimmung abgeschwächt. Hervorgehoben werden kann, dass 51,5% der Befragten wenig und keine Einwirkung auf die Einhaltung von Tariflöhnen zur Entlohnung der Mitarbeiter des Dienstleisters angeben und 63,6% der Befragten nicht darauf hinwirken, den Einsatz von Leiharbeitern zu minimieren.

	Anzahl (n)	Mittelwert	Standardabweichung
<i>Verbesserung der Arbeitsbedingungen (vgl. Handlungsfeld 4)</i>			
Leistungserbringung tagsüber und wochentags	65	4,3	1,9
Bezahlung von Tariflöhnen einhalten	66	3,2	2,3
Zuschlag für Nacht- und Wochenendarbeit gewähren	65	2,8	2,0
Einsatz von Leiharbeitern minimieren	66	2,5	1,8
<i>Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeiter (vgl. Handlungsfeld 5)</i>			
Angebot von Ausbildungsplätzen	63	2,7	2,1
Angebot von Weiterbildungen	61	3,0	2,2
Darbietung von Aufstiegsmöglichkeiten	64	2,5	1,9
Angebot alternsgerechter Arbeitsplätze	64	2,5	1,9
Berücksichtigung ergonomischer Aspekte bei der Arbeitsplatzgestaltung	64	3,0	2,2
Konsequente Einhaltung von Arbeitsschutzvorschriften	64	4,3	2,5

Tab. 6: Einwirkung auf sozial nachhaltiges Handeln

Ausgehend von den aufgezeigten Mittelwerten konkreter Einwirkungsmöglichkeiten zeigt sich, dass von beschaffende Unternehmen gleichermaßen sowohl auf das sozial als auch ökonomisch nachhaltige Handeln eingewirkt wird. Die Ausgeglichenheit sozialer und ökologischer Aspekten entspricht den Angaben bezüglich der generellen Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte bei der Beschaffung (vgl. Kapitel 4.1). Dies steht im Gegensatz zur Fokussierung der Forschung im logistischen Wissenschaftsfeld, welche vorrangig die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit in den Mittelpunkt stellt.

4.6 Voraussetzungen zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten

Die Untersuchungen der vorangegangenen Kapitel zeigen, dass die Bedeutung eines sozial und ökologisch nachhaltigen Handelns in der Logistikdienstleistungsbeschaffung höher eingeschätzt wird als die tatsächliche Umsetzung eines solchen Handelns vermuten lässt. Dies weist darauf hin, dass Hemmnisse bestehen, die bereits erkannte Wichtigkeit der Nachhaltigkeit in konkrete Handlungen umzusetzen. Der Abbau dieser Hemmnisse kann als Voraussetzung der Verwirklichung einer nachhaltig ausgerichteten Logistikdienstleistungsbeschaffung gesehen werden. Tabelle 6 zeigt die Zustimmung der Befragten zur Bedeutung unterschiedlicher Voraussetzungen für eine Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten in der Logistikdienstleistungsbeschaffung.

	Anzahl (n)	Mittelwert	Standardabweichung
Berücksichtigung als Teil des eigenen Aufgabenbereiches	70	5,1	1,7
Bestehen finanzieller Handlungsspielräume	71	5,3	1,4
Vermeidung von Wettbewerbsnachteilen	71	6,0	1,5
Vorhandensein von Wissen und Informationen nachhaltiger Entwicklung	71	5,7	1,3
Bestehen organisationaler Unterstützung	71	5,6	1,4
Bestehen eines Handlungsspielraumes des Beschaffers	70	5,6	1,5
Bestehen eines besonderen Interesses des Beschaffers	71	5,1	1,6

Tab. 7: Voraussetzungen zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten

Auffallend sind die hohen bis sehr hohen Zustimmungsraten. Für die Unternehmen ist es von besonderer Bedeutung, dass ihnen durch ihr Engagement für nachhaltige Entwicklung kein Wettbewerbsnachteil entsteht. Weiterhin sind Wissen und Information über Möglichkeiten des nachhaltigen Handelns, genauso wie organisationale Unterstützung und ein entsprechender Handlungsspielraum des Beschaffers bedeutende Voraussetzungen. Dieses zeigt auch eine Betrachtung der Häufigkeitsverteilungen. 87,3%

der Befragten geben an, dass ihrem Unternehmen durch nachhaltiges Handeln kein Wettbewerbsnachteil entstehen dürfe. Auch zeigt sich mit einer Zustimmungsrate von 75,5% der Befragten ein entsprechender finanzieller Handlungsspielraum als notwendig zur Umsetzung ökologisch und sozial nachhaltigen Beschaffens.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Beachtung ökologischer und sozialer Nachhaltigkeitsaspekte in engem Zusammenhang mit der Beantwortung ökonomischer Fragestellungen gesehen wird. Die Erkenntnis der Bedeutung sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit auf normativer Ebene kann als Grundlage einer nachhaltig ausgerichteten Logistikdienstleistungsbeschaffung gesehen werden. Entsprechend den oben aufgezeigten Ergebnissen, erfolgt ihre konkrete Umsetzung unter der Beachtung der ökonomischen Dimension der Nachhaltigkeit. Welche Voraussetzungen für eine Konkretisierung einer nachhaltigen Ausrichtung notwendig sind und wie diese geschaffen werden können, stellt einen wichtigen Bestandteil zukünftiger Forschung dar. Deutlich wird, dass die wissenschaftliche Auseinandersetzung sowohl der normativen Ebene nachhaltigen Wirtschaftens als auch der Entwicklung praktikabler Umsetzungsmöglichkeiten nachhaltiger Grundsätze gegenübersteht.

5 Schlußbetrachtung

Die definierten fünf Handlungsfelder der nachhaltigen Beschaffung von Logistikdienstleistungen geben einen Bezugsrahmen zur Diskussion einer möglichen Mitwirkung beschaffender Unternehmen, um die Ziele der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie zu erreichen. In der Praxis werden sowohl die Handlungsfelder der ökologischen als auch der sozialen Nachhaltigkeit als wichtig eingeschätzt, jedoch nicht in gleichem Maße als Auswahlkriterium für einen Dienstleister berücksichtigt. Im Vergleich der Handlungsfelder erhalten Nachhaltigkeitskriterien bei der Verkehrsträgerauswahl (Handlungsfeld 3) die geringste Berücksichtigung. Die Einholung von Informationen und die Kommunikation über die Themen der fünf Handlungsbereiche liegen bislang hinter der zuvor angegebenen Wichtigkeit des jeweiligen Handlungsfeldes zurück. Weiterhin wird durch die beschaffenden Unternehmen eine Unterstützung durch die Ermöglichung des nachhaltigen Handelns der Logistikdienstleister sowie die aktive Einwirkung auf diese vorrangig dann vorgenommen, wenn dadurch auch ökonomische Ziele erreicht werden. Die Erreichung der Ziele der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie rückt dabei als Begründung für nachhaltiges Handeln in den Hintergrund. Insbesondere Aktivitäten des Handlungsfeldes 5 (Beitrag zu qualifizierter Beschäftigung) werden dabei wenig berücksichtigt. Vor dem Hintergrund der auffallend belastenden Arbeitssituation operativer Mitarbeiter in der Logistikbranche wird der Veränderungs- und Handlungsbedarf deutlich. Für eine Veränderung ist deren Ermöglichung und Unterstützung durch die beschaffenden Unternehmen notwendig. Die vorliegende Untersuchung stellt als wichtige Voraussetzung für ökologisch und sozial nachhaltige Aktivitäten deren Verknüpfung mit einer ökonomischen Ausrichtung heraus. Daraus ergibt sich als zukünftiger Forschungsbedarf, Möglichkeiten aufzudecken, welche die drei Ebenen der Nachhaltigkeit verbinden.

Aus einer normativen Sichtweise kann jedoch eine ökonomische Ausrichtung nicht motivationsgebend für ökologische und soziale Aktivitäten der Praxis sein. Für ein fundiertes und durchgängig nachhaltiges Handeln ist es notwendig, dass dessen Motivation auf einer normativen Ebene verankert ist und die Nachhaltigkeit in den Unternehmen als ein Wert an sich anerkannt wird. Die Verknüpfung mit ökonomischen Kriterien erfolgt, um die vorrangig monetären Hemmnisse zu überwinden, die einer Verwirklichung dieses Wertes entgegenstehen.

6 Literaturverzeichnis

- Bakker, A. B.; Demerouti, E.; Euwema, M. C. (2005): Job Resources buffer the impact of job demands on burnout, in: *Journal of Occupational Health Psychology* 10(2), S. 170-180.
- Baumöl, U. (2009): Compliance, in: *Controlling* 21(2), S. 106-108.
- Björklund, M. (2011): Influence from the business environment on environmental purchasing - Drivers and hinders of purchasing green transportation services, in: *Journal of Purchasing and Supply Management* 17(1), S. 11-22.
- Bundesamt für Güterverkehr (Ed.) (2010): Marktbeobachtung Güterverkehr: Monitoring der Arbeitsbedingungen in Güterverkehr und Logistik 2010-I, Köln.
http://www.bag.bund.de/cae/servlet/contentblob/46720/publicationFile/3467/Sonderber_MGL_2010_I.pdf
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010): Aktionsplan Güterverkehr und Logistik – Logistikinitiative für Deutschland, Berlin.
<http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/59840/publicationFile/30850/aktionsplan-22-11-2010.pdf>
- Carter, C. R./Jennings, M. M. (2002): Logistics social responsibility: an integrative framework, in: *Journal of Business Logistics* 23(1), S. 145-180.
- Deutscher Bundestag (1998): Konzept Nachhaltigkeit: Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlussbericht der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt. Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung", Drucksache 13/11200 vom 26.06.1998.
<http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/13/112/1311200.pdf>
- Deutscher Bundestag (2008): Unterrichtung durch die Bundesregierung: Fortschrittsbericht 2008 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, Drucksache 16/10700 vom 30.10.2008.
<http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/16/107/1610700.pdf>
- DGB-Index Gute Arbeit GmbH (2009): DGB-Index Gute Arbeit - Der Report 2009. Wie die Beschäftigten die Arbeitswelt in Deutschland beurteilen, Studie DGB-Index Gute Arbeit GmbH, Berlin.
- Die Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung, Berlin.
http://www.bundesregierung.de/nn_658658/Content/DE/___Anlagen/2006-2007/perspektiven-fuer-deutschland-langfassung.html
- Dyllick, T./Hockerts, K. (2002): Beyond the business case for corporate sustainability, in: *Business Strategy and the Environment* 11(2), S. 130-141.
- Elbert, R./Borkowski, S. (2010): Umwelt- und Ressourcenorientierung in der Unternehmensführung von Logistikdienstleistern – „Grüne Logistik“ von der Unternehmens-Vision bis zur operativen Umsetzung, in: Delfmann, W.; Wimmer, T. (Hrsg.): *Strukturwandel in der Logistik*, Hamburg, S. 195-214.

- Fischer, R. (2005): Eisenbahnverkehr 2004, in: *Wirtschaft und Statistik* 57(5), S. 541-546.
- Fuchs, T. (2010): Potentiale des DGB-Index Gute Arbeit für die betriebliche Anwendung und arbeitswissenschaftliche Forschung. Replik auf den Artikel von G. Richenhagen und J. Prümper in der *ZfA* 2/2009, in: *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 64(1), S. 3-15.
- Grant, D. B.; Teller, C.; Teller, W. (2005): Web-based Surveys in Logistics Research: An Empirical Application, in: Kotzab, H.; Seuring, S.; Müller, M.; Reiner, G. (Hrsg.): *Research Methodologies in Supply Chain Management*, Heidelberg, S. 139-154.
- Green, K.; Morten, B.; New, S. (1996): Purchasing and environmental management interaction, policies and opportunities, in: *Business Strategy and the Environment* 5(3), S. 188-197.
- Halldórsson, A.; Kotzab, H.; Skjøtt-Larsen, T. (2009): Supply chain management on the crossroad to sustainability: a blessing or a curse?, in: *Logistics Research* 1(2), S. 83-94.
- Kistler, E.; Trischler, F.; Ebert, A. (2008): Arbeitsbedingungen und Arbeitsfähigkeit bis zur Rente – Ergebnisse aus der Erhebung zum DGB-Index Gute Arbeit 2008, Stadtbergen.
<http://www.dgb-index-gute-arbeit.de/downloads/publikationen#2008>
- Klaus, P.; Hartmann, E.; Kille, C. (2010): Die Top 100 der Logistik: Marktgrößen, Marktsegmente und Marktführer in der Logistikdienstleistungswirtschaft, Ausgabe 2010/2011, Hamburg .
- Large, R. (2009): Strategisches Beschaffungsmanagement. Eine praxisorientierte Einführung mit Fallstudien, 4., völl. überarb. Aufl., Wiesbaden.
- Large, R. (2010): Nachhaltigkeit und Logistik - Überlegungen zur normativen Ebene des Logistikmanagements, in: Schönberger, R./Elbert, R. (Hrsg.): *Dimensionen der Logistik - Funktionen, Institutionen und Handlungsebenen*. Festschrift für Prof. Dr. Dr. h.c. H.-Chr. Pfohl. Wiesbaden 2010, S. 477-494.
- Large, R.; Kovács, Z. (2001): The Acquisition of Third-party Logistics Services: A Survey of German and Hungarian Practice, in: *Supply Chain Forum: an International Journal* 2(1), S. 44-51.
- Paridon, H.; Bindzius, F.; Windemutz, D.; Hanßen-Pannhausen, R.; Boege, K.; Schmidt, N.; Bochmann, F. (2004a): Ausmaß, Stellenwert und betriebliche Relevanz psychischer Belastungen bei der Arbeit, Essen.
- Paridon, H.; Bindzius, F.; Windemutz, D.; Hanßen-Pannhausen, R.; Boege, K.; Schmidt, N.; Bochmann, F. (2004b): Ausmaß, Stellenwert und betriebliche Relevanz psychischer Belastungen bei der Arbeit, Tabellenband, Essen.
- Patterson, Z.; Ewing, G. O.; Haider, M. (2010): How different is carrier choice for third party logistics companies?, in: *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 46(5), S. 764-774.
- Pfohl, H.-C. (2005): Erfolgreicher Einsatz von Personal in der Logistik, in: Eßig, M. (Hrsg.): *Perspektiven des Supply Management: Konzepte und Anwendungen*, Festschrift für Ulli Arnold, Berlin u.a., S. 309-328.
- Pfohl, H.-C.; Hoffmann, A.; Stölzle, W. (1992): Umweltschutz und Logistik – Eine Analyse der Wechselbeziehungen aus betriebswirtschaftlicher Sicht, in: *Journal für Betriebswirtschaft* 42(2), S. 86-103.
- Pickshaus, K.; Spieker, H. (2009): Beschäftigungsfähigkeit entwickeln und erhalten – Ansprüche aus gewerkschaftlicher Sicht, in: *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 63(4), S. 285-290.
- Prümper, J.; Richenhagen, G. (2009): Arbeitswissenschaftliche Bewertung des DGB-Index 'Gute Arbeit', in: *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 63(2), S. 175-187.
- Rao, P.; Holt, D. (2005): Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance?, in: *International Journal of Operations & Production Management* 25(9), S. 898-916.

- Robert Koch Institut/Statistisches Bundesamt (2006): Gesundheit in Deutschland, Berlin.
http://www.rki.de/cln_160/nn_204568/DE/Content/GBE/Gesundheitsberichterstattung/GesInDtld/gesundheitsbericht,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/gesundheitsbericht.pdf
- Schweer, R.; Krummreich, U. (2009): Gesundheitskompetenz und Präventionskultur – Indikatoren für Gesundheit und Erfolg in Unternehmen: ein praktisches Handlungsmodell, in: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 63(4), S. 293-302.
- Seuring, S.; Müller, M. (2008a): From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management, in: Journal of Cleaner Production 16(15), S. 1699-1710.
- Seuring, S.; Müller, M. (2008b): Core issues in sustainable Supply Chain Management. A delphi study, in: Business Strategy and the Environment 17(8), S. 455-466.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2010a): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland: Indikatorenbericht 2010, Wiesbaden.
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Indikatorenbericht2010,property=file.pdf>
- United Nations (1987): Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, A/43/427, New York.
<http://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N87/184/67/img/N8718467.pdf>
- United Nations (1993): Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992, Volume I: Resolutions Adopted by the Conference, A/CONF.151/26/Rev.1 (Vol. I), New York.
<http://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N92/836/55/pdf/N9283655.pdf>
- Walton, S. V.; Handfield, R. B.; Melnyk, S. A. (1998): The green supply chain: integrating suppliers into the environmental management processes, in: International Journal of Purchasing and Materials Management 34(2), S. 2-11.
- Wrobel, H.; Klaus, P. (2009): Projektanbahnung in der Kontraktlogistik. Eine empirische Studie zum Status Quo und zu den Erfolgsfaktoren im Vertrieb und im Einkauf von Kontraktlogistikdienstleistungen, Stuttgart.

Beendigung von Kontraktlogistikbeziehungen - Dienstleisterperspektiven

Michael Drodofsky

Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Dienstleistungsmanagement,
insb. Unternehmenslogistik,
Universität Stuttgart, Keplerstraße 17, 70174 Stuttgart,
michael.drodofsky@bwi.uni-stuttgart.de

Abstract/Zusammenfassung:

Die enge Einbindung eines Kontraktlogistikdienstleisters in die eigene Leistungserstellung ist in vielen produzierenden Unternehmen inzwischen als Standard zu bezeichnen. Um das gesamte Potential dieser Beziehungen ausschöpfen zu können muss der Auftraggeber bereit sein den Dienstleister weit in seine eigenen Prozesse zu integrieren und ihm eine hohe Basis an Vertrauen entgegen zu bringen. Durch eben diese weitreichende Einbindung entstehen zwangsläufig Abhängigkeiten und damit verbunden auch Schwierigkeiten die Beziehung wieder aufzulösen.

Zur Untersuchung der Art und der Häufigkeit der Beendigung von Kontraktlogistikbeziehungen, aber auch zur Feststellung der Aufgaben der Kontraktlogistikdienstleister im Rahmen einer Beziehungsbeendigung wurden 8 Kontraktlogistikdienstleister in teilstrukturierten Interviews befragt.

1 Problemstellung, Vorgehensweise und Begriffsabgrenzung

Die vielfältigen und mitunter stark divergierenden Definitionen des Kontraktlogistikbegriffes haben zu begrifflichen Unklarheiten und Abgrenzungsproblemen geführt.¹ Aufgrund der Heterogenität der verschiedenen Kontraktlogistikbeziehungen und Geschäftsinhalte ist dies allerdings nicht verwunderlich. Gemeinsam ist Kontraktlogistikbeziehungen in der Regel eine enge und tief integrierte Beziehungen zwischen einem Dienstleister und mindestens einem Auftraggeber.² Hertz/Alfredsson sehen eine hohe Problemlösungsfähigkeit der Dienstleister, verbunden mit deren ausgeprägter Fähigkeit sich an die Bedürfnisse der Kunden anzupassen, als konstitutive Merkmale der Kontraktlogistik.³ Lambert et al. sehen in der Partnerschaftlichkeit der Beziehung, die über die Vorstellung einer klassischen Geschäftsbeziehung hinausgeht, einen zentralen Aspekt der Kontraktlogistik. Diese wird durch Vertrauen, Offenheit, sowie geteiltes Risiko und gemeinsame Ziele der Kontraktlogistikpartner deutlich.⁴ Neben den Kernleistungen eines Kontraktlogistikgeschäftes, den unterschiedlichen logistischen Funktionen,⁵ können die Leistungspakete auch nicht logistische Zusatzleistungen beinhalten. Diese Leistungserweiterungen, beispielsweise einfache Montagetätigkeiten, Beratungs-, IT- und Finanzdienstleistungen, verstärken die Problemlösungsfähigkeit des Dienstleisters,⁶ erschweren aber auch eine mögliche Beendigung der Beziehung.

Aufgrund der Kosten- und Qualitätsvorteile, die sich verladende Unternehmen durch die Einbindung eines Kontraktlogistikdienstleisters erhoffen, spielt die Kontraktlogistik inzwischen eine bedeutende Rolle in industrialisierten Wirtschaftsräumen. Deutschlandweit wurden 2009 in der Kontraktlogistik 79 Mrd. € umgesetzt.⁷ Des Weiteren konnten in den vergangenen Jahren stets höhere Wachstumsraten als in anderen Logistikmarktsegmenten realisiert werden. Trotz dieser positiven Entwicklung des Marktes darf jedoch die Fragilität dieser Beziehungen nicht außer Acht gelassen werden: Eine Studie von Wilding/Juriado ergab, dass 74% der Auftraggeber bereits mindestens ein Mal einen Kontraktlogistikvertrag nicht verlängert haben.⁸ Eine Marktbeurteilung von Wrobel/Klaus schätzt die Anzahl der auslaufenden Kontrakte, und damit relativ einfach zu beendenden Beziehungen auf ca. 1.300 pro Jahr.⁹ Hinzu kommen vorzeitige Vertragsbeendigungen, beispielsweise aufgrund der Insolvenz einer Vertragspartei oder aber durch vorzeitige, außerordentliche Kündigungen.

¹ Vgl. Large (2009), S. 446

² Vgl. Weber et al. (2007), S. 38

³ Vgl. Hertz/Alfredsson (2003), S. 141

⁴ Vgl. Lambert et al. (1999), S. 166

⁵ Vgl. Pfohl (2007), S. 56f.

⁶ Vgl. Pfohl/Buse (2000); Zadek (2004), S. 21ff.

⁷ Vgl. Klaus et al. (2010), S. 70

⁸ Vgl. Wilding/Juriado (2004), S. 641

⁹ Vgl. Wrobel/Klaus (2009), S. 30

Die Beendigung einer Beziehung ist, neben der bereits intensiv erforschten Anbahnung von Geschäften und der Steuerung einer laufenden Beziehung, auch zu den elementaren Bestandteilen des Beziehungsmanagements zu zählen.¹⁰ Ein sensibler und bewusster Umgang mit den Herausforderungen im Rahmen einer Beziehungsbeendigung ist sowohl für den betroffenen Dienstleister, als auch für das verladende Unternehmen dahingehend von einer weitreichenden Bedeutung, dass neben den direkten ökonomischen Auswirkungen der Beziehungsbeendigung auch das Ansehen unter den Netzwerkpartnern, das Image in der Öffentlichkeit sowie die Fähigkeit andere Beziehungen zu führen oder zu beenden von der Entscheidung und ihrer Umsetzung betroffen sind.¹¹

Die Beendigung von Kontraktlogistikbeziehungen wurde in der betriebswirtschaftlichen Forschung bislang häufig als Forschungslücke identifiziert.¹² Ein starkes Interesse an einem tieferen Verständnis der Prozesse einer Beziehungsbeendigung besteht auch seitens der beschaffenden Unternehmen.¹³ Die wenigen Abhandlungen mit beendigungsspezifischen Fragestellungen sind vorwiegend theoretisch-deskriptiv aufgebaut,¹⁴ empirische Untersuchungen basieren vorwiegend auf Einzelfall- und Feldstudien,¹⁵ oder aber auf der Übertragung von Erkenntnissen aus anderen betriebswirtschaftlichen Disziplinen.¹⁶

Um ein besseres Verständnis der Beendigung von Kontraktlogistikbeziehungen zu erlangen wurden Interviews mit Kontraktlogistikdienstleistern geführt. Hierfür wurde ein relativ weiter Beendigungsbegriff gewählt: Neben einer direkten, geplanten und vollständigen Kündigung der Geschäftsbeziehung durch den Auftraggeber oder den Dienstleister werden im Rahmen der Untersuchung verursacherunabhängig sämtliche Verminderungen des Leistungsbezuges des Auftraggebers verstanden, solange der Bedarf nach eben diesen Leistungen seitens des Auftraggebers weiterhin besteht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung helfen dabei folgende Forschungsfragen zu beantworten:

– Weshalb werden Kontraktlogistikbeziehungen beendet?

Dies ist einer der wissenschaftlich am stärksten bearbeiteten Bereiche im Rahmen der Beendigungsforschung. Allerdings ist dieser Forschungsteilbereich sehr breit ausgerichtet.¹⁷ Aufgrund vieler Fallstudien findet sich jedoch eine Vielzahl unterschiedlichster Beendigungsgründe mit nur geringem Aussagewert bezüglich der tatsächlichen Relevanz der einzelnen Gründe. Verbunden mit den Motivatoren einer Beziehungsbe-

¹⁰ Vgl. Halinen/Tähtinen (2002), S. 163

¹¹ Vgl. Tähtinen (2001), S. 23

¹² Allgemeiner Überblick in Pick (2010)

¹³ Vgl. Arnold (2007), S. 222

¹⁴ Beispielsweise Hofmann (2008)

¹⁵ Beispielsweise Skjoett-Larsen (2000)

¹⁶ Beispielsweise Hofmann (2007)

¹⁷ Vgl. Ackermann (1996), S. 35ff.

endigung ist auch die Frage nach den Treibern der Beendigung, d.h. der Partei welche die Beendigung der Beziehung initiiert.

- Wie werden Kontraktlogistikbeziehungen beendet?

Kontraktlogistikbeziehungen können auf zwei unterschiedliche Arten beendet werden. Eine Kündigung des laufenden Vertrages stellt eine sehr direkte Art der Beziehungsbeendigung dar. Der der Untersuchung zugrunde liegende weite Beendigungsbegriff beinhaltet auch Beziehungsbeendigungen durch Nichtverlängerungen auslaufender Verträge. Fraglich ist hierbei welche Faktoren bei bestehendem Beendigungswunsch die Entscheidung für eine Art der Beziehungsbeendigung fördern und welche Auswirkungen mit den Beendigungsarten verbunden sind.

- Welche Aufgaben übernehmen Kontraktlogistikdienstleister im Rahmen einer Beziehungsbeendigung?

Die Dienstleister sind verpflichtet bis zum letzten Tag der Vertragslaufzeit die zugesicherte Leistung zu erbringen. Allerdings müssen sie im Rahmen einer Beziehungsbeendigung darüber hinausgehende Aufgaben erfüllen und zu einer erfolgreichen Beziehungsbeendigung beizutragen.

2 Untersuchungsdesign und Durchführung der Studie

In vielen empirischen Untersuchungen zur Beendigung von Kontraktlogistikbeziehungen werden die Dienstleister lediglich als Grund zur Beendigung der Beziehung betrachtet, allerdings nicht als Forschungsobjekt. Aufgrund der breiten Beziehungserfahrung der Dienstleister kann durch eine Befragung dieser auf ein größeres Portfolio beendeter Beziehung zurückgegriffen werden als bei der Befragung einzelner Auftraggeber. Zur Beantwortung der angeführten Forschungsfragen wurden 8 jeweils ca. 45-90 Minuten dauernde Leitfadeninterviews mit narrativen Zügen geführt. Die teilstrukturierten Gespräche mit Kontraktlogistikdienstleistern dienten neben der Beantwortung der gestellten Fragen auch der Eingrenzung der Häufigkeit der Beziehungsbeendigungen. Aufgrund der Heterogenität der Beendigung von Kontraktlogistikbeziehungen wurde ein qualitatives Untersuchungsdesign gewählt.

Die Problematik subjektiver Wahrnehmungen der Befragten - vor allem bezüglich kritischen Fragestellungen wie beispielsweise der Gründe der Beziehungsbeendigung ist durchaus vorhanden. Eine Möglichkeit zur Verringerung der Wahrnehmungs- und Darstellungsverschiebung vorgefallener Sachverhalte ist durch die Befragung mehrerer Personen bezüglich derselben Thematik möglich.¹⁸ Das explizite Ziel der Dienstleisterbefragung liegt in diesem Falle jedoch in der Generierung von Wissen über viele Beendigungsfälle hinweg. Dyadischer Interviews mit jeweils einem Dienstleister und einem zugehörigen Auftraggeber erlauben dies jedoch nicht. Zur Unterstützung des

¹⁸ Vgl. Phillips (1981), S. 411

Zieles ein breites Portfolio an Beziehungs- und Beendigungserfahrung der Dienstleister abbilden zu können, orientiert sich die Auswahl der Interviewpartner an der Umsatzgröße – und damit verbunden auch der Beziehungserfahrung – der Kontraktlogistikdienstleister. Die befragten Personen waren zum Zeitpunkt der Befragung zwischen Februar und Mai 2011 als Standortleiter oder organisatorisch höher angeordnet bei einem der 20 umsatzstärksten Logistikdienstleister auf dem deutschen Kontraktlogistikmarkt beschäftigt.

3 Häufigkeit der Beziehungsbeendigungen

Wallenburg et al. gehen davon aus, dass eine Beziehungsbeendigung nur dann in Frage kommt, wenn die Alternative (Eigenerstellung/Einbindung eines anderen Dienstleisters) eine signifikant höhere Leistungsfähigkeit erwarten lässt, als es vor der Trennung der Fall ist.¹⁹ Die Überlegung eine Beziehung zu beenden, eine Unzufriedenheit mit der Beziehung alleine, führt dementsprechend nicht zwangsläufig zu einer Beendigung der Beziehung. Neben den direkt der Beendigung zurechenbaren Kosten der Auftraggeber durch die Beendigung eines Kontraktlogistikgeschäftes,²⁰ welche bei der Bewertung der alternativen Leistungserstellung beachtet werden müssen, sind die Risiken und Unsicherheiten²¹ einer Beziehungsbeendigung als beziehungsstabilisierende Faktoren unzufriedener Auftraggeber zu sehen.²² Zur Verminderung der negativen Konsequenzen der angeführten auftraggeberseitigen Lock-In Faktoren, wird empfohlen die erforderlichen Aufwendungen zur Beendigung der Beziehung in die Vergabeentscheidung mit einzubeziehen.²³

Dienstleisterseitige Lock-in Treiber sind den Ergebnissen der Untersuchung zufolge vorwiegend den sogenannten Social bonds zuzuschreiben:²⁴ Getrieben durch die Angst sowohl am Markt, als auch auf zukünftige Ausschreibungen des Auftraggebers bezogen, den Ruf eines zuverlässigen Partners zu verlieren, führen Dienstleister Beziehungen häufig trotz eines vorwiegend ökonomisch getriebenen Beendigungsbedürfnisses weiter. Diese Lock-In Faktoren stabilisieren die Beziehung zwischen Kontraktlogistikdienstleistern und ihren Auftraggebern. Die fehlende Möglichkeit einer „einfachen“ Beziehungsbeendigung verhindert eine höhere Anzahl an Kontraktlogistikbeendigungen. Doch trotz aller Schwierigkeiten werden Kontraktlogistikbeziehungen be-

¹⁹ Vgl. Wallenburg et al. (2010), S. 591

²⁰ Dazu sind beispielsweise Wertverluste spezifischer Vermögenswerte, Stilllegungskosten kurzfristig nicht reduzierbarer Kapazitäten, Vertragsstrafen, Aufwendungen im Zusammenhang mit der Entbindung von Ressourcen wie Abfindungszahlungen, Aufwendungen eines erhöhten Management- und Verhandlungsbedarfes, Beratungskosten usw. zu zählen. Vgl. Hofmann (2008), S. 110

²¹ Risiken und Unsicherheiten bestehen bezüglich der Leistungsbereitschaft der anschließenden Leistungserstellung, der Implementierungsaufwendungen, der Leistungseinbußen im Rahmen der Übergangsphase und damit möglicherweise verbundenem temporärem Doppelbetrieb sowie weiteren wechselspezifischen Kosten. Vgl. Hofmann (2008), S. 110

²² Vgl. Cahill (2007), S. 16; Dwyer et al. (1987), S. 14

²³ Vgl. Jennings (1998), S. 93

²⁴ Vgl. Pick (2010), S. 94

endet; aktuelle und aussagekräftige Zahlen hierzu sind in der Literatur allerdings nur sehr wenige vorhanden. Die Studien, welche die Beendigungsproblematiken thematisieren, geben jedoch ein Gefühl für den Umfang der Problematik:

- 70% der Auftraggeber überlegen den Vertrag mit ihrem Logistikdienstleister nicht zu verlängern.²⁵

Die in den Interviews evaluierten, deutlich darunterliegenden Werte der tatsächlichen Beziehungsbeendigungen sind unterschiedlich zu erklären: Einerseits spielen Lock-In Faktoren eine Rolle und verhindern tatsächlich die Beendigung von Beziehungsbeendigungen. Andererseits geben 75% der befragten Unternehmen der selben Studie an mit der Beziehung allgemein zufrieden zu sein. Dies kann als Hinweis einer vorwiegend ökonomisch getriebenen Wechselbereitschaft interpretiert werden, welche zu einer Neuausschreibung vor Vertragsende und damit verbunden zu einem Vergleich der Kosten des aktuellen Leistungsbezuges mit anderen Dienstleistern, daran anschließend aber zu einer Vertragsverlängerung führt.

- 74% der Auftraggeber haben mindestens ein Mal einen auslaufenden Kontraktlogistikvertrag mit einem ihrer Dienstleister nicht verlängert.²⁶

Die Aussagekraft dieses Wertes ist dahingehend einzugrenzen, dass Auftraggeber häufig mehrere Kontraktlogistikbeziehungen führen und der zugrundeliegende Zeitraum der Aussage nicht eingegrenzt ist. Somit ist der Wert als Hinweis auf eine weit verbreitete Problemexistenz zu sehen, kann jedoch nicht quantitativ interpretiert werden.

- Einschätzungen zur absoluten Häufigkeit der Beendigung von Kontraktlogistikbeziehungen in Deutschland finden sich bei Wrobel/Klaus. Sie schätzen ca. 400-600 Ausschreibungen jährlich, wovon jedoch lediglich 150-200 als Neuausschreibung eingestuft werden.²⁷ Diese Zahlen sprechen für ca. 200-450 Kontraktlogistikausschreibungen pro Jahr, welche bereits an einen Kontraktlogistikdienstleister vergeben waren.²⁸

Die Befragung der Dienstleister bezüglich der Beendigung von Kontraktlogistikbeziehungen ergab in vielen Punkten ein einheitliches Bild. Eine Neuausschreibung des Aufgabenbündels – je nach Umfang und Komplexität dessen – in einem Zeitraum von ca. 4-8 Monate vor Ablauf der vertraglich vereinbarten Laufzeit hat sich als Verhaltensstandard der Auftraggeber etabliert. Eine Verlängerung endender Verträge ohne vorgeschaltetes Ausschreibungsverfahren ist nur in Ausnahmefällen zu beobachten.

Auftraggeber sind sich den Wechselkosten und -risiken bewusst. Ist die Überlegung der Beziehungsbeendigung lediglich ökonomisch getrieben, wird nach Vergleich der

²⁵ Vgl. Szymankiewicz (1994), S. 28

²⁶ Vgl. Wilding/Juriado (2004), S. 641

²⁷ Vgl. Wrobel/Klaus (2009)

²⁸ Hiervon sind jedoch noch Scheinausschreibungen abzuziehen. Wrobel/Klaus gehen davon aus, dass ca. 20-50% der Ausschreibungen hierunter fallen. Andererseits beachtet die Schätzung nicht die Möglichkeit der (Re-)Integration; d.h. Aufgaben, welche nach der Beziehungsbeendigung nicht erneut extern vergeben werden, sondern wieder intern erfüllt werden (bzw. nichtmehr anfallen) werden nicht beachtet.

Angebote aufgrund einer Divergenz von wenigen Prozentpunkten meist keine Beziehungsbeendigung angestrebt. Verstärkt durch die Höhe der getätigten Investitionen, der Komplexität der Geschäftsinhalte und anderen Lock-In Treibern schätzen die Dienstleister die notwendigen Einsparungen auf ca. 10-20% jährlich. Beendet werden tatsächlich ca. 5-10% der Beziehungen. Dabei stellen Dienstleisterwechsel zum Ende der regulären Vertragslaufzeit die Mehrheit der Fälle – eine vorzeitige Beziehungsbeendigung wird als relativ seltener Fall beschrieben. Im Anschluss an die Beendigung der wird die Leistungserstellung meist erneut an einen Dienstleister vergeben, nur ein kleiner Teil der Auftraggeber tritt (wieder) selbst in die Leistungserstellung ein.

Ein weiterer Hinweis auf die Häufigkeit der Beendigung von Beziehungen ergab die Frage nach der Leistungserstellungsart der Aufgaben vor der Übernahme durch den Dienstleister. Das sich hieraus ergebende Bild ist nicht einheitlich, allerdings sind Divergenzen teilweise durch die unterschiedlichen Hauptgeschäftsfelder der befragten Kontraktlogistikdienstleister zu erklären: Kontraktlogistikdienstleister die stark mit Unternehmen junger und wachsender Branchen, beispielsweise Hersteller von Windenergieanlagen zusammenarbeiten übernehmen dem zufolge tatsächlich neue Geschäfte. Unternehmen etablierter Industrien, beispielsweise Automobilhersteller und -zulieferer, aber auch Unternehmen des Maschinenbaus arbeiten bereits umfangreich mit Kontraktlogistikdienstleistern zusammen und haben auslagerbare Bereiche meist schon weitgreifend fremd vergeben. Übernehmen Kontraktlogistikdienstleister ein Geschäft aus diesen Industrien ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass eben diese Aufgaben zuvor bereits durch einen anderen Kontraktlogistikdienstleister erbracht und die Beziehung des Auftraggebers zu eben diesem Dienstleister beendet wurden.

4 Gründe, Arten und Treiber der Beziehungsbeendigungen

Handlungen und Veranlagungen der Vertragspartner, die zu einer Belastung von Kontraktlogistikbeziehungen führen können, sind in der Literatur umfangreich dargestellt. Sie basieren vorwiegend auf einzelnen Fallstudien, nur wenige quantitative Studien beschäftigen sich mit beziehungsbelastenden Vorfällen in Kontraktlogistikbeziehungen.²⁹ Aufgrund der weit verbreiteten Einzelfalluntersuchungen ist eine Einordnung der quantitativen Relevanz der einzelnen beendigungsfördernder Elemente allerdings nur sehr begrenzt möglich. Des Weiteren ist aufgrund der überwiegenden Fokussierung der Befragungen auf Auftraggeber eine dienstleisterbelastende Darstellung der Beendigungsgründe³⁰ zu vermuten.

²⁹ Beispielsweise Wilding/Juriado (2004), S. 642

³⁰ Im Rahmen der Beendigungsforschung in B2B-Beziehungen werden, aufgrund der Vielschichtigkeit loyalitätsbildender und loyalitätsvermindernder Konstrukte, überwiegend die Begriffe „beziehungsbelastende Aktionen“ oder „beziehungsbelastende Veranlagungen“ verwendet. Vereinfachend werden diese folgend als Beendigungsgründe bezeichnet.

Die Ursache der Beendigung einer Beziehung ist nicht in einzelnen Gründen zu sehen, sondern in der Reaktion der Geschäftspartner auf eben diese.³¹ Schaffen es die beteiligten Unternehmen den Konfliktsprung zu beseitigen und die Schwierigkeiten zu überstehen, kann dies gar zu einer stabileren Beziehung führen, da sich die Unternehmen der Konfliktlösungsfähigkeiten der Partnerschaft bewusst werden.³² Des Weiteren muss eingrenzend festgehalten werden, dass das Verhalten oder die Eigenschaften eines Geschäftspartners nicht nur direkt zu einer Beendigung einer Geschäftsbeziehung führen. Eine zusätzliche Moderation dieser Effekte erfolgt über die Beziehungszufriedenheit:³³ Schwierigkeiten und Probleme wirken sich negativ auf die Zufriedenheit mit der Beziehung aus. Sinkt die Beziehungszufriedenheit unter ein gewisses Niveau, so steigert dies die Wahrscheinlichkeit einer Beziehungsbeendigung. Michalski spricht in diesem Fall von einer schleichenden Reduktion des Commitments.³⁴ Die angeführten Gründe sind nicht isoliert zu betrachten; es ist zu vermuten, dass in den meisten Fällen einer gescheiterten Beziehung nicht nur ein Grund zu deren Beendigung geführt hat.³⁵

Neben einzelnen Literaturauswertungen zur Darstellung der Häufigkeit wissenschaftlicher Auseinandersetzung mit einzelnen Beendigungsgründen,³⁶ greifen viele Untersuchungen einen oder mehrere Beendigungsgründe heraus. Im Folgenden werden einzelne dieser Gründe dargestellt und eine Beeinflussung des Beendigungsgrundes auf die Art der Beendigung diskutiert. Die Befragung der Kontraktlogistikdienstleister zeigt im Vergleich zu den teilweise sehr mannigfaltig dargestellten Gründen wenige tatsächliche Gründe zur Beziehungsbeendigung.

Die Beendigungsforschung beschreibt aufgrund der weiteren Verbreitung dieser vorwiegend Gründe der Auftraggeber zur Beziehungsbeendigung. Die Befragung der Kontraktlogistikdienstleister zeigt ebenso, dass die Beendigungen der Geschäftsbeziehungen überwiegend, jedoch nicht ausschließlich, durch die Auftraggeber initiiert werden. In der Literatur wird eine Beziehungsbeendigung meist auf qualitative Mängel des Dienstleisters zurückgeführt.³⁷ Dies spiegelt die Untersuchung nicht wieder. Es

³¹ Vgl. Halinen/Tähtinen (2002), S. 169. Halinen/Tähtinen stellen in diesem Zusammenhang zwei Einflussebenen auf die Reaktion eines Unternehmens fest: Neben Normen und Vorgaben der Unternehmung selbst beeinflussen die subjektive Reaktionen einzelner Personen den Umgang mit unterschiedlichen (problematischen) Beziehungskonstellationen.

³² Vgl. Tax et al. (1998)

³³ Bauer (2000), S. 188

³⁴ Michalski (2004)

³⁵ Tähtinen unterstreicht in diesem Zusammenhang die indirekte Auswirkung einzelner Beziehungsaspekte auf die Motivation des AGs die Beziehung zu beenden: Beispielsweise lässt eine gute finanzielle Performance über manche unzufriedenheitsverursachende Beziehungseigenschaft hinweg sehen. Vgl. Tähtinen (2001), S. 23.

³⁶ Eine Veröffentlichungsübersicht beziehungsbelastender Vorfälle und Eigenschaften findet sich bei Kremic et al. (2006).

³⁷ Vgl. Wilding/Juriado (2004), S. 642. Eingrenzend muss hier jedoch festgehalten werden, dass qualitative Defizite als Beendigungsgrund in vielen Untersuchungen auch dahingehend sehr präsent sind, dass viele Studien zur Erweiterung der Grundgesamtheit auch hypothetische Fragestellungen beinhalten: Was wäre Grund für die Beendigung einer Beziehung – und dabei stellt mangelhafte Qualität einen häufig genannten Beendigungsauslöser dar.

wird zwar vereinzelt von qualitativen Problemen berichtet – dann aber im Rahmen einer Übernahme beendeter Kontraktlogistikbeziehungen von anderen Dienstleistern. Eine Beziehungsbeendigung aufgrund selbst verursachter qualitativer Mängel wird nur von wenigen der befragten Dienstleister geschildert. Aufgrund des Untersuchungsdesigns ist allerdings davon auszugehen, dass Gründe der Beziehungsbeendigung, die auf fehlerhaftes Verhalten und mangelnde Qualität der Dienstleistern zurückzuführen sind, unterrepräsentiert dargestellt wurden.³⁸

Wenn Mängel in der Qualität vorliegen, die nicht kurzfristig zu beheben sind, ist der Auftraggeber häufig gezwungen die Beziehung durch eine Kündigung vorzeitig zu beenden. Abhängig von der Leistungserstellung vor der Dienstleistereinbindung konnten Anzeichen für Unterschiede in der Leistungserstellung nach der Beendigung festgestellt werden: Wurden die Aufgaben vor der beendeten Dienstleistereinbindung durch den Auftraggeber selbst erstellt, so neigen Auftraggeber dazu die Aufgabe auch nach der Beendigung wieder selbst zu erstellen – stellen also die Fremdvergabe des Leistungsbündels per se in Frage. Wurden die Geschäftsinhalte jedoch zuvor bereits durch einen anderen Dienstleister erbracht, nehmen die befragten Dienstleister keine erhöhte Wahrscheinlichkeit für eine Eigenerstellung durch den Auftraggeber wahr. Hier stellt dann, ebenso wie bei Beendigungen aus anderen Gründen, eine erneute Vergabe an einen anderen Dienstleister den Regelfall dar.

Ein weiterer in anderen Untersuchungen häufig genannter Grund für Auftraggeber eine Beziehung zu beenden, sind die im Vergleich als zu hoch empfundenen Kosten des Leistungsbezuges.³⁹ Die Bereitschaft eines Auftraggebers zur Senkung der Kosten einen Dienstleisterwechsel zu vollziehen, wird seitens der befragten Dienstleister sehr hoch eingeschätzt. Dies zeigt sich insbesondere daran, dass ein Neuausschreiben der Geschäftsinhalte ca. 4-8 Monate vor Ablauf der vertraglich vereinbarten Laufzeit den Regelfall darstellt. Überwiegend führt eine Beziehungsbeendigung mit dem Ziel einer Kostenminimierung zu einer Neuvergabe an einen anderen Kontraktlogistikdienstleister. Nur ein Interviewpartner schildert einen Fall finanziell getriebener Reintegration der Geschäftsinhalte in die Leistungserstellung des Auftraggebers.

Die befragten Dienstleister sehen eine erhöhte Bedeutung monetärer Aspekte im Rahmen einer Evaluierung der aktuellen Dienstleistungserstellung, wenn sich die Zusammensetzung der Entscheidungsgremien des Auftraggebers verändert hat. Es wird mehrfach berichtet dass eine personelle Veränderung der Entscheidungsträger des Auftraggebers zu einer wahrnehmbaren Steigerung der Wechselwahrscheinlichkeit führt.⁴⁰

Beendigungen aufgrund einer veränderten strategischen Ausrichtung des verladenden Unternehmens werden in anderen Untersuchungen als relativ selten dargestellt.⁴¹ Die

³⁸ Vgl. Pick (2010), S. 93

³⁹ Vgl. Wilding/Juriado (2004), S. 642

⁴⁰ Dazu sind in diesem Zusammenhang insbesondere fehlende persönliche Beziehungen und fehlendes Erfahrungsvertrauen zu zählen.

⁴¹ Wilding/Juriado (2004), S. 642

befragten Dienstleister sehen dies hingegen als einen der Haupttreiber der Beziehungsbeendigung. Hierzu zu zählen ist beispielsweise eine Zentralisierung beziehungsweise Dezentralisierung des Distributionssystems, eine Verlagerung der Produktionsstandorte oder eine Neubewertung der strategischen Bedeutung ausgelagerter Bereiche durch den Auftraggeber. Die daraus resultierende notwendige Anpassung von Prozessen und Abläufen wird häufig mit einer Neuausschreibung der Geschäftsinhalte verbunden.

Als Hauptgrund dienstleisterseitiger Beendigungen führt Hofmann die Insolvenz des Dienstleisters an.⁴² Aufgrund des Untersuchungsdesigns stellen Beendigungen aufgrund einer Dienstleisterinsolvenz in der Untersuchung kein direkt identifizierbares Problemfeld dar. Auch die Frage nach der Übernahme von Beziehungen, die aufgrund der Insolvenz des ehemaligen Dienstleisters neu vergeben werden mussten, konnte die Bedeutung dieses Beendigungsgrundes nicht bestätigen. Während die Beendigungen, welche von einer der involvierten Parteien frei gewählt wurden, bestimmten Fristen unterliegen, stellt die Insolvenz des Dienstleisters unter Umständen eine sehr kurzfristige Beendigung der Beziehung dar. Dies führt dazu, dass der betroffene Auftraggeber vorrangig „...alles daran setzen muss, drohende Lieferunterbrechungen und damit Produktionsunterbrechungen zu verhindern.“⁴³ Des Weiteren ist mit Problemen zu rechnen, da der Dienstleister bei Insolvenz nicht mehr in der Lage ist den Dienstleisterwechsel beziehungsweise die Integration in die Leistungserstellung des Auftraggebers zu unterstützen, wie es bei geplanten Beendigungen möglich und notwendig ist.⁴⁴

Analog zu Beendigungen durch Auftraggeber ist festzustellen, dass Geschäftsbeziehungen durch die Leistungsersteller vorwiegend durch Nichtverlängerung auslaufender Verträge beendet werden.⁴⁵ Die seltenen Fälle einer vorzeitigen Beendigung durch den Kontraktlogistikdienstleister sind in der Untersuchung immer auf eine fehlende Zahlungsbereitschaft beziehungsweise -fähigkeit des Auftraggebers zurückzuführen. Fehlerhafte, unvollständige oder ungenaue Ausschreibungsunterlagen sind, so schildern die befragten Dienstleister, relativ weit verbreitet und bergen ein hohes Konfliktpotential: Ist es den Parteien nicht möglich eine Einigung bezüglich der daraus resultierenden Änderungsbedarfe zu erzielen, so sind die Dienstleister durchaus bereit ein Kontraktlogistikgeschäft aufgrund der Divergenz zwischen notwendigem Leistungsumfang und Leistungsvergütung auch vorzeitig zu beenden.

⁴² Vgl. Hofmann (2008), S. 106

⁴³ Arnold (2007), S. 227

⁴⁴ Vgl. Kapitel 5

⁴⁵ Dienstleister wägen intern dezidiert ab, ob Interesse an einer Vertragsverlängerung besteht. Ist dies nicht der Fall, so bedeutet dies aber nicht automatisch, dass nicht an der Ausschreibung teilgenommen wird. Dienstleister berichten von durchaus verbreiteten „Abwehrangeboten“: Es besteht kein Interesse das Geschäft unter den gegebenen Bedingungen fortzuführen, der Dienstleister nimmt allerdings mit einem Angebot an der Ausschreibung teil, welches eine sehr geringe Erfolgswahrscheinlichkeit aufweist. Dadurch wird das Ziel verfolgt nicht aus dem Adressatenkreis potentieller Dienstleister für zukünftiger Geschäfte gestrichen zu werden.

Anders verursachte operative Verluste des Dienstleisters führen zwar zu einem Beendigungswunsch dieser, allerdings ist es für den Dienstleister rechtlich schwierig aufgrund dessen den Vertrag vorzeitig zu beenden. Ackermann beschreibt die Möglichkeit, dass Dienstleister aufgrund der fehlenden Kündigungsmöglichkeiten unter extremen Umständen versuchen durch verringerte Qualität den Auftraggeber zu einer vorzeitigen Vertragsauflösung drängen.⁴⁶ Allerdings beschreiben die Dienstleister ein solches Verhalten, sowohl bei sich selbst, als auch bei anderer Dienstleister, als sehr unwahrscheinlich.

Dass die Dienstleister trotz Verlusten geneigt sind die Laufzeit des Vertrages zu erfüllen, ist neben den genannten rechtlichen Schwierigkeiten einer vorzeitigen Beendigung auf das Bestreben zurückzuführen, den Ruf eines zuverlässigen Partners nicht verlieren zu wollen. Dies kommt vor allem dann zu tragen, wenn mehrere Kontraktlogistikbeziehungen zwischen Auftraggeber und Dienstleister bestehen.

Die für Dienstleister sehr unangenehme Situation eine Beziehung trotz finanzieller Unpässlichkeiten aus rechtlichen Gründen nicht beenden zu können, oder aufgrund von Social Bonds bis zum Ende der Laufzeit weiterführen zu müssen, kann unterschiedliche Gründe haben und führt in der Regel dazu dass der Dienstleister Nachverhandlungen anstrebt. Hat sich der Dienstleister allerdings „verrechnet“ und kann keine Abweichungen zwischen Lastenheft und Leistungserstellung nachweisen, so ist eine Nachverhandlung aufgrund dessen nur sehr schwer umzusetzen. Dies deckt sich mit vorherigen Untersuchungsergebnissen.⁴⁷

Weitere dienstleisterseitige Beendigungsgründe konnten in der Befragung nicht identifiziert werden.

Neben den genannten Beendigungsimpulsen der Auftraggeber und Dienstleister können auch aus der Interaktion der Geschäftspartner Schwierigkeiten entstehen, die zur Beendigung der Beziehung führen. Dieser Sphäre zuzuordnend wird in der Literatur häufig fehlendes Vertrauen als Beendigungstreiber angeführt. Die befragten Dienstleister unterstreichen zwar die Bedeutung einer vertrauensvollen und partnerschaftlich geprägten Beziehung, sehen aber keine Problematik durch schwindendes Vertrauen: Fehlt einer Vertragspartei Vertrauen in den Opponenten,⁴⁸ so ist dies überwiegend ex ante, also vor Vertragsabschluss problematisch – und verhindert dementsprechend die Beziehung. In laufenden Beziehungen nimmt die Bedeutung des Vertrauens jedoch ab: Schlechte Qualität senkt zwar das Vertrauen in die Leistungsfähigkeit des Dienstleisters, stellt jedoch bereits selbst einen Beendigungsgrund dar.

So wie eine enge persönliche Bindung zwischen den Mitarbeitern der Vertragsparteien, wird Vertrauen als ein loyalitätsbildendes Konstrukt eingeschätzt, das dazu beitra-

⁴⁶ Vgl. Ackermann (1996), S. 35

⁴⁷ Vgl. Jung et al. (2009), S. 24

⁴⁸ Dienstleisterseitig bezieht sich das Vertrauen vorwiegend auf die Bonität des verladenden Unternehmens, welche vor Vertragsabschluss geprüft wird. Seitens der Dienstgeber ist vorvertragliches Vertrauen darauf bezogen, dass der Dienstleister die zugesicherte Leistungsfähigkeit auch einhalten kann.

gen kann eine Beziehungsbeendigung zu verhindern, selbst aber nur in begrenztem Umfang zu einer Beendigung der Beziehung beitragen.⁴⁹

Weitere interaktionsbedingte Schwierigkeiten in einer Kontraktlogistikbeziehung können aus fehlerhafter oder unzureichender Vertragsgestaltung resultieren.⁵⁰ „Die vertragliche Abbildung einer komplexen, spezifischen und in allen möglichen Details nur unvollständig beschreibbaren Leistungsbeziehung ist alles andere als einfach. Sie muss letztlich unvollständig bleiben.“⁵¹ Detaillierte Verträge helfen zwar die Wahrscheinlichkeit opportunistischen Verhaltens zu senken,⁵² allerdings stellt opportunistisches Verhalten der Vertragspartner im Rahmen der durchgeführten Untersuchung kein Problem in Kontraktlogistikbeziehungen dar. Reuer und Ariño können zwar feststellen, dass Nachverhandlungen in Beziehungen, welche auf detaillierten Verträgen beruhen seltener sind. Doch trotz einer zunehmenden Verbreitung von umfangreicheren Verträgen ist die Anpassung eines Kontraktlogistikvertrages sehr häufig notwendig. Eine schwach ausgeprägte Fähigkeit die Verträge zur beidseitigen Zufriedenheit partnerschaftlich anzupassen ist zu den interaktionsbedingten Auflösungsgründen zu zählen. Die Ursachen des Nachverhandlungsbedarfes liegen jedoch überwiegend im Verantwortungsbereich der Vertragsparteien beziehungsweise in deren Umfeld und nicht in der Interaktion der Parteien. Ist eine Anpassung des Vertrages nicht möglich, so muss kontextabhängig entschieden werden, ob eine vorzeitige Beendigung notwendig ist, oder eine Nichtverlängerung des Vertrages ausreicht.

Des Weiteren können externe Faktoren, die nicht im Verantwortungsbereich von Auftraggeber und Dienstleister liegen eine Beziehungsbeendigung hervorrufen. Diese können unterschiedlichste Ursprünge haben:

Entstehen den Dienstleistern leistungserstellungsbezogene Verluste, so wird in aller Regel versuchen die vertraglich fixierte Vergütung anzupassen. Einzelne Dienstleister berichten von festgeschriebenen Preisanpassungsmechanismen nicht beeinflussbarer Faktorpreise, die, an unterschiedliche Indizes gekoppelt, Unsicherheiten reduzieren sollen. Ist eine solche Klausel nicht in die Verträge integriert, so können aus dem dienstleistergetriebenen Anpassungsbedarf Spannungen entstehen.

Eine fehlende Flexibilität des Dienstleisters, welche in der Literatur häufig als Beendigungsgrund des Auftraggebers beschrieben ist, wird häufig durch absatzmarktindizierte Nachfrageschwankungen hervorgerufen.⁵³ Die zur Ermöglichung dieser erwünsch-

⁴⁹ Ausnahmen bildet der seltene Fall opportunistischen Verhaltens eines Partners – dies kann schlagartig sämtliches entgegengebrachtes Vertrauen aufbrauchen. Dies führt dann häufig zu einer direkten und vorzeitigen Beendigung der Beziehung. Aufgrund der Seltenheit solcher Verhaltensweisen konnte keiner der befragten Dienstleister zur Unterstützung dieser Aussagen auf Erfahrungswissen zurückgreifen. Die Aussage beruht auf einer theoretischen Konstruktion dieser Situation in den Gesprächen und deckt sich mit anderen empirischen Untersuchungen. Vgl. Kohlsdorfer et al. (2011)

⁵⁰ Vgl. Kremic et al. (2006), S. 472

⁵¹ Picot/Ertsey (2004), S. 326

⁵² Vgl. Reuer/Ariño (2002), S. 51

⁵³ Vgl. Kremic et al. (2006), S. 472

ten Flexibilität notwendige Infrastruktur ist häufig allerdings nur begrenzt in der Preiskalkulation des Dienstleisters beinhaltet. Darüber hinausgehende Anpassungen im Sinne einer Veränderung der vereinbarten Mengen führen bei den Dienstleistern entweder zu einer geringen Kapazitätsauslastung oder erfordern eine häufig aufwendige Kapazitätsausweitung. Ist es den Parteien nicht möglich den Vertrag zur beidseitigen Zufriedenheit anzupassen, kann die Beziehung auch aufgrund dessen beendet werden.

Des Weiteren kann die Beendigung anderer Geschäftsbeziehungen aufgrund dadurch fehlender oder abgeschwächter Skalen- oder Synergieeffekte die Wirtschaftlichkeit des Geschäftes für den Dienstleister negativ beeinflussen.

Die befragten Dienstleister schildern einzelne Fälle, in denen Veränderungen gesetzlicher Rahmenbedingungen einerseits die Leistungserstellung direkt erschweren,⁵⁴ andererseits rechtliche Änderungen auch die Wirtschaftlichkeit des Kontraktlogistikgeschäftes für mindestens eine Vertragspartei verschlechtern.

Aoyama/Ratick sehen in der gesteigerten Prozesstransparenz und der zunehmenden Standardisierung der dafür eingesetzten IT-Infrastruktur einen technischen Treiber kürzerer Vertragslaufzeiten und häufigerer Dienstleisterwechsel in der Kontraktlogistik.⁵⁵ Dies wird durch die Dienstleister als ein starker, Umfeldinitiiert beziehungslastender Faktor wahrgenommen. Standardisierungen, die häufig von Auftraggebern gefordert werden, erhöhen den Wettbewerb unter Kontraktlogistikdienstleistern, stellen eine bessere Vergleichbarkeit dieser her und erleichtern deren Austausch. Dies verbunden mit der Erkenntnis, dass die Existenz weiterer Dienstleister die preis- und qualitätsbezogene Zufriedenheit des Auftraggebers negativ beeinflussen kann,⁵⁶ motiviert Dienstleister pro-aktive Verkaufsaktivitäten zu lancieren und damit bestehende Kontraktlogistikbeziehungen ihrer Konkurrenten zu belasten.

5 Aufgaben bei Beziehungsbeendigung und Handlungsempfehlungen

Die tatsächliche Durchführung einer Beendigung relationaler Geschäftsbeziehungen wird in der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung bisher kaum betrachtet. Es bestehen Ansätze, die sich vorwiegend auf die Strategie und die Kommunikation der Beendigung beziehen.⁵⁷ Forschungsergebnisse, die sich mit dem eigentlichen Prozess der Beziehungsbeendigung und den damit verbundenen Aufgaben der beteiligten Akteure befassen, konnten jedoch nicht identifiziert werden.

Ist die Beendigungsstrategie stark auf die Interessen eines Unternehmens fokussiert, so führt dies in vielen Fällen zu finanziellen und emotionalen Schwierigkeiten.⁵⁸ Auf-

⁵⁴ Als Beispiel hierfür wird in einem Interview eine Veränderung von Lagervorschriften für Gefahrgüter genannt, welche einen Umzug in dafür geeignete Gebäude erfordert. Diese erforderliche Änderung führt in dem beschriebenen Fall zu einer Auflösung des Vertrages.

⁵⁵ Vgl. Aoyama/Ratick (2007), S. 160

⁵⁶ Vgl. Cahill (2007), S. 181

⁵⁷ Vgl. Alajoutsijärvi et al. (2000)

⁵⁸ Vgl. Giller/Matear (2001), S. 111

grund dessen lauten die Empfehlungen unterschiedlicher Untersuchungen: Die scheidenden Partner sollten in beidseitigem Interesse versuchen die Partnerschaft so professionell wie möglich abzuwickeln, um die Beziehung erfolgreich zu beenden. Arnold versteht unter Beendigungserfolg eine Optimierung aller „ökonomischen Effekte, die durch Beendigungsprozesse hervorgerufen werden können.“⁵⁹ Zu den beendigungsbezogenen ökonomischen Auswirkungen sind neben den Wechselkosten auch die immateriellen Werte der Reputation und des Images der Unternehmen zu zählen.⁶⁰

Dies kann so weit gehen, so beschreibt einer der befragten Dienstleister, dass er sich bei einer durch ihn aufgrund geänderter rechtlicher Rahmenbedingungen initiierten Beendigung an den Wechselkosten beteiligt. Dies ist eben darauf zurückzuführen, dass der Dienstleister bedacht ist die Beziehung mit einem »sauberen Image« zu beenden. Des Weiteren berichten Dienstleister von einzelnen Fällen, in denen Auftraggeber darauf bestehen vertraglich festzuhalten, dass die Kosten eines Dienstleisterwechsels durch den Dienstleister zu tragen sind, insofern die Beendigung aufgrund von Mängeln in der Leistungserstellung des Dienstleisters erforderlich wird. Dies erhöht zwar den Qualitätsdruck auf den eingebundenen Dienstleister, die kalkulatorischen Kosten – verbunden mit einer abgeschätzten Eintrittswahrscheinlichkeit – hierfür werden von den Dienstleistern allerdings bei der Angebotsabgabe mit beachtet. Auftraggeber müssen sich selbst im Falle einer solchen Vertragsklausel bewusst sein, dass jeder Dienstleisterwechsel mit Reibungsverlusten, Risiken und nicht planbaren Kosten verbunden ist. Die Höhe dieser Kosten ist neben den anfallenden Implementierungskosten für Schnittstellenanbindungen und dem physischen Umzug der Güter auch von der Migrationsstrategie abhängig.

Havila/Wilkinson empfehlen Geschäftsbeziehung so partnerschaftlich zu beenden, dass die „Relationship Energy“ erhalten bleibt, so dass eine zukünftige erneute Zusammenarbeit nicht per se ausgeschlossen wird.⁶¹ Diesbezüglich schildert ein Dienstleister den Fall eines Kunden, der aufgrund monetärer Aspekte den Dienstleister wechselt, im Anschluss daran aber aufgrund qualitativer Probleme zu seinem alten Dienstleister zurückkehrt.

Die Notwendigkeit der Partnerschaftlichkeit einer Beziehungsbeendigung wird auch von den befragten Kontraktlogistikdienstleistern als anstrebenswert beschrieben. Sie schildern die hohe Bedeutung eines „guten Rufes“ für die Akquisition weiterer Geschäfte. Des Weiteren müssen Auftraggeber und Kontraktlogistikdienstleister in dem mit 2-8 Monaten angegebenen Zeitraum zwischen Bekanntgabe der Beendigung und dem Ende der Leistungserstellung weiterhin intensiv zusammenarbeiten – auch in Hinblick auf die Zusammenarbeit in eben diesem Zeitraum ist eine „partnerschaftliche Trennung“ anzustreben. Verstärkt wird diese Situation dadurch, dass eine weitere Zusammenarbeit über den vereinbarten Termin hinaus durchaus möglich ist: Sieht die Migrationsstrategie des Auftraggebers keinen Doppelbetrieb vor, so berichten einige

⁵⁹ Arnold (2007), S. 224

⁶⁰ Vgl. Arnold (2007), S. 224

⁶¹ Vgl. Havila/Wilkinson (2002), S. 191

der befragten Kontraktlogistiker von einer auftraggeberseitigen erwünschten Verschiebung des Beendigungstermins. Hat der Dienstleister einen direkten Bedarf der Ressourcen durch ein Folgegeschäft, oder stehen diese aufgrund einer Ausrichtung der Vertragslaufzeiten⁶² an der Laufzeit des Kontraktlogistikvertrages nicht mehr zu Verfügung, so ist dies nicht möglich. Besteht jedoch die Möglichkeit durch eine temporäre Fortsetzung der Leistungserstellung auftraggeberseitige Leistungslücken zu schließen, so sind die Dienstleister in aller Regel dazu bereit. Eine starke Fokussierung auf die eigenen Interessen des Auftraggebers im Rahmen der Beziehungsbeendigung würde diese Kooperationsbereitschaft verringern.

Aus der Sichtweise eines übernehmenden Dienstleisters wird im Rahmen der Interviews häufig ein zu kurzer Zeitraum zur Durchführung des Dienstleisterwechsels, was dann zu Schwierigkeiten bei der Implementierung führen kann, kritisch angemerkt. Ein Zeitraum, abhängig von der Komplexität der Geschäftsinhalte und der Migrationsstrategie des Umzuges von 6-12 Monaten zwischen der Kommunikation der Beendigung und dem tatsächlichen Dienstleisterwechsel, wird von den befragten Dienstleistern als notwendig eingeschätzt. Dieser Zeitraum entspricht in etwa der üblichen Erstimplementierungsdauer.⁶³ Eine Verkürzung der Implementierungsdauer aufgrund von Erfahrungen vorheriger Dienstleistereinbindung kann nicht festgestellt werden. Zwar kann an einzelnen Stellen auf projektanlaufspezifisches Know-How zurückgegriffen werden, allerdings ist mit verschiedenen Schwierigkeiten zu rechnen:

Eine Besichtigung der Prozessdurchführung sowie eine Einarbeitung des „neuen“ Dienstleisters gestalten sich im Rahmen einer Erstvergabe einfacher als bei einem Dienstleisterwechsel. Im Fall einer Erstvergabe liegt es im Interesse des auslagernden Unternehmens den Dienstleister möglichst gut einzuarbeiten – auch wenn dadurch ein erhöhter Aufwand entsteht. Dienstleister dagegen schildern ein Ressentiment gegenüber einer Zusammenarbeit mit einem Konkurrenten im Rahmen einer Übergabe von Kontraktlogistikgeschäften. Dies ist auch verbunden mit den Gründen der Beziehungsbeendigung: Ist es dem Dienstleister beispielsweise nicht möglich die geänderten Anforderungen des Auftraggebers nach einer weitreichenden Änderung der Geschäftsinhalte zu erbringen (beispielsweise europaweite Warenhausbewirtschaftung durch einen nur lokal vertretenen Kontraktlogistikdienstleister), so werden die notwendigen Interaktionen mit dem „Folgedienstleister“ nicht so negativ empfunden wie beispielsweise bei einem kostengetriebenen Wechsel. Andererseits ist, selbst bei einer partnerchaftlichen Trennung, in welcher sich keine negativ empfundenen Handlungen aus der Beziehungszeit auf das Verhalten des Dienstleisters auswirken, das Interesse des Dienstleisters relativ gering in einer offenen Art und Weise mit dem Folgedienstleister zusammenzuarbeiten: Er ist in der Regel zwar gewillt die Übergabe im eigenen Sinne und im Sinne seines (dann ehemaligen) Auftraggebers zu unterstützen, muss sich zeitgleich jedoch gegen den Abfluss von Wissen und Prozess-Know-How an einen Konkurrenten schützen:

⁶² Beispielsweise sind hierfür Mietverträge für Gebäude o.ä. zu nennen.

⁶³ Frings (2007), S. 156

„Es ist nicht die Regel, dass man dann vom alten Dienstleister wirklich viel Know-How übernehmen kann und der dann auch noch sagt: »Danke, dass du das jetzt übernommen hast.« Wirklich freundschaftlich ist das nicht.“

Aufgrund solcher Einschätzungen berichten einzelne Dienstleister von einem zunehmenden Interesse seitens der Auftraggeber sich gegen Unsicherheiten im Zuge einer Beziehungsbeendigung abzusichern: Darunter sind detaillierte Verpflichtungen des Dienstleisters bei Beziehungsbeendigung zu zählen – beispielsweise Umfang und Inhalte der Einarbeitung eines anderen Dienstleisters. Solche Regelungen sind in anderen Bereichen, beispielsweise bei der Auslagerung IT-spezifischer Aufgaben, inzwischen weit verbreitet.⁶⁴

Mit besonderen Schwierigkeiten bei der Übergabe ist dann zu rechnen, wenn Mitarbeiter des „ehemaligen“ Dienstleisters aufgrund der Beziehungsbeendigung freigesetzt werden. Aus Sicht des „Folgedienstleisters“ beschreiben die befragten Dienstleister diese Situation als teilweise sehr kritisch, da die Motivation der Mitarbeiter des scheidenden Dienstleisters unter Umständen sehr gering ist. Eine fehlende Unterstützung durch den scheidenden Dienstleister wirkt sich dann besonders negativ aus, wenn sich der Auftraggeber während der Leistungsbezugszeit stark aus der operativen Durchführung und der Gestaltung der Abläufe zurückgezogen hat und daraus resultierend nur noch in begrenztem Maße über problemlösungsrelevantes Wissen verfügt. Zur Vermeidung beendigungsbezogener Probleme sollte der Auftraggeber bereits bei der Gestaltung der Geschäftsbeziehung beachten, dass eine Beendigung (verbunden mit einer Neuvergabe) ohne größere Probleme möglich ist.⁶⁵ Dies beinhaltet beispielsweise die Verpflichtung der Dienstleister zu einer detaillierten Beschreibung aller Veränderungen der Prozesse und Tätigkeiten der Leistungserstellung. Erfolgt dies nicht, muss im Rahmen einer Beendigung, vor allem bei einer langen vorherigen Zusammenarbeit zuerst eine Erfassung der Prozesse und Aufgaben erfolgen, um den Auftraggeber überhaupt in die Lage zu versetzen eine Neuausschreibung vornehmen zu können. Dies erhöht den Lock-In, die ungewollte Bindung des Auftraggebers an den Dienstleister und steigert gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit von Problemen bei der Implementierung wenn die Geschäftsinhalte an einen anderen Dienstleister übergeben oder durch den Auftraggeber wieder selbst erstellt werden soll.

6 Fazit und Ausblick

„Als Dienstleister weiß man von vorneherein, dass man austauschbar ist. Es geht über eine Vertragslaufzeit - und von daher sollte man sich nicht der Illusion hingeben, dass die Zusammenarbeit auf Lebenszeit ist. [...] Wenn wir gegen einen anderen Dienstleister ausgetauscht werden, dann ist das eben Teil des Lebenszyklus eines Projektes.“

⁶⁴ Schrey (2004), S. 355

⁶⁵ Vgl. Mortensen/Lemoine (2008), S. 344

Kontraktlogistikbeziehungen können beendet werden – und werden auch immer wieder beendet. Die Lock-In Situation der Auftraggeber, wie sie in der Literatur häufig beschrieben ist, wird von den Dienstleistern nicht so stark wahrgenommen. Beendigungsbezogene Elemente sind in Kontraktlogistikverträgen inzwischen durchaus üblich – wenn auch in unterschiedlichen Umfängen. Hierzu sind feste Vertragslaufzeiten, beziehungsweise Mindestvertragslaufzeiten zu zählen, die in jedem Vertrag enthalten sind. Des Weiteren sind Sonderkündigungsgründe und –fristen in vielen Kontrakten beinhaltet. Erfordert die Durchführung des Kontraktlogistikgeschäftes spezifische Investitionen, so ist davon auszugehen, dass der Vertrag Regelungen für den Umgang mit diesen im Falle einer Beziehungsbeendigung vorsieht. Zunehmend werden auch Regelungen über die Aufgaben der Dienstleister im Rahmen einer Beziehungsbeendigung in den Verträgen abgebildet. Doch trotz aller vertraglich regelbarer Aspekte müssen die auslagernden Unternehmen zusammen mit den Dienstleistern Wege finden die Kontraktlogistikbeziehungen so zu gestalten, dass es möglich ist partnerschaftlich auf Veränderungen und notwendige Anpassungen bis hin zu Beziehungsbeendigungen zu reagieren. Alle an einer Kontraktlogistikbeziehung beteiligten Unternehmen müssen sich bewusst sein, dass mit der Anzahl eingegangener kontraktlogistischer Beziehungen auch das Risiko steigt eine Beziehungsbeendigung durchführen zu müssen.

Ist eine Beendigung der Beziehung unumgänglich, sollten Auftraggeber und Dienstleister in beidseitigem Interesse auch die letzte Phase der Beziehung konstruktiv begehen. Die Intensität der notwendigen Zusammenarbeit hängt dabei stark von der Tiefe der zu beendeten Beziehung ab: Gerade bei sehr komplexen Geschäftsinhalten, wenn sich die Zusammenarbeit über einen langen Zeitraum erstreckte und wenn weitreichende spezifische Investitionen getätigt wurden, müssen die scheidenden Partner intensiv zusammenarbeiten, um die negativen Effekte der Beziehungsbeendigung gering zu halten.

References/Literaturverzeichnis

- Ackerman, K. (1996): Pitfalls in Logistics Partnerships, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 26(3), S. 35-37.
- Alajoutsijärvi, K./Möller, K./Tähtinen, J. (2000): Beautiful exit: How to leave your business partner, in: *European Journal of Marketing*, 34(11/12), S. 1270–1290.
- Arnold, U. (2007): Beendigung von Lieferantenbeziehungen in Unternehmensnetzwerken, in: Garcia Sanz, F.J./Semmler, K./Walther, J. (Hrsg.), *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz*, Berlin, S. 215-229.
- Aoyama, Y./Ratick, S.J. (2007): Trust, transactions and information technologies in the U.S. logistics industry, in: *Economic Geography*, 83(2), S. 159-180.
- Bauer, M. (2000): Kundenzufriedenheit in industriellen Geschäftsbeziehungen, Diss. an der Universität Münster, Wiesbaden.
- Cahill, D.L. (2007): Customer loyalty in third party logistics relationships, Diss. an der WHU – Otto Beisheim School of Management, Heidelberg.
- Dwyer, F.R./Schurr, P.H./Oh, S. (1987): Developing Buyer-Seller Relationships, in: *Journal of Marketing*, 51(2), S. 11-27.

- Frings, A. (2007), Ausschreibungsoptionen bei der Fremdvergabe komplexer Logistikaufgaben, in: Stölzle, W./Weber, J./Hofmann, E./Wallenburg, C.M. (Hrsg.): Handbuch Kontraktlogistik, Weinheim, S. 151-165.
- Giller, C./Matear, S. (2001): The termination of inter-firm relationships, in: *Journal of Business & Industrial Marketing*, 16(2), S. 94-112.
- Halinen, A./Tähtinen, J. (2002): A process theory of relationship ending, in: *Journal of Service Industry Management*, 13(2), S. 163-180.
- Havila, V./Wilkinson, I.F. (2002): The principle of the conservation of business relationship energy: Or many kinds of new beginnings, in: *Industrial Marketing Management*, 31(3), S. 191-203.
- Hertz, S./Alfredsson, M. (2003): Strategic Development of Third Party Logistics Providers, in: *Industrial Marketing Management*, 32(2), S. 139-149.
- Hsiao, H.I./van der Vorst, J.G.A.J./Kemp, R.G.M./Omta, S.W.F. (2010): Developing a decision-making framework for levels of logistics outsourcing in food supply chain networks, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(5), S. 395-414.
- Hofmann, E. (2007): Auflösung von Geschäftsbeziehungen in der Kontraktlogistik, in: Stölzle, W./Weber, J./Hofmann, E./Wallenburg, C.M. (Hrsg.): Handbuch Kontraktlogistik, Weinheim, S. 219-244.
- Hofmann, E. (2008): Vom Outsourcing zum Insourcing: Organisatorische Alternativen und Wege zur Beendigung von Geschäftsbeziehungen, in: *Zeitschrift für Organisation* 77(2), S. 104-113.
- Jennings, D. (1997): Strategic guidelines for outsourcing decisions, in: *Strategic Change*, 6(2), S. 85-96.
- Jung, K.-P./Müller-Dauppert, B./Winkelmann, D. (2009): Outsourcing Studie 2009: Trends & Erfolgsfaktoren, Frankfurt am Main.
- Klaus, P./Hartmann, E./Kille, C. (2010): Die Top 100 der Logistik: Marktgrößen, Marktsegmente und Marktführer in der Logistikdienstleistungswirtschaft, Ausgabe 2010/2011, Hamburg.
- Kohlsdorfer, A./Semeijn, J./Caniels, M.C.J./Hofenk, D. (2011), Relationship Marketing in Third Party Logistics – The Influence of Customer Relationship Orientation, in: *Proceedings of the 2011 IPSERA conference*, Maastricht.
- Kremic, T./Tukel, O.I./Rom, W.O. (2006): Outsourcing decision support: a survey of benefits, risks, and decision factors, in: *Supply Chain Management: An international Journal*, 11(6), S. 467-482.
- Lambert, D.M./Emmelhainz, M.A./Gardner, J.T. (1999): Building successful logistics partnerships, in: *Journal of Business Logistics*, 20(1), S. 165-181.
- Large, R. (2009): Steuerung in Kontraktlogistikbeziehungen, in: *Controlling*, 21(8/9), S. 444-449.
- Michalski, S. (2004): Types of Customer Relationship Ending Processes, in: *Journal of Marketing Management*, 20 (9-10), S. 977-999.
- Mortensen, O./Lemoine, O.W. (2008): Integration between manufacturers and third party logistics providers, in: *International Journal of Operations & Production Management*, 28(4), S. 331-359.
- Pfohl, H.-C. (2007): Kontraktlogistik als Gegenstand betriebswirtschaftlicher Theorien, in: Stölzle, W./Weber, J./Hofmann, E./Wallenburg, C.M. (Hrsg.), Handbuch Kontraktlogistik, Weinheim, S. 181-197.
- Pfohl, H.-C./Buse, H.P. (2000): Inter-organizational logistics systems in flexible production networks, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30(5), S. 388-408.
- Phillips, L.W. (1981): Assessing measurement errors in key informant reports: a methodological note on organizational analysis in marketing, in: *Journal of Marketing Research*, 18(4), S. 395-415.
- Pick, D. (2010): Never Say Never – Status quo and research agenda for relationship termination in B2B markets, in: *Journal of Business Market Management*, 4(1), S. 91-108.

- Picot, A./Ertsey, B. (2004): Anreizorientierte Vertragsgestaltung im IT-Outsourcing, in: Gründer, T. (Hrsg.): IT-Outsourcing in der Praxis - Strategien, Projektmanagement, Wirtschaftlichkeit, Berlin, S. 324-344.
- Reuer, J.J./Ariño, A. (2002): Contractual Renegotiations in Strategic Alliances, in: Journal of Management, 28(1), S. 47-68.
- Schrey, J. (2004): Vertragsrechtliche Aspekte beim IT-Outsourcing, in: Gründer, T. (Hrsg.): IT-Outsourcing in der Praxis - Strategien, Projektmanagement, Wirtschaftlichkeit, Berlin, S. 345-357.
- Skjoett-Larsen, T. (2000): Third party logistics from an interorganizational point of view, in: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 30(2), S. 112-127.
- Szymankiewicz, J. (1994): Contracting out or selling out? Survey into the current issues concerning the outsourcing of distribution, in: Logistics Information Management, 7(1), S. 28-35.
- Tähtinen, J. (2001): The dissolution process of a business relationship – A case study from tailored software business, Diss. an der University of Oulu, Oulu.
- Tax, S./Brown, S./Chandrashekar, M. (1998): Customer Evaluations of Service Complaint Experiences: Implications for Relationship Marketing, in: Journal of Marketing, 62(2), S. 60-76.
- Wallenburg, C.M./Cahill, D.L./Goldsby, T.J./Knemeyer, A.M. (2010): Logistics outsourcing performance and loyalty behaviour, in: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 40(7), S. 579-602.
- Weber, J./Stölzle, W./Wallenburg, C.M./Hofmann, E. (2007): Einführung in das Management der Kontraktlogistik, in: Stölzle, W./Weber, J./Hofmann, E./Wallenburg, C.M. (Hrsg.): Handbuch Kontraktlogistik, Weinheim, S. 35-54.
- Wendelin, R. (2002): The effect of bonds on relationship termination – cases from the truck producing industry, in: Proceedings of The 16th Annual IMP Conference, Dijon-Burgundy School of Business.
- Wilding, R./Juriado, R. (2004): Customer perceptions on logistics outsourcing in the European consumer goods industry, in: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 34(8), S. 628-644.
- Wrobel, H./Klaus, P. (2009): Projektanbahnung in der Kontraktlogistik, Stuttgart.
- Zadek, H. (2004), Struktur des Logistik-Dienstleistungsmarktes, in: Baumgarten, H./Darkow, I./Zadek, H. (Hrsg.), Supply Chain Steuerung und Services: Logistik-Dienstleister managen globale Netzwerke - Best practices, Berlin, Heidelberg, S. 15-28.

Humanitarian Logistics Operations: A Review

Nathan Kunz

Chair for Operations, Production and Logistic Management, Enterprise Institute,
University of Neuchâtel, Rue A.-L. Breguet 1, CH-2000 Neuchâtel, Switzerland,
nathan.kunz@unine.ch

Gerald Reiner

Chair for Operations, Production and Logistic Management, Enterprise Institute,
University of Neuchâtel, Rue A.-L. Breguet 1, CH-2000 Neuchâtel, Switzerland

Abstract

Humanitarian logistics is a critical element of a successful relief operation, as it focuses on effective management of flows of persons, goods and information during and after a disaster. This field has been extensively studied so far, especially during the last three years. Although four literature reviews have been published on this topic up to now, they all focused on papers written between 1980 and 2008. Over 20 papers on this topic have been published since then; therefore our literature review gives an up-to-date insight on most recent publications. By using qualitative content analysis, we try to determine the main managerial problems studied until now, the major findings as well as proposed further research. We categorize the existing literature according to several attributes, such as topic, type and stage of disaster, methodology of the research, etc. We present the major findings from the existing literature, as well as the recommended steps for further research. Finally, we identify gaps between further research mentioned in the literature and the results of our content analysis. We find, for example that more attention should be given to slow onset, man-made disasters, as well as to the reconstruction phase following disasters. We also find that case studies and surveys should be used more in order to increase the empirical knowledge in the field.

1 Introduction

In recent years, an increasing number of natural and man-made disasters hit various regions in the world, killing thousands of people and causing millions of indirect victims. Recent examples such as the earthquake in Haiti in 2010 or the earthquake/Tsunami and resulting nuclear disaster in Japan in 2011, show how vulnerable developed, as well as emerging countries, are to disasters. Most of the time, such disasters require external (international) assistance in order to be solved. This assistance may come from the Government (military, civil defense, etc), but also from International Non-Governmental Organizations (INGOs) which have the knowledge and resources to help the populations in these crises. Following the Asian Tsunami in 2004, humanitarian logistics was publicly recognized as playing a central role in the disaster relief effort¹, and as a consequence a new field of research emerged.

Humanitarian logistics is a critical element of a successful relief operation as it focuses on effective management of flows of persons, goods and information during and after a natural or man-made disaster². In particular, effective and efficient supply chain management enables humanitarian organizations to make the best use of resources, by matching available supplies with highest priority needs in the shortest possible time, under constraint of limited funding³. Thomas and Kopczak define humanitarian logistics as “*the process of planning, implementing and controlling the efficient, cost-effective flow and storage of goods and materials, as well as related information, from the point of origin to the point of consumption for the purpose of alleviating the suffering of vulnerable people*”⁴.

The field of humanitarian logistics has been extensively studied so far, especially during the last three years. Although four literature reviews have been published on this topic, they all focused on papers written between 1980 and 2008. In 2006, Altay and Green published a review of research conducted on disaster operations management in the field of Operational Research⁵. Therefore, they limit their analysis to papers published in OR journal. Also, they do not focus specifically on humanitarian logistics, but more generally on disaster operations management. In their paper published in 2007, Kovács and Spens conduct a literature review on the field of humanitarian logistics, with the aim of creating a classification framework for disaster relief logistics⁶. In opposition to the other reviews, this paper is the only one which is focusing only on humanitarian logistics. Kovács and Spens provide interesting definitions and attributes of humanitarian logistics, which will be used in our review. Natarajathinam et al. provide the most up to date review of literature, including articles published until

¹Kovács/Spens (2007), S. 110.

²Sheu (2007), S. 655.

³Van Wassenhove (2006), S. 477.

⁴Thomas/Kopczak (2005), S. 1.

⁵Altay/Green (2006), S. 477.

⁶Kovács/Spens (2007), S. 99.

2008⁷. They concentrate mainly on the field of supply chain management in times of crisis, which is a broader scope than humanitarian logistics, but which has many similarities with humanitarian logistics. Natarajarathinam et al. provide an interesting classification framework, which will be partially used in our review. As the management of supply chains in times of crisis has many similarities with the topic of humanitarian logistics, we decided to include also articles about this topic in our review, if they corresponded to the selection criteria. Pettit and Beresford performed a literature review on critical success factors in commercial supply chains, and considered their applicability to humanitarian aid⁸. Although this review covers our research topic, it is not analyzing literature from humanitarian logistics.

Given the fact that more than half of the papers we found in our selection process have been published since the period covered by these four literature reviews, our research provides an up-to-date and focused insight on most recent publications in the field of humanitarian logistics. In particular, our study tries to answer the following research questions: (i) What are the main managerial problems studied so far in academic literature? (ii) What are the major findings of existing research? (iii) What are the proposed steps for further research? Finally, by comparing these results with the outcome of a structured qualitative content analysis, this work tries to generate possible tracks for relevant future research which have not been addressed by previous authors.

In the next section, we will present the qualitative content analysis methodology used to categorize the papers. Section 3 presents the main results of our analysis, then in section 4 we interpret these findings, and finally we conclude the paper in section 5.

2 Methodology

As mentioned by Seuring⁹, a literature review fulfills two functions. First, it summarizes the existing state of research on a topic by identifying main themes and issues, and thus provides a starting point for new research¹⁰. Second, any scientific contribution has to be enfolded against existing scientific knowledge and theories, and in this regard a literature review is a useful tool¹¹. According to Seuring¹² and other authors¹³, qualitative content analysis is particularly adapted for conducting a literature review, as it helps to identify conceptual content of a field. In particular, Brewerton and Millward distinguish qualitative, quantitative and structural content analysis, and according to them a “*structural content analysis involves the development of a representation of the relationships between elements in the target material. In order to do this, both*

⁷Natarajarathinam/Capar/Narayanan (2009), S. 535.

⁸Pettit/Beresford (2009), S. 450.

⁹Seuring/Müller/Westhaus/Morana (2005), S. 92.

¹⁰Easterby-Smith/Thorpe/Lowe (2002), S. 159.

¹¹Saunders/Lewis/Thornhill (2003), S. 46.

¹²Seuring/Müller/Westhaus/Morana (2005), S. 93.

¹³Ryan/Bernard (2000), Mayring (2003).

*qualitative and quantitative aspects of the data have to be considered*¹⁴. For Seuring, quantitative and qualitative methods are not contradictory methods, but can well support each other¹⁵. Mayring also supports this approach, when he states that *“the classification of text sections to qualitatively generated categories can be quantitatively evaluated. It can be assessed what kind of category is most encoded”*¹⁶.

Mayring defines content analysis as a method for analyzing communication (e.g. documents) by applying a clear and systematic procedure. Based on this, and following Seuring’s advice, for our literature review we will use the process model for content analysis developed by Mayring¹⁷. The four steps of the model are shown in Fig.1 and described in the next sections.

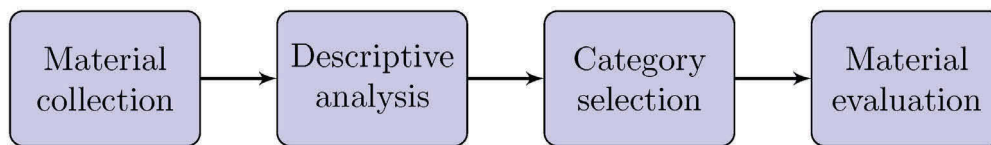


Fig.1: Process model for content analysis (Mayring 2003)

2.1 Material Collection

In this first step, the unit of analysis was determined. For our review, we analyzed single academic papers. Then, the articles to be collected were defined and delimited, by following the process described in Fig.2. We used a hybrid identification method for the papers, first through keyword searches in four databases, then through an existing bibliography list¹⁸. First, the following keywords and Boolean operators were searched for: *“Logistic* AND (Humanitarian OR Relief)”* in the fields *“Title”* OR *“Abstract”* OR *“Keywords”*. Additionally, the search was limited to *“Peer-reviewed publications only”*. This search was performed in the following databases: Business Source Complete, Science Direct, ABI/INFORM Global and Web of Science.

Additionally to these searches, we also collected articles through the extensive bibliography published by the HumLog Institute, a research network on humanitarian logistics regrouping the most known academic institutions in this field¹⁹. We included the papers we found in this reference list in our selection.

After this hybrid selection mechanism, we filtered the articles of the selection according to a quality criterion. We limited our selection to papers published in journals with VHB rankings of A+, A and B in order to focus our in-depth analysis on highest quality publications only²⁰. Finally, in order to assess the relevance of the articles to the top-

¹⁴Brewerton/Millward (2001), S. 153.

¹⁵Seuring/Müller/Westhaus/Morana (2005), S. 94.

¹⁶Mayring (2002), S. 117.

¹⁷Mayring (2003), S. 54.

¹⁸HUMLOG (2010).

¹⁹HUMLOG (2010).

²⁰VHB (2010).

ic based on academic judgment, the last step of the selection process was a reading of abstracts, as proposed by Jahangirian et al.,²¹ and irrelevant papers were discarded from the selection.

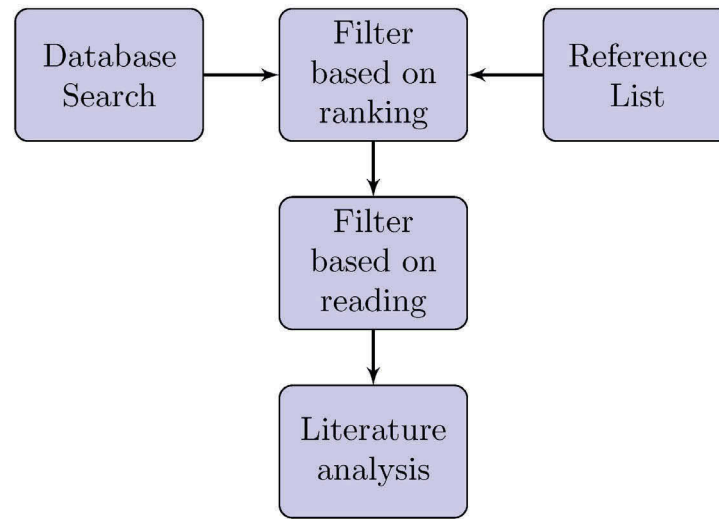


Fig.2: Material collection process

2.2 Descriptive Analysis

In this step, the formal aspects of the selection of literature were assessed. We decided to focus on the number of publications per year, as well as the number of papers per journal, in order to give an idea on publication trends. The repartition of papers between OR and management journals was also analyzed in this part. The aim of these analyses was to position our work in the context of the existing body of literature.

2.3 Category Selection

In this step, we selected the structural dimensions of our literature review and their related analytic categories. Our inspiration for the choice of categories came from existing literature as well as our own analysis.

First, we categorized the articles based on the *context of operation*, which can be either disaster relief or continuous aid work, as presented by Kovács and Spens²². In their description, disaster relief is used for sudden catastrophes, mainly natural disasters (earthquakes, hurricanes, tsunamis, floods, etc) and some rare man-made disasters such as terrorist acts. Disaster relief is usually mobilized very quickly, and ends relatively rapidly (i.e., less than five years after the disaster). On the other hand, continuous aid is generally a long term response to a disaster, and can last up to several decades. It usually focuses more on development aid, and is rarely characterized by emergency. In general, continuous aid starts in the last phase (i.e., reconstruction) of disaster relief.

²¹Jahangirian, et al. (2010), S. 2.

²²Kovács/Spens (2007), S. 101.

Second, we used one of the criteria developed by Van Wassenhove, which characterizes the *speed of start* of the disaster,²³ by distinguishing between sudden onset disasters, such as tsunami or earthquakes, and slow onset disasters such as famine or droughts. Depending on this distinction, the emergency level of the crisis is different, as is the type of logistical response needed.

Third, we used another criteria developed by Van Wassenhove, which is the *cause of disaster*²⁴. He differentiates between man-made and natural disasters. Man-made disasters can be terrorist attacks, political crisis and consequences of war. Typical INGOs focus mainly on such types of disasters, which more often occur in developing countries, where the government has limited resources to respond to the crisis. Van Wassenhove cites the former Director of Médecins Sans Frontières (MSF) France who stated that between 1982 and 1994, as much as 97% of MSF's operations were dealing with relief of man-made disasters²⁵. On the other hand, natural disasters occur in all parts of the world, as for example in Japan in March 2011. In developed countries, governmental agencies usually respond to the crisis and perform the emergency relief activities, with limited participation of local NGOs. Of course the types of logistical response to these two types of crisis are different, with incomparable levels of resources involved.

As fourth classification criteria, we used the *stage* in which the disaster relief process is. All previous literature reviews use this criterion, however with slightly different terminology. We applied the model presented by Kovács and Spens²⁶, which differentiates between the preparation (i.e., evacuation plans, training, prepositioning of supplies, etc.), immediate response (i.e., rescue, evacuation, coordinating and delivering supplies, etc) and reconstruction (i.e., reconstruction of houses and infrastructure, economic development, etc). Some authors also mention the mitigation phase, which deals with the avoidance of the disaster. This category will not be used in our research as it can only be applied to some types of disasters (i.e., those which can be mitigated).

The fifth classification we used was the *research methodology*, which is also used by Altay and Green²⁷. However, as they reviewed in particular the OR literature, we will not use their categories which are too specific (i.e., different type of modeling techniques), but rather use a more general selection of categories which is common in Operations Management²⁸ and Supply Chain Management²⁹: Simulation & modeling, Conceptual research, Literature review, Case study and Surveys.

An additional classification was introduced in order to determine the *main topic* of each paper. However, such a classification is much more complex than the five previ-

²³Van Wassenhove (2006), S. 476.

²⁴Van Wassenhove (2006), S. 476.

²⁵Van Wassenhove (2006), S. 476.

²⁶Kovács/Spens (2007), S. 101.

²⁷Altay/Green (2006), S. 478.

²⁸Karlsson (2008).

²⁹Kotzab/Seuring/Müller/Reiner (2005).

ous ones, and would be too biased if only performed through academic judgment of one single analyst. Therefore, one solution to reduce this bias would be to involve one or two additional researchers as mentioned by Seuring³⁰. However, this methodology would still have some limitations, because most papers address several problems from different categories, and in such a context, a global qualitative judgment, even if performed by several analysts, can be difficult. Therefore, we decided to develop a specific classification methodology, based on Mayring's idea of codification of text sections to categories, which can later be evaluated quantitatively, based on the category which was most coded in each paper³¹. For this, we created a list of codes which all represent a particular problem or issue in humanitarian logistics. These codes were organized in five categories, which all represent a particular topic (i.e., Cooperation, External influences, Management, Resources, and Technology). The choice of categories can be described as a deductive approach, as we selected these topics before the material was analyzed. Then, we coded the abstracts and conclusions of each paper with the qualitative analysis tool ATLAS.ti. Codes were assigned over 1300 times, in a total of 450 quotations (often, multiple codes were assigned to the same text section). During the coding work, some codes were added when a new topic appeared, and at the end of the coding work, some codes were merged in one unique code, and some codes were split in two codes, in order to have categories as close as possible to existing theory³². This adaptive approach is similar to Mayring's "*inductive category development*" method, in which categories are revised and eventually reduced during the coding activity³³.

2.4 Material Evaluation

In this last step, the literature was analyzed and sorted according to the six structural dimensions defined in the previous section.

Each article was assigned to the first five structural dimensions basing on academic judgment through the reading of abstracts and conclusions. When these parts did not contain enough information to categorize the article in all dimensions, a complete lecture was done. Because there was not much ambiguity in assigning articles to categories in the five first structural dimensions, this activity was performed by only one researcher.

For the sixth structural dimension, the determination of the *main topic* of each article, we first summed up the number of times the codes of a particular category i were assigned in the analyzed paper (n_i). Then we calculated the average occurrence of codes of this category in all publications (N_i). Finally, for each paper we calculated the relative usage of the code category (U_i) by dividing n_i by N_i .

³⁰Seuring/Müller/Westhaus/Morana (2005), S. 95.

³¹Mayring (2002), S. 117.

³²Seuring/Müller/Westhaus/Morana (2005), S. 95.

³³Mayring (2000), S. 4.

$$U_i = \frac{n_i}{N_i} \quad (1)$$

This means that if this category was coded more than average in an article, U_i would be higher than 1 (i.e., code category is overrepresented in this paper), otherwise it would be smaller than 1 (i.e., code category is underrepresented).

Then we calculated the same figures for all other code categories, which gave us the relative usage of all code categories for this article.

Finally, we assigned this article to the code category (i.e., topic) with the highest relative usage (U_i) of all code categories of the article.

$$TOPIC = MAX \{U_1; U_2; U_3; U_4; U_5\} \quad (2)$$

This methodology of classification basically assigns an article to the topic which has the highest relative occurrence. It has the advantage of sorting out quantitatively the main topic from the variety of topics which are addressed in each article, and is therefore more objective and precise than a multiple reviewer method.

In order to validate this methodology, we compared the results with an intuitive classification method (i.e., reading the article and assigning it to one of the categories basing on academic judgment), and the results were generally similar. We also found that all authors always published in the same category (topic), which is consistent with patterns observed in reality, where an author is generally specializing in one particular topic of research³⁴.

Structural dimension	Analytical categories	Methodology of assessment
Context of operation	Disaster relief Continuous aid work Both	Academic judgment
Speed of start	Slow onset Sudden onset Both	Academic judgment
Cause	Natural Man-made Both	Academic judgment
Stage of Disaster	Preparation Response Reconstruction Several	Academic judgment
Research Methodology	Simulation & modeling Conceptual research Literature review Case study Surveys	Academic judgment
Main Topic	Cooperation External influence Management Resources Technology	Quantitative analysis of coding

Table 1: Structural dimensions and related categories for the classification of papers

³⁴ There was only one exception, J.-B. Sheu, who published papers in three different topics.

Table 1 provides a list of all structural dimensions and related analytical categories which will be used to categorize the papers of our review, as well as the methodology used for assigning the categories in each dimension.

3 Results

3.1 Descriptive results

By following the methodology described in the previous section, a total of 41 articles written between 1993 and 2010 were retained and analyzed. Regarding the chronology of articles, Fig.3 shows the number of publications per year, as well as a growing trend. This strong increase can be explained by the fact that in the years 2004 to 2006, three major natural disasters happened, and the logistic response suffered from inefficiencies, especially in the case of the Asian Tsunami. Acknowledging this, several researchers got interested in this sector and started to perform research in that area. In the years 2007, 2009 and 2010, three journals published special issues focusing on humanitarian logistics, which explains this dramatic increase in publications since then.

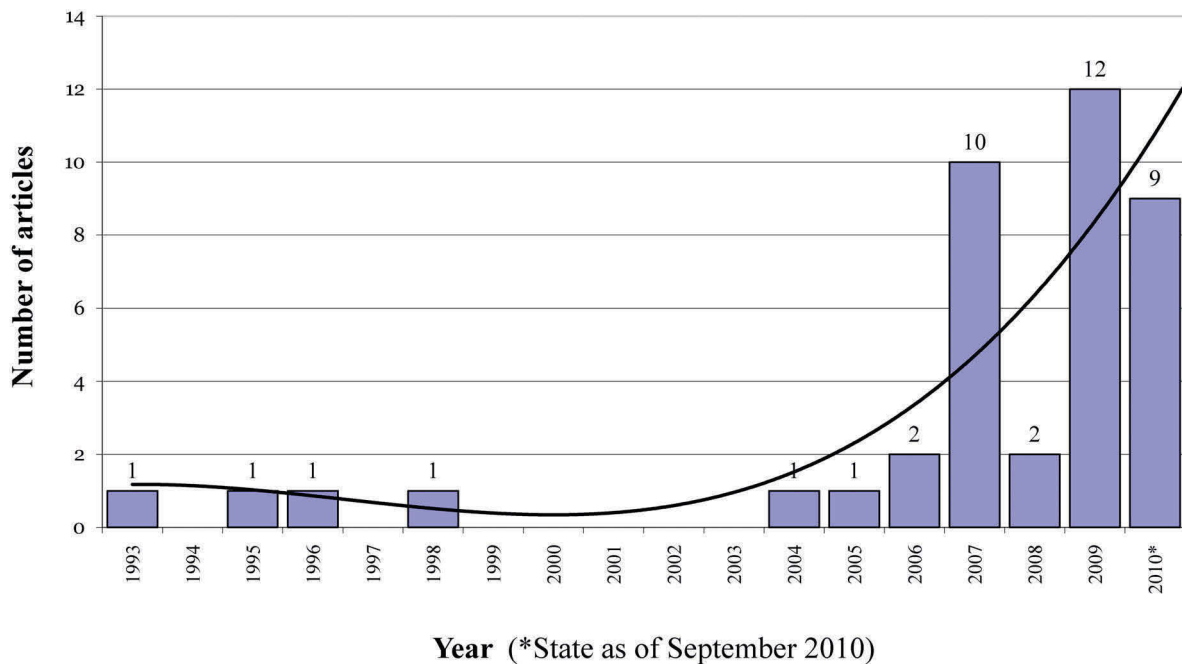


Fig.3: Number of articles per year

The number of articles published in the different journals is presented in Table 2, together with the type of journal (Operations Research, Management related, Information Systems).

From this table, we can see that relatively few Management type journals (M) published papers on the topic of humanitarian logistics (4 out of 15 journals, or 27%), however these journals published more than 51% of all papers (21 out of 41 papers). On the other hand, several Operation Research journals (OR) published articles on the topic (67%), but those represent only 46% of all papers.

Title of Journal	Type of Journal	Number of papers
International Journal of Physical Distribution and Logistics Management	M	11
International Journal of Production Economics	M	7
Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	OR	7
Computers and Operations Research	OR	2
European Journal of Operational Research	OR	2
Journal of Business Logistics	M	2
Journal of the Operational Research Society	OR	2
Annals of Operations Research	OR	1
Decision Sciences	OR	1
Journal of Multi-Criteria Decision Analysis	OR	1
Journal of the Association for Information Systems	IS	1
Naval Research Logistics	OR	1
Production and Operations Management	M	1
Transportation Research Part A: Policy and Practice	OR	1
Transportation Science	OR	1

Table 2: Number of papers per journal and type of publication

3.2 Analytical results

In this section, we present the different categorizations of our papers according to our structural dimensions described earlier. All results are presented in Table 3 on the next page.

For the *context of operation*, we found that a large majority of the papers are concentrating on disaster relief (93%). Only one paper in the selection (2%) deals mainly with continuous aid aspects.

Regarding the *speed of start*, we found that most articles deal with sudden onset disasters (76%). Eight papers (19%) focus on both sudden and slow onset disasters, and only two papers (5%) concentrate just on slow onset disasters.

Concerning the *cause of disaster*, we found that most articles deal with natural (47%) or natural and man-made (51%) disasters. Only one paper focuses exclusively on man-made disasters.

Dimension and related categories	# papers	Frequency
<i>Context of Operation</i>		
Disaster Relief	38	93%
Continuous Aid	1	2%
Both	2	5%
<i>Speed of Start</i>		
Sudden Onset	31	76%
Slow Onset	2	5%
Both	8	19%
<i>Cause of Disaster</i>		
Natural	19	47%
Man-made	1	2%
Both	21	51%
<i>Stage of Disaster</i>		
Preparation	5	12%
Response	23	56%
Reconstruction	0	0%
Several	13	32%
<i>Research Methodology</i>		
Simulation and modeling	21	51%
Conceptual Research	8	20%
Case Study	7	17%
Literature Review	4	10%
Surveys	1	2%
<i>Main Topic</i>		
Cooperation	14	34%
Technology	12	29%
External Influence	6	15%
Management	5	12%
Resources	4	10%

Table 3: Number of papers per category for each structural dimension

As for the *stage of disaster*, more than half the papers (56%) focus on the response phase, which immediately follows the outbreak of the disaster. Another third covers several stages of disasters (32%). The preparation phase is covered specifically in 5 papers (12%), while the reconstruction phase, following the immediate response, was never studied in depth in our selection of literature.

Five different *research methodologies* were used in the articles of the selection. Simulation and modeling is by far the most used methodology (51%), followed by conceptual research (20%). Interestingly, surveys were used in only one article (2%).

By using the quantitative methodology described in the previous section, we classified the articles in five *main topics*. The highest proportion of papers deals with cooperation (34%) i.e., the coordination inside and between organizations, cooperation between international and national organizations, cooperation with military and governments. The second most studied topic is technology (29%), i.e., modeling software, information technologies, communication tools, and tracking systems. Third come external influences (15%), which include infrastructure and governmental influences on humanitarian logistics operations. Finally, management (12%) and resources (10%) are the least studied topics, and regroup all general management problems as well as resource acquisition and management issues.

4 Interpretation

This section has the objective to discuss the results presented in the previous chapter with an integrated, holistic approach.

4.1 Descriptive results

The strong increase in the number of publications during the last three years justifies the importance of performing an up-to-date literature review. It also demonstrates that humanitarian logistics is a new field of research, which has attracted more and more interest in recent years. This increase in the number of papers per year can however be partially explained by the publication of special issues on this topic, and it is possible that the number of publications per year will drop in the coming years, as major journals will not publish again such special editions. Therefore, it is hard to draw some conclusions for the future.

The higher number of OR journals publishing in that topic compared to OM journals is also interesting, however it is certainly biased to some extent because of our qualitative selection criteria basing on the VHB Ranking which tends to higher rank OR journals against general management journals. Therefore it cannot be concluded that the OR community shows more interest in the topic than the OM community.

4.2 Analytical results

Here we will discuss the most interesting results of our analysis of structural dimensions. First, for the *context of operation*, existing literature mainly focuses on disaster

relief, with continuous aid being almost inexistent. The reason for this is certainly because continuous aid allows for better planning and continuous improvement activities and seems to be less challenging to manage than emergency relief disaster. We think that this is the reason why research up to now has focused only on disaster relief.

Second, regarding *speed of start* of disasters, the current literature mainly concentrates on sudden onset disasters, with only two papers covering specifically slow onset disasters. The reason here is certainly the same as for the context of operation, i.e., because there is more time to plan and respond to the disaster, the interest of the researcher is lower.

Third, regarding the *cause of disaster*, almost half the papers focus on natural disasters and the other half cover both types of disasters. Only one paper deals specifically with man-made disasters. The reasons for this lack of research in this last topic are harder to understand, but could be because natural disasters are seen as more fatalistic, while man-made disasters are perceived as “avoidable”, and thus generate less interest to researchers.

Fourth, concerning the *stage of disaster*, we found that over half of the papers focus on the response phase, and one third on several phases. Preparation was the stage covered in 12% of the papers, but no one specifically addressed the reconstruction phase. The same reasons can be mentioned here than previously, namely that due to more available time and less urgency for the reconstruction activities, this last phase is less challenging in terms of logistics. While this is certainly true, it should however not be forgotten that the suitability and quality of the logistical activities during this phase strongly impacts the success of the whole disaster recovery process, especially in terms of sustainability and long term effectiveness.

Fifth, the categorization according to *research methodologies* used in papers shows that most of the papers are using simulation and modeling, while only one article uses surveys as a research methodology. As presented earlier, this is impacted by the fact that our selection criteria of articles are based on the VHB ranking, which over-represents quantitative articles.

Sixth, the categorization of papers by *main topic* shows that the highest proportion of articles deal with cooperation (34% of all articles). This result is not surprising, as cooperation is a central factor in supply chain management and logistics. It is therefore encouraging to see that this important area has been well covered until now in existing literature. For the topic technology (29%), which is the second most studied topic, it seems that there is an over-representation compared to other topics. This is mainly due to the high number of researches on simulation tools and modeling (16 articles out of 41 are focusing on the design of a modeling method). It is questionable whether the humanitarian logistics community really needs so many different modeling tools, especially when most of them are not applicable in the field because they are on a “too theoretical level” and are not responding to requirements from practitioners. There is only very little evidence showing that such models were successfully implemented and used in a sustainable way in humanitarian logistics. As presented before, the high rep-

resentation of this topic may come from our selection criteria of journals, which tends to focus more on quantitative journals and therefore introduces a certain bias in our selection. Another explanation of the high number of studies focusing on computational models could be that often scholars in Operations Management and Logistics have a scientific background, and are used to solve problems through modeling, which is suitable in commercial supply chains, but perhaps not yet in the highly variable and unpredictable supply chains found in humanitarian logistics. The third most often addressed topic in the selection of articles is external influence factors (15%). This is an important and very practical aspect which should receive more attention in research. However these factors often transcend the scope of Operations Management and Logistics. This certainly explains why there is only limited research in this area. The fact that management (12%) and resources (10%) are the least studied topics is surprising, given the importance they have in humanitarian logistics operations. Indeed, staff, finance, logistical equipments are central problems in logistics, and should be represented more in the literature. While it is possible for management problems to be addressed by operational staffs, problems related to resources are much harder to influence because of resource unavailability which cannot be solved solely at the organization level. This may be one of the reasons why this last topic received so little attention until now.

4.3 *Major findings*

In order to give a better view of the conclusions of existing literature, we will now present and discuss the major findings of the articles of the selection.

Several authors emphasize that information sharing between organizations and governments, as well as cooperation between organizations, is important and beneficial for humanitarian logistics³⁵. However, instead of cooperating and sharing information as proposed by these authors, organizations often compete with each other and do not share information well, which reduces the efficiency of their work³⁶. Another paper states that partnerships between companies and humanitarian organizations are currently increasing, with positive results on effectiveness³⁷. According to some authors, the efficiency of humanitarian logistics depends on the capabilities of an organization to develop relationships with stakeholders³⁸. Several authors suggest that known concepts from commercial supply chains could improve the effectiveness of humanitarian logistics and should be increasingly used³⁹. Similarly, according to some authors, humanitarian logistics has specific strengths and attributes, like quick response capabili-

³⁵Long/Wood (1995), S. 227, Day/Junglas/Silva (2009), S. 655, Van Wassenhove (2006), S. 488, Perry (2007), S. 428, Kovács/Spens (2009), S. 521, Kovács/Tatham (2009), S. 225.

³⁶Oloruntoba/Gray (2009), S. 497.

³⁷Balcik, et al. (2010), S. 33.

³⁸Kovács/Spens (2009), S. 521, Kovács/Tatham (2009), S. 224.

³⁹Van Wassenhove (2006), S. 488, Kovács/Spens (2007), S. 110, Kovács/Tatham (2009), S. 225, Pettit/Beresford (2009), S. 463, Ergun/Heier Stamm/Keskinocak/Swann (2010), S. 119.

ties and high flexibility, which could serve as examples for commercial supply chains⁴⁰. Altay and Green recognize different problems in humanitarian logistics, for example, that existing planning and support tools are not used enough⁴¹. Based on a survey conducted among humanitarian logisticians, Perry finds that generally there is a lack of preparedness, poor need assessments, and that the availability of logistical expertise is a major concern⁴². This last problem is also recognized by Dadzie as well as Tatham and Kovács, which recommend developing specific training for humanitarian logisticians that would integrate the specificities of logistics in Third World countries⁴³.

Whybark presents current challenges for humanitarian logistics, such as inventory management which is difficult because high capacity is needed, demand is uncertain, and product expiry poses problems, especially for medicines⁴⁴. Gatignon et al. mention that the limited availability of funding reduces the efficiency of pre-disaster activities, like pre-positioning of supplies in vulnerable areas⁴⁵. Another challenge recognized by these authors is the implementation of decentralized supply chains, which offers a large potential for humanitarian logistics⁴⁶.

4.4 *Further research*

In this section, we will give an overview of the proposed steps for further research presented in the papers of our review. The main recommendation in the existing literature is to perform more empirical research in the field of humanitarian logistics⁴⁷. This suggestion is also confirmed by our findings from the analysis of research methodologies.

Coordination is another field of proposed research. Altay and Green suggest further research should be done in multi-agency coordination⁴⁸, and Balcik et al. propose that coordination mechanisms in humanitarian supply chains should be studied⁴⁹. Van Wassenhove mentions that future research should develop new ideas for encouraging stronger cooperation between humanitarian organizations, businesses and academics⁵⁰.

Altay and Green propose to further analyze the social and political nature and impact of disaster relief operations, as well as the continuity of local businesses after a disas-

⁴⁰Long/Wood (1995), S. 213, Van Wassenhove (2006), S. 475.

⁴¹Altay/Green (2006), S. 487.

⁴²Perry (2007), S. 428.

⁴³Dadzie (1998), S. 282, Tatham/Kovács (2010), S. 43.

⁴⁴Whybark (2007), S. 231-232.

⁴⁵Gatignon/Van Wassenhove/Charles (2010), S. 109.

⁴⁶Gatignon/Van Wassenhove/Charles (2010), S. 109.

⁴⁷Dadzie (1998), S. 282, Kovács/Spens (2007), S. 99, Kovács/Spens (2009), S. 522, Pettit/Beresford (2009), S. 450.

⁴⁸Altay/Green (2006), S. 484-485.

⁴⁹Balcik, et al. (2010), S. 33.

⁵⁰Van Wassenhove (2006), S. 488.

ter⁵¹. Another article suggests that future research should address the local procurement of relief supplies, which would bring advantages in terms of purchasing and logistical cost, in addition to supporting the local economy and guaranteeing better adaptation of supplies to the needs of the affected populations⁵². This is certainly a very promising field of future research, which seems to be beneficial for donors, humanitarian organizations and affected countries.

Perry suggests that the responsibilities for coordinating, supervising and financing the disaster response operation should be addressed by future research⁵³. The author finds that best results have been achieved so far when the government had this responsibility, but in cases where the government lacks financial and human resources, this is a particularly difficult question. Should the United Nations take this role, or one of the major INGOs? Kovács and Spens suggest that the impact of import tariffs on relief supplies should be analyzed⁵⁴.

Inventory management is another topic for further research. Whybark proposes to further study the benefits and implications of co-ownership of inventories by different organizations, and the advantages gained from new tools such as monitoring and tracking⁵⁵. Others suggest that inventory replenishment strategies, in the context of humanitarian logistics, should be studied in the future⁵⁶.

The development of new performance metrics is also proposed by some authors, who suggest that existing concepts and tools from the commercial sector could be adapted to humanitarian logistics⁵⁷. Oloruntoba and Gray propose that future research should develop metrics for the donors, which would provide early warnings in case of problems in the supply chain⁵⁸.

Human resources are another field where further research is needed. Kovács and Spens suggest analyzing the reasons of a lack of sufficiently skilled logisticians in most disaster affected countries and finding solutions on how this could be improved⁵⁹. Tatham and Kovács see the development of common rules of qualification across countries and organizations as a crucial step for facilitating communications between organizations and inter-operability of logisticians, and recommend that more research should be done on this⁶⁰.

Management issues in humanitarian logistics are also addressed in some articles. Kovács and Spens mention that tools such as risk management, crisis management or pro-

⁵¹Altay/Green (2006), S. 485.

⁵²Trestrail/Paul/Maloni (2009), S. 436.

⁵³Perry (2007), S. 429.

⁵⁴Kovács/Spens (2009), S. 522.

⁵⁵Whybark (2007), S. 233.

⁵⁶Ertem/Buyurgan/Rossetti (2010), S. 223.

⁵⁷Kovács/Tatham (2009), S. 225, Oloruntoba/Gray (2009), S. 497.

⁵⁸Oloruntoba/Gray (2009), S. 497.

⁵⁹Kovács/Spens (2009), S. 522.

⁶⁰Tatham/Kovács (2010), S. 43.

ject management, which are well studied in commercial logistics, should be adapted to humanitarian logistics⁶¹. Another article proposes to further study the management of humanitarian operations in case of internal crisis, for example the bankruptcy of a supplier, strike of workers, or the loss of an important donor⁶². Kovács and Tatham suggest that the mobilization of financial resources should be studied more⁶³. These are certainly very useful topics for further research, and have a strong potential to improve humanitarian logistics.

4.5 Identifying gaps

By comparing the findings and further research identified in the existing literature with the results of our content analysis, we found some gaps which should be studied further.

In terms of *context of operation*, additional research could be done on logistics in continuous aid, which is almost absent in the existing literature. Although this context is maybe less challenging due to better planning possibilities and more time available, we think it may be useful to give more interest to existing problems in continuous aid settings, such as partnerships with local companies, inclusion of the aid effort into the economical development of an area, etc.

When it comes to the *speed of start*, here also, there is a gap in research on slow onset disasters. Future research should explore more this type of disaster, which is typical for man-made disasters such as wars, droughts and famine. Slow onset disasters allow for more time to react, but can have worse consequences on populations, therefore, a careful logistical planning and operation is crucial.

Regarding the *cause of disaster*, more focus should go to man-made disasters, as for some organizations such as Médecins Sans Frontières they represent a much larger share of disasters than natural disasters⁶⁴.

Concerning the *stage of disaster*, we found that the reconstruction phase was not yet studied specifically. Long term sustainability of humanitarian logistics operations, their impact on the local economy, and effective exit strategies should therefore be analyzed more in detail in the future. Integration of humanitarian logistics in the long term economic development – for example through capacity building or local procurement – is another possible topic in this direction.

Regarding the *research methodology*, simulation and modeling has been extensively used so far, but we think there has not been enough application and validation of models in real operations. Another gap we identified is the lack of empirical research done so far, and we think that methodologies such as case study and surveys should be used more in order to increase the empirical base of knowledge in the field.

⁶¹Kovács/Spens (2007), S. 110.

⁶²Natarajathinam/Capar/Narayanan (2009), S. 549.

⁶³Kovács/Tatham (2009), S. 226.

⁶⁴Van Wassenhove (2006), S. 476.

Concerning the *topics* to study further, we identified a gap in the relatively low amount of research done so far in the fields of external influence, which concentrates among others, on the impact of infrastructure and local governments on logistical operations. Indeed, barriers set by foreign governments are an important factor affecting the effectiveness of humanitarian logistics, as can be observed from several relief operations during the last years (e.g., import tariffs on relief supplies, administrative barriers to imports, special legislations, embargos, etc). Positive influencing factors from governments could also be studied further. Issues related to the topic management, such as internal structures of organizations, process management, risk management, problems with corruption are also not present enough in existing literature. The topic resources could also be studied further, and issues such as efficiency of funding mechanisms, pooling of resources between organizations, and reduction of turnover of staff could be addressed in future works.

5 Conclusion

If we come back to our research questions, we see that the most studied managerial problems so far are coordination as well as technological tools such as modeling and simulation. The findings of existing literature are numerous. Many authors insist on the importance of cooperation and information sharing between organizations. Some authors find that the application of principles from commercial logistics would be helpful for humanitarian logistics. Authors recognize different problems in humanitarian logistics, among them are a lack of qualified logistic personnel in countries of operation, lack of use of existing planning and decision making support tools, lack of preparedness and poor need assessments. In the challenges faced by humanitarian logistics, authors report inventory management, demand uncertainty, product expiry and limited availability of funding for pre-disaster preparation.

The main proposed steps for further research are to do more empirical research and to further study the coordination between organizations. Local procurement is another proposition for further research. Other authors mention human resources and management practices in humanitarian logistics to be studied more.

Based on our content analysis of the literature, we suggest that more attention should be given to the logistics of continuous aid operations, which more focus should be put on slow onset man-made disasters, and that case studies and surveys methodologies should be increasingly used to collect empirical knowledge. We also think that the reconstruction phase and its sustainability should be studied more. Finally, we suggest that topics such as external influences from local governments on humanitarian logistics, as well as resources should be further analyzed.

6 References

- Altay, N. & Green, W. G. (2006): OR/MS research in disaster operations management. *European Journal of Operational Research*, 175, S. 475-493.
- Balcik, B., Beamon, B. M., Krejci, C. C., Muramatsu, K. M. & Ramirez, M. (2010): Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities. *International Journal of Production Economics*, 126, S. 22-34.
- Brewerton, P. & Millward, L. (2001): *Organizational research methods: A guide for students and researchers*, London, Sage Publications Ltd.
- Dadzie, K. Q. (1998): Transfer of logistics knowledge to Third World countries. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 28, S. 272-283.
- Day, J. M., Junglas, I. & Silva, L. (2009): Information Flow Impediments in Disaster Relief Supply Chains. *Journal of the Association for Information Systems*, 10, S. 637-660.
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R. & Lowe, A. (2002): *Management research: An introduction*, London, Sage.
- Ergun, Ö., Heier Stamm, J. L., Keskinocak, P. & Swann, J. L. (2010): Waffle House Restaurants hurricane response: A case study. *International Journal of Production Economics*, 126, S. 111-120.
- Ertem, M. A., Buyurgan, N. & Rossetti, M. D. (2010): Multiple-buyer procurement auctions framework for humanitarian supply chain management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40, S. 202-227.
- Gatignon, A., Van Wassenhove, L. N. & Charles, A. (2010): The Yogyakarta earthquake: Humanitarian relief through IFRC's decentralized supply chain. *International Journal of Production Economics*, 126, S. 102-110.
- Humlog. (2010): *HUMLOG Group* [Online]. Available: <http://www.hanken.fi/public/en/humloginstitute> [Accessed 24.03.2011].
- Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L. K. & Young, T. (2010): Simulation in manufacturing and business: A review. *European Journal of Operational Research*, 203, S. 1-13.
- Karlsson, C. (2008): *Researching operations management*, Oxon, UK, Routledge.
- Kotzab, H., Seuring, S., Müller, M. & Reiner, G. (2005): *Research Methodologies in Supply Chain Management*, Heidelberg, Physica-Verlag HD.
- Kovács, G. & Spens, K. M. (2007): Humanitarian logistics in disaster relief operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37, S. 99-114.
- Kovács, G. & Spens, K. M. (2009): Identifying challenges in humanitarian logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39, S. 506-528.
- Kovács, G. & Tatham, P. (2009): Responding to disruptions in the supply network - From dormant to action. *Journal of Business Logistics*, 30, S. 215-229.
- Long, D. C. & Wood, D. F. (1995): The Logistics of Famine Relief. *Journal of Business Logistics*, 16, S. 213-229.
- Mayring, P. (2000): Qualitative Content Analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 1.
- Mayring, P. (2002): *Einführung in die qualitative Sozialforschung - Eine Anleitung zum qualitativen Denken (Introduction to Qualitative Social Research)*, Weinheim und Basel, Beltz Verlag.
- Mayring, P. (2003): *Qualitative Inhaltsanalyse - Grundlagen und Techniken (Qualitative Content Analysis - Basics and Techniques)*, Weinheim, Beltz Verlag.
- Natarajarathinam, M., Capar, I. & Narayanan, A. (2009): Managing supply chains in times of crisis: a review of literature and insights. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39, S. 535-573.
- Oloruntoba, R. & Gray, R. (2009): Customer service in emergency relief chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39, S. 486-505.

- Perry, M. (2007): Natural disaster management planning: A study of logistics managers responding to the tsunami. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37, S. 409-433.
- Pettit, S. & Beresford, A. (2009): Critical success factors in the context of humanitarian aid supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39, S. 450-468.
- Ryan, G. W. & Bernard, H. R. (2000): Data Management and Analysis Methods. In: DENZIN, N. K. & LINCOLN, Y. S. (eds.) *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage, S. 769-802.
- Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2003): *Research methods for business students*, Harlow, Prentice Hall.
- Seuring, S., Müller, M., Westhaus, M. & Morana, R. (2005): Conducting a Literature Review-The Example of Sustainability in Supply Chains. In: KOTZAB, H., SEURING, S., MÜLLER, M. & REINER, G. (eds.) *Research Methodologies in Supply Chain Management*. Heidelberg: Physica-Verlag HD, S. 91-106.
- Sheu, J.-B. (2007): Challenges of emergency logistics management. *Transportation Research: Part E*, 43, S. 655-659.
- Tatham, P. & Kovács, G. (2010): The application of “swift trust” to humanitarian logistics. *International Journal of Production Economics*, 126, S. 35-45.
- Thomas, A. S. & Kopczak, L. R. (2005): From logistics to supply chain management: the path forward in the humanitarian sector. *Fritz Institute*, 15, S.
- Trestrail, J., Paul, J. & Maloni, M. (2009): Improving bid pricing for humanitarian logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39, S. 428-441.
- Van Wassenhove, L. N. (2006): Blackett Memorial Lecture Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. *Journal of the Operational Research Society*, 57, S. 475-489.
- Vhb. (2010): *VHB-JOURQUAL 2 - Gesamtübersicht* [Online]. Göttingen: German Academic Association for Business Research. Available: <http://vhbonline.org/service/jourqual/jq2/total/> [Accessed 04.10.2010].
- Whybark, C. (2007): Issues in managing disaster relief inventories. *International Journal of Production Economics*, 108, S. 228-235.

Improving Humanitarian Logistics - Towards a Tool-based Process Modeling Approach

Adam Widera

Chair for Information Systems and Supply Chain Management,
University of Münster, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster,
adam.widera@ercis.de

Bernd Hellingrath

Chair for Information Systems and Supply Chain Management,
University of Münster, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster,
bernd.hellingrath@ercis.de

Abstract

The approach presented in this paper focuses on a model based identification of humanitarian logistics processes and the actors involved in a humanitarian supply chain. Therefore, a promising reference model for humanitarian logistics was applied using a process modeling tool in two different relief organizations in order to support the optimization of humanitarian logistics processes. These results put humanitarian organizations in a position to fall back on clear roles and responsibilities, to identify their core competencies, and to improve the management of logistics processes within their organization and the entire supply chain.

1 Introduction

Numerous studies have shown that humanitarian logistics significantly contributes to the efficiency and effectiveness of humanitarian operations.¹ In contrast, the interface and management functions of logistics are underestimated. For improvements of logistics performance and reduction of logistics related costs insufficient processes have to be identified and analyzed. Improved coordination of logistics processes by humanitarian organizations and collaboration between all actors involved in the humanitarian supply chain require a common terminology, predefined tasks, and aligned processes. The approach presented in this paper focuses on a model based identification and visualization of humanitarian logistics processes and the actors involved in a humanitarian supply chain with the aim to establish a basis for process optimization. Therefore, a promising reference model for humanitarian logistics was extended and applied using a process modeling tool in two different relief organizations in order to support the optimization of humanitarian logistics processes. These results put humanitarian organizations in a position to fall back on clear roles and responsibilities, to identify their core competencies, and to improve the management of logistics processes within their organization and the entire supply chain.

The approach presented in the paper follows a combination of a case study and modeling approach, which is divided into four phases. First, the reference model by Alexander Blecken (2010) was transferred into a modeling tool supporting the Business Process Modeling notation (BPMN)² and a process mapping method was chosen. As a result, the basis for standardized and comparable process mapping was formed. The humanitarian logistics processes of two German relief organizations were mapped by interviews and depicted in the second phase. Thus, the applicability of the reference model and the modeling tool could be validated. In the third phase the developed AS-IS process models were analyzed within a first strength-weakness analysis. On this basis, the possibilities and limits of the reference model and modeling tool were deduced. Finally, further courses of practical action as well as a research agenda for the future development of the tool-based process modeling approach presented in this paper were formulated during the fourth phase.

2 Humanitarian Logistics

2.1 *The Importance of Logistics Processes within Relief Operations*

During the year 2010 the world was faced with prolonged disasters. The catastrophes in Haiti, Chile, and Pakistan alone illustrate the relevance of relief operations: these three biggest of 725 natural disasters registered in 2010 affected 24 million people.³ Considering the number of deaths, the International Disaster Database calculates with

¹ Thomas and Kopczak (2005), p. 2; Tomasini and van Wassenhove (2009), p. 11.

² Object Management Group (2008).

³ Germany's Relief Coalition (2011).

222,570 fatal victims in Haiti alone.⁴ These numbers confirm the recognized trend of an increase of the number caused by both natural and manmade disasters. Between the 1970s and 1990s the number of disasters tripled. Current forecasts of a five-fold increase for the next 50 years highlight the need of research and action efforts.⁵

Logistics related costs of relief operations can sum up to 80% of a humanitarian organization's total spend.⁶ It has been observed that the evolution of supply chain management (SCM) in humanitarian organizations compared to the commercial sector is lagging behind up to 20 years.⁷ Increased efficiency offers a large potential for savings of logistics related costs and improved resource allocation. Additionally, the development and application of adequate SCM concepts promise to have a deep impact on the effectiveness of humanitarian supply chains, e. g. increase of service quality, reduction of complexity or lead times.⁸ In contrast, the interface and management function of logistics is underestimated: As a consequence roles and responsibilities in humanitarian supply chains are not clear, the performance is not measured adequately, and the use of technology and institutional learning are inadequate.⁹ It can be summarized, that the recognition of the importance of SCM continuously arises in the humanitarian sector. Humanitarian actors focus more and more on logistics processes in order to improve the relief operations e.g. by shared equipment or globally pre-positioned stocks. Nevertheless, managing logistics processes is still one of the major challenges in the humanitarian sector.¹⁰ For improvements of logistics performance and reduction of logistics related costs, insufficient processes have to be identified first. Therefore, their visualization and analysis are indispensable in order to provide a basis for strategic, tactical, and operational decision making.

2.2 Humanitarian Logistics Processes and Supply Chains

Humanitarian logistics is a relatively young topic in supply chain management research. Until now, several descriptions of humanitarian logistics have been presented, but no generally accepted definition has been provided during the last decade.¹¹ Blecken (2010) proposed a definition of humanitarian logistics, which is mainly based on Thomas and Kopczak (2005) and which will be used in the following. Here, "humanitarian logistics" is described as the "process of planning, implementing and controlling the efficient, cost-effective flow and storage of goods, materials and equipment as well as related information, from point of origin to point of consumption for the purpose of

⁴ CRED (2011), p. 1.

⁵ Swiss Reinsurance Company (2009), p. 5; Thomas and Kopczak (2005).

⁶ Long and Wood (1995); van Wassenhove (2006), p. 475; Blecken (2010), p. 6.

⁷ E.g. McGuire (2006), p. 7 based on Thomas (2003).

⁸ Tomasini and van Wassenhove (2009), p. 6; Schulz (2009), p. 99.

⁹ Thomas and Kopczak (2005), p. 6; Blecken (2010), p. 242.

¹⁰ Blecken, Hellingrath, Dangelmeier, Schulz (2009); Blecken (2010).

¹¹ Blecken (2010), p. 59-61.

meeting the beneficiary's requirements."¹² This definition offers the required scope on all relevant tasks, concepts, tools, and especially the management function of SCM processes in humanitarian operations. Compared to humanitarian SCM, the term logistics is used in the following, when the focus lies on physical operations with all transportation and warehousing processes including all sub functions, such as handling or commissioning, with the aim of ensuring the availability of objects needed in line with demand. In contrast, by using the term humanitarian SCM the inter-organizational perspective, management, and coordination function is highlighted. By this, SCM is understood as the integrated and process-oriented planning and control of material, information, and financial flows along the entire supply chain in business or other value adding processes from the point of origin to the point of consumption.¹³

As Tomasini and van Wassenhove have pointed out, the humanitarian space of relief organizations is surrounded by three main principles: humanity, neutrality and impartiality.¹⁴ By humanity the actors are committed to save lives and reduce human suffering. Additionally, these organizations have to ensure neutrality by not interfering in political issues within the operational area. Completing, impartiality obliges humanitarian actors to ensure equal treatment of beneficiary peers. Respecting the definitions of humanitarian logistics and SCM in combination with the humanitarian space, three main differences between humanitarian and commercial supply chains have to be mentioned, as they are responsible for a restricted transferability of existing SCM concepts. First, the *flows* of personnel as well as knowledge and skills have to be added within the established supply chains flows, e. g. the flow of personnel as part of the flow of material and the flow of knowledge and skills as part of the flow of information. Secondly, the differentiation between typical humanitarian and commercial *supply chain structures* has to be highlighted, esp. the role of customers.¹⁵ In commercial supply chains it is the customer who is asking for goods or services, willing to pay for his benefit, while in humanitarian supply chains it is the donor who is paying for goods or services delivered by a humanitarian organization. Thirdly, the product life cycle in commercial supply chains differs from the *disaster management cycle*. In current literature, the following four phases are commonly distinguished: mitigation, preparedness, response, rehabilitation.¹⁶ The three characteristics *flows*, *supply chain structures*, and *disaster management lifecycle* are responsible for important differences in humanitarian and commercial supply chains, which are listed in the table below.

The differences shown in the table cause a high degree of complexity involved in humanitarian supply chains.

¹² Blecken (2010), p. 61.

¹³ Kuhn and Hellingrath (2002), p. 10.

¹⁴ Tomasini and van Wassenhove (2009), p. 20.

¹⁵ Tomasini and van Wassenhove (2009), p. 21.

¹⁶ Tomasini and van Wassenhove (2009), p. 45.

	Commercial Supply Chain	Humanitarian Supply Chain
Range	From supplier to customer	From donors and suppliers to beneficiaries
Actors	Known, with aligned incentives	Multiple in nature, with misaligned incentives
Customer	End user = Buyer	End user (Beneficiary) $\neq$ Buyer (donor)
Supplier	Supplier, known in advance generally	Supplier and/or donor uncertain and multiple
Environment	More and more volatile	Highly volatile and unstable
Shelf Life	Some years, but tends to shorten	Some weeks to some months in total, depends on type of crises
Demand	Relatively stable, predictable	Relatively uncertain and unpredictable in terms of timing, location, type, and size
Lead Time	Determined by the supplier-manufacturer-DC-retailer chain	Approximately zero lead time requirements
Distribution Network Configuration	Well-defined methods for determining number and locations of distribution centers	Challenging due to the nature of the unknowns (locations, type and size of events, politics, and culture), and “last mile” considerations
Information System	Well-defined, advanced technology	Information often unreliable, incomplete or non-existent

Tab. 1: Selection of main differences between humanitarian and commercial logistics¹⁷

As the most relevant actors, such as suppliers and donors, involved in a relief operation are usually unknown and multiple, the design of the supply chain is often unclear and temporary.¹⁸ Simultaneously, existing incentives vary in reality, e. g. looking at price fixing of local logistics service providers during ongoing disasters. These circumstances cause difficulties and delays in the partly ad-hoc configuration of distribution networks. The visibility of the supply chain structure is also complicated by the role of the donor as a buyer. Humanitarian organizations are faced with changing (private, corporate, and governmental) donors and their specific expectations, which is partly problematic as they are responding to third party information (or determined by policy makers) and not directly to the beneficiaries' needs known by relief organizations (e. g. imbalanced resource allocation/response to running disasters caused by project or crisis-linked donations). As the operational environment of relief organizations is determined by random events, and thus highly volatile and unstable (e. g. aftershocks and destroyed infrastructures), the identification of demand is uncertain and relatively unpredictable while the main aim concerns the delivery of goods and services as quickly as possible. The use of and support by adequate information systems is restricted, caused by the environmental settings described as well as a lack of project or crisis unspecified funds and professional expertise on the side of technical staff.

¹⁷ Acc. to Charles et al. 2009, p. 2 and Beamon 2004, p. 77

¹⁸ E. g. Jahre and Jensen (2009), p. 1012.

Although the strength of these observations and the shelf life of each relief operation depend on the type and location of crisis dealing with (sudden or slow on-set disasters), the requirements for the management of logistics processes vary greatly between humanitarian and commercial supply chains. The aimed modeling approach has therefore to deal with specifications of the area of application and consider them adequately.

2.3 *Humanitarian Logistics Reference Models*

Before the practical process mapping could be started, a thorough literature review on humanitarian logistics process and reference models had to be undertaken. Although modeling of processes can still be described as pioneer work in humanitarian logistics research, several works were already presented in recent years. Existing works follow different approaches. Tufinkgi presented a general overview of logistics activities within relief operations from an international disaster relief perspective. Here, the focus lies more on the identification of activity sequences and task patterns following the disaster relief lifecycle (pre-disaster-, response-, and post-disaster-recovery phases).¹⁹ The developed phase model is very beneficial for the general identification of logistics related activities within relief operations, but limited in order to be applied within one relief organization. The limitations are caused by a missing differentiation between the actors (e. g. military and humanitarian actors), flows (material vs. information flow), process-oriented structure, and the consideration of all relevant planning horizons.²⁰ McGuire presented a framework for humanitarian supply chain management with a special focus on health care goods.²¹ The structure of the framework in management functions (e. g. item selection, storage or customer service) and supply chain dimensions (esp. supply network design and supply chain planning) gives very important insights for systematizations of humanitarian logistics processes. Simultaneously, the framework neglects the importance of operational processes, transferability to other sorts of humanitarian supply chains (e. g. foods or water and sanitation), and misses the opportunity to gain insights of humanitarian organizations by development which is exclusively based on literature analysis.²² Charles et al. presented a from-scratch modeling procedure in order to propose a business process reengineering approach. Based on an adjusted framework for enterprise modeling, Charles et al. carried out process mapping of an emergency response by the International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies during the 2006 Yogyakarta earthquake using BPMN.²³ It can be summed up, that the approach has proven beneficial in order to identify optimization potentials and deduce improvement suggestions, but is limited in terms of adaptability, manageability, and accuracy of the process analysis. Especially

¹⁹ Tufinkgi (2006), pp. 77.

²⁰ See also Blecken (2010), pp. 107-109.

²¹ McGuire (2006), pp. 70-74.

²² See also Blecken (2010), pp. 109-110.

²³ Charles et al. (2009), pp. 6-8.

the adaptability and manageability neglect the existing, highly demanding time restrictions of humanitarian organizations. The results are neither reusable for other cases (process analysis), nor transferable to other organizations (process model). A promising approach, which seems to overcome most of the shortcomings discussed above was presented by Blecken and will be described in the following chapter.²⁴

2.4 *The Reference Task Model for Humanitarian Supply Chains*

In order to manage the high degree of complexity involved in the logistics and supply chain management of humanitarian operations, an application of the RTM²⁵ for humanitarian supply chain management developed by Blecken (2010) seems very beneficial. The RTM for Humanitarian Operations was developed by means of interviews and field observations in cooperation with more than 30 humanitarian organizations (mainly Medecins Sans Frontiers, World Vision, Action medeor, and CARE International). Thus, it is of a highly practical nature, reflecting the real world activities in humanitarian supply chain management. The supported common terminology and repository of activity descriptions enable communication and collaboration of operations and interactions of end-user organizations. The RTM provides a tool for humanitarian organizations to rapidly visualize the tasks carried out by the organization and its supply chain partners. By clarifying roles, responsibilities, and definitions the RTM is able to support the standardization of these tasks. By using BPMN, a standardization of the formal framework and each organization-specific process model is enabled. In combination with an adequate adjustment of the BPMN specification by Blecken, the model provides generality, reusability, modularity, adaptability, and simplicity in order to standardize humanitarian supply chain processes. Each of the processes initiated by specific events are able to be modeled within organizations respecting individual structures by using lanes, while several lanes are able to represent each organization by using pools.²⁶ It gives humanitarian organizations the possibility to communicate their tasks and processes with their supply chain partners. Thus, coordination and cooperation of humanitarian logistics processes is eased. The framework of the RTM is shown in the next figure. The RTM distinguishes the tasks in a humanitarian supply chain along two axes²⁷: A hierarchical decomposition of the planning horizon (strategic, tac-

²⁴ Besides the mentioned literature it is important to refer on different (process) model fragments provided by the scientific community as well as the Sphere project as a reference model. Caused by a limited applicability for process mapping of humanitarian logistics they will be not considered in this paper. For further literature and information see Blecken (2010), pp. 112-115 and The Sphere Project (2011).

²⁵ A reference model can be understood as a general picture of e.g. processes or structures containing typical patterns of circumstances. Reference models enable systematized presentations of specific situations in adjusted models. One fundamental characteristic of reference models is their reutilization by developing specific models. See Schütte (1998), p. 63.

²⁶ Object Management Group (2008).

²⁷ For the following paragraph see Blecken (2010), pp. 121-195.

tical and operational) and a division according to the function (assessment, procurement, warehousing and transport²⁸).

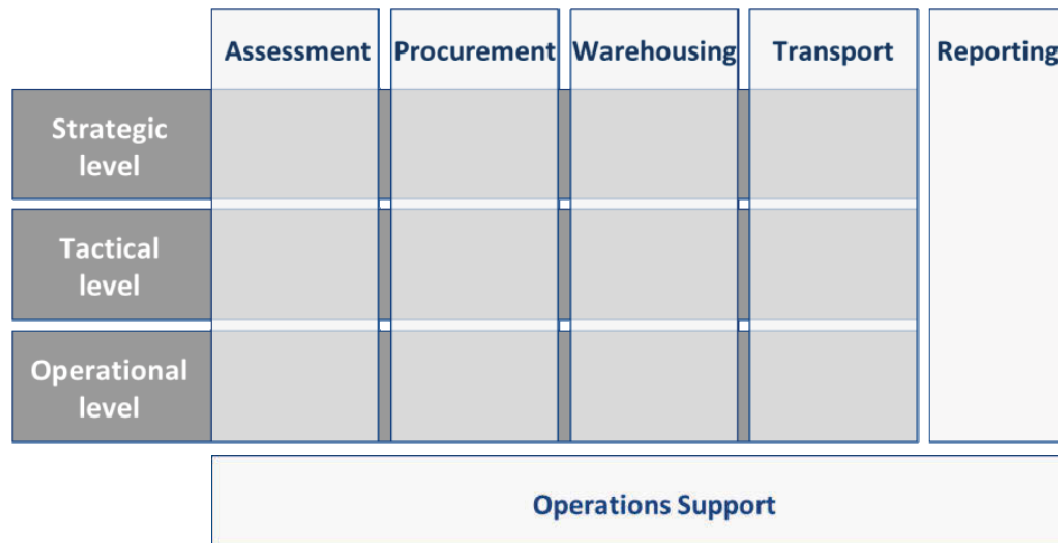


Fig. 1 Framework of the Reference Model for Humanitarian Logistics (acc. to Blecken 2010)

The strategic level deals with supply chain design tasks. Decisions on the supply chain structure (e.g. resource allocation, transport relations or choice of locations etc.) are made here. The time horizon can go beyond two years. The entire supply chain is planned and optimized on the tactical level. These supply chain planning tasks cover a time horizon between six months and two years. All tactical decisions, e.g. forecasting demand, inventory policies or marketing promotions etc., are based on decisions made on the strategic level. An optimized use of resources, which are allocated on the tactical level, is a main aim of the operational level. Each operational task on this level extends up to six months. Decisions and processes on this level focus on supply chain execution issues, e.g. order fulfillment or production scheduling.

The first pillar of the functional division contains decisions and tasks of assessment in order to determine all relevant information about the demand of an affected community and deduce adequate logistical requirements for relief operations. Figure 1 exemplarily shows several assessment tasks on the operational level, e.g. assess local capacities or initiate needs assessment. The main assessment result is the achievement of a decision basis for the next steps of the relief operation. Based on these results procurement tasks can be initiated. The aim is to quickly identify the right goods, equipment, and services in the right quantity and quality, in the right time at the right (low) costs during the procurement phase. The pre-positioning, protection, commissioning, transport preparation, and interim storage of needed goods can be reached by warehousing tasks. In order to find the right balance between storage costs and supply capability, adequate warehouse management tasks have to be decided, planned, and exe-

²⁸ Production processes are faded out, caused by the focus on the procurement and distribution of products (and services) by humanitarian organizations, see Blecken (2010), p. 53. Value adding processes in headquarters or local centers are usually limited to labeling, quality assurance, commissioning, and secondary packaging.

cuted. Transport tasks enable the material flow within the humanitarian supply chain. The transport tasks cover all modes of transport as well as all stages from the delivery of suppliers to humanitarian organizations up to the Last Mile delivery. All functions are escorted by numerous reporting and operations support tasks. They enable where-withal requirements for relief operations. For instance reports, transparency for donors, administrative defaults or performance measurement can be realized by suitable documentation tasks. The operations support can be differentiated into human resources and services as well as equipment. While human resources and service tasks contain the availability of professionals (e.g. experts on security), equipment enables a functioning material (e.g. generator) and information (e.g. communication systems) flow.

As the RTM seems most likely to enable the visualization of organization-specific processes by clarified roles, responsibilities, and definitions of each organization and its evaluation by predefined reference processes we decided to choose the RTM for the processes mapping sessions. The concrete procedures are described in the following chapter.

3 Modeling Humanitarian Supply Chains – Two Use Cases

3.1 Preliminary Remarks

In interviews with practitioners within the humanitarian sector concerning their logistics processes it is often stated that all processes are unique and always varying depending on the crisis case. Their modeling is estimated to neither to be possible to be standardized (as the processes tend to change from case to case), nor feasible in sufficiently short time. By applying the RTM, those assumptions were examined. In preparation for process mapping several tasks had to be fulfilled. As the process mapping sessions were aligned to the end-user requirements, we aimed to map the processes within one day. Therefore, the most time consuming tasks were dedicated to the selection of the reference model, its transfer into questionnaires and the modeling tool, the actual modeling following the process mapping and analysis of the process models. The information given during the interviews are treated confidentially; therefore the two participating organizations and their activities are described briefly and named A and B in the following. The situation presented in this paper ends with a first strength/weakness analysis of the results, but will be deepened in future work.

3.2 Preparing the Modeling Tool and Process Mapping

The first preparation done was to focus on the RTM and the process mapping method. The reference model contains 21 assessment, 31 procurement, 29 warehousing, and 22 transport tasks as well as each 6 reporting and operations support tasks. Each task and activity in combination with the given description was viewed and transferred into a questionnaire as a basis for the interviews. In order to not influence the interviewees, a dual process mapping method was chosen. First, each organization was asked to present their logistics processes according to their own structure and ideas (from strategic,

tactical, and operational points of view). The second part was then to inquire all tasks regarding their relevance, procedure, interdependencies, and concrete descriptions.

Simultaneously, the RTM tasks had to be transferred into a modeling tool in order to support the modeling session after the process mapping. We decided to use the meta modeling tool [em] developed at the University of Münster, Department for Information Systems by Jörg Becker and Patrick Delfmann.²⁹ [em] allows the definition of all possible modeling languages, e. g. the event-driven process chain or the BPMN. As the BPMN was developed for the commercial sector, several notations are not useful and adaptable for the humanitarian logistics context. In conclusion and according to Blecken only the basic elements of the BPMN were used for the process models. The applied specifications are depicted in the following figure.

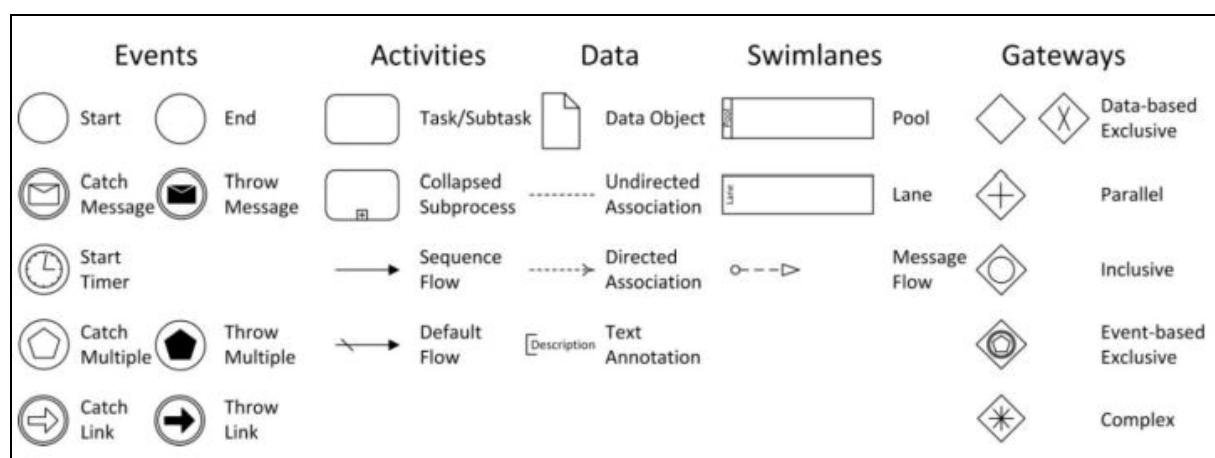


Fig. 2: Applied BPMN Elements¹

The most relevant and used event symbols are the start, end, and message events. All activity symbols were used within the process models, while the text annotation mostly was applied within the data symbols. All swim lanes and gateway symbols were of high importance for the modeling sessions. Regarding the swim lanes, pools represent organizations or actors (such as suppliers), while lanes illustrate different organizational units.

Another advantage of [em] can be seen in the flexibility in terms of used language designs for the modeler and the customizable view for the end user. The notations used by the modeler can be, e. g. transferred to specific users' requirements and demands without having an impact on the internal construction of the process model. That is of high importance, as humanitarian logistics professionals are usually not familiar with different modeling notations. By using [em] as modeling tool, the designs of process models developed by the modeler can be adjusted based on subjective and intuitive preferences of the end users. Thus, the modeler can define an organization-specific perspective for the end-user and choose new symbols, which will then replace the BPMN without altering its meaning.

²⁹ In the following only the basic technical information is given, as the focus lies more on the actual modelling approach. For further information see Delfmann et al. (2008).

Once the RTM is modeled and deposited with all descriptions (attributes) in [em], the modeler is able to create different organization specific process models based on the deployed reference model, here the RTM. The modeling process is automatically supported by an internal Visio modeling engine which is applied after all relevant tasks are selected for one organization. Thus, the generated process models do not have to be modeled manually and only have to be corrected and adjusted afterwards.

3.3 *Process Mapping*

The process mapping sessions of two different German relief organizations (organizations A and B) were carried out with logisticians from both the strategic and operational level. The interviews were structured according to the dual process mapping approach discussed above. After an overall presentation of their entire logistics processes during relief operations, the logisticians were asked if and how they tackle the tasks involved in the reference model. The interviewer team consisted of app. five to six persons, so that the moderation and recording of the interviews could be shared within the team. Following the interviews, the records were transferred to BPM models first using flipcharts (esp. in order to develop the organizations' perspectives, like pools and lanes, as well as a general process flow) and secondly the modeling tool [em] in order to refine the process flows. In the following the results will be presented by (1.) a brief description of the organization's structure, and activities as well as (2.) a deeper depiction of one exemplary task (assessment) followed by a very general depiction of subsequent logistics processes in order not to overload the paper. As the logistical assessment forms the basis for all necessary tasks within the humanitarian logistics processes, we decided to present this part of the entire process model mapped for each organization. Further findings of the entire process models are discussed in chapter 3.4 within a first strength/weakness analysis.

Organization A

Organization A is a denominational and autonomous relief organization situated in Germany and holds subsidiaries in four countries in South America, Europe and Asia. It has more than 25 full-time employees and 550 volunteers. Organization A established its own worldwide cooperation network with different local denominational organizations, e. g. parishes and hospitals. It maintains loose relationships to other humanitarian organizations within different relief networks. The relief work focuses on medical aid by delivering medicines and providing medical services/specialists during emergencies in close collaboration with its specific local partner. Besides deploying own relief teams with doctors and medical kits (also isolated shipping of goods to local partners) during disasters, organization A is also carries out long term projects in affected areas, e. g. continuation to emergency responses.

The logistics processes during the assessment phase of organization A are exemplarily depicted and described in the following. It has to be stated, that two organizations are involved in the assessment of organization A:

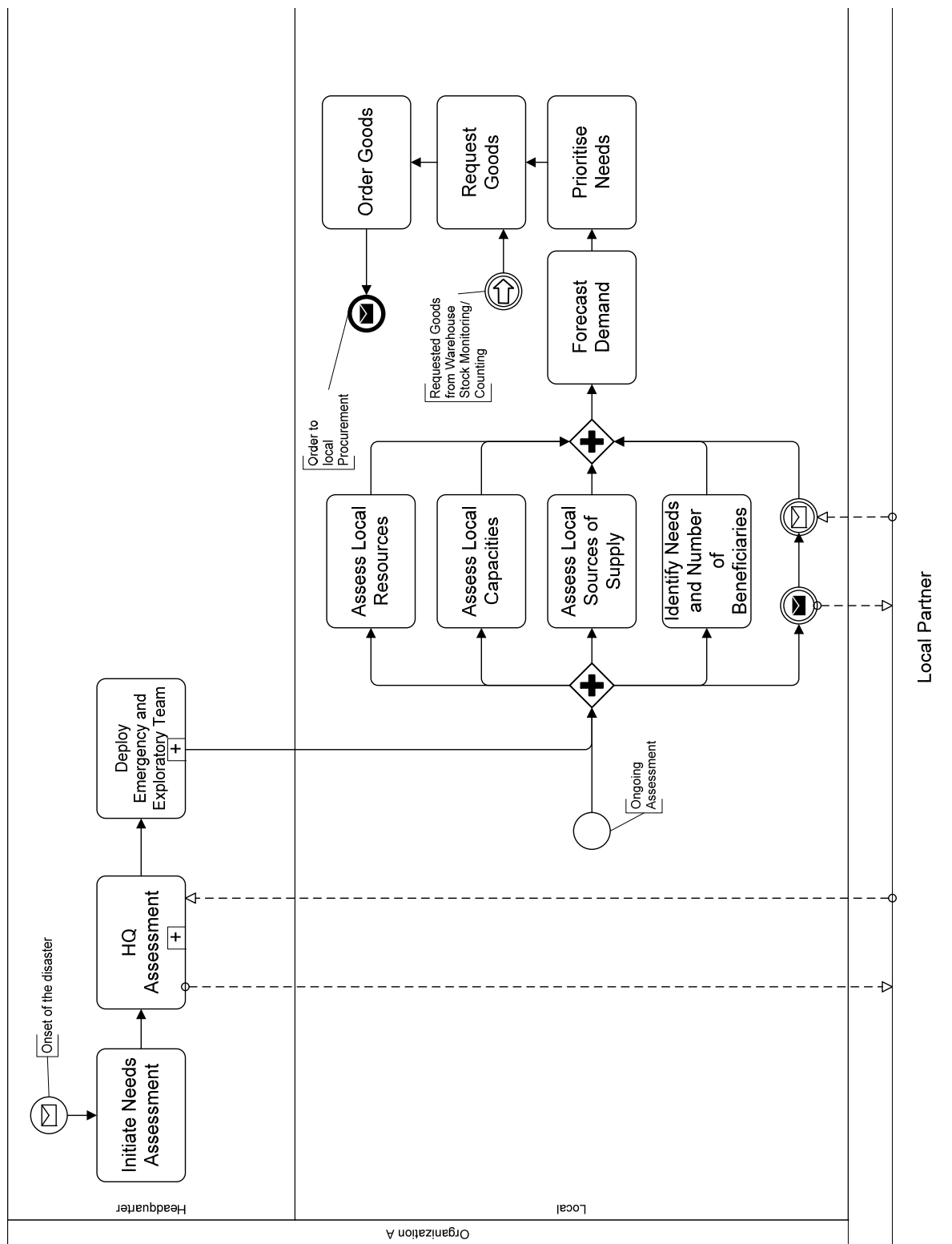


Fig. 1: Assessment by organization A

(1) the headquarters and the local team of organization A as well as (2) their local partner. The assessment process is initiated by an incoming message to the headquarters. The assessment is then divided in two steps: a pre-assessment by monitoring relevant media and contacting the local partner in order to receive an estimation of the

need and how to act. Depending on approximate forecasts of the disaster extent, first procurement processes are initiated. If the need to act is given, the emergency and exploratory team is deployed. The emergency and exploratory teams of organization A consist of four to five medical staff persons and one coordinator. After building an emergency and exploratory team their transport to the affected area is planned and executed in close coordination with the local partner, who prepares their arrival and stay. Besides the medical goods imported via on-board couriers, a common assessment of local resources, capacities, and sources of supply as well as the identification of needs and number of beneficiaries builds the basis for the detailed demand forecast and a prioritization of needs. Based on these results required stocked goods are requested at the headquarters, while – depending on specific response times – local accessible goods are ordered locally.

These assessment processes allow the deployment of emergency and exploratory teams within a short time period at low logistics related costs (small teams with pre-defined medical kits). For internal procurement stocked goods from the headquarters are shipped by available logistics service providers. External procurement processes are executed based on public invitations to tender locally (if available) or via the headquarters, except for the immediate emergency response phase. The suppliers have to be selected regularly as no standard suppliers are qualified and fixed (e. g. by missing framework agreements). Stocked and external procured goods are then picked, packaged, and labelled at the headquarters. After preparing the freight documents, scheduling and consolidating the transports, the goods are conveyed to the affected area (usually including the last mile delivery as short warehousing periods at the point of entry are aimed for). The terminated transport route and estimated time are communicated to the local emergency team. Upon arrival within the affected area the customs and shipping information are verified by the coordinator and handed over to the local team, which has already prepared storage capacities within the buildings of the local partner (usually smaller hospitals or mobile tents). After checking the quality of deliveries the goods are stocked and the inventory is updated and monitored regularly based on the utilization by the emergency team.

Organization B

While organization A acts autonomously, organization B is a national member of a worldwide network (called “umbrella organization B” in this paper). Although organization B acts self-responsibly as a registered society in Germany, its structure, guidelines, several procedures, and principles follow the directive of the umbrella organization. Organization B provides international relief operations during emergencies, but also supports local structures by e. g. rescue services, geriatric care or blood establishments. With its 4,616 local associations organization B falls back on about 70,000 employees, 400,000 volunteers, and nearly 4.1m members. The disaster relief department provides emergency responses and long term relief operations worldwide. Each relief effort outside Germany depends directly on specific requests by the umbrella organization. The personnel and volunteers of organization B may contribute as mem-

bers of internal emergency teams of organization B or within the umbrella organization as members of a common assessment team and/or a logistics team. The relief work done by the internal emergency units of organization B focuses the provision, management, maintenance and repair of three relief supplies: hospitals, mobile health stations, as well as water and sanitation plants. The staff therefore has different backgrounds, e. g. doctors, nurses, engineers or logisticians. The goods and services delivered to affected areas are conceptualized modularly and can be flexibly adjusted in terms of size and volume. Consumables, like medications, oil or foods, are usually sourced locally, while modules of the mentioned three relief supplies are stocked at the headquarters in Germany. These modules are synchronized/compatible with common and further relief supplies (e. g. common shelter tents) provided by the other national members of the umbrella organization B.

The mapped process of assessment is illustrated in the next figure. Here, organization B and its umbrella organization are also represented by two pools. The occurrence of an emergency is initiated by a request for help by the country within the affected area. The assessment processes of organization B are initiated by an information flow between the headquarters of the umbrella organization B and organization B, which starts its needs assessment. This process is divided into two levels: waiting for a request for assessment team members and (ad hoc) mobilize supplies. The request for assessment team members is executed exclusively by the umbrella organization, which is then responsible for the deployment of an internationally assembled team of specialists needed (see second lane in the umbrella organization's pool). Together with members of the local organization, the deployed team analyzes local resources, capacities and sources of supply as well as identifies the amount and needs of beneficiaries and the type and magnitude of disaster. All further activities (such as forecast demand or prioritize needs) depend on these results, which are provided to the headquarters of the umbrella organization responsible for decisions concerning the need to act. Meanwhile organization B waits for a request concerning the internal emergency teams and prepares for a possible operation by carrying out the task (ad hoc) mobilize supplies. This task can be described as a general in-house assessment (e. g. information research via media or contacting local organization) and availability check of goods (e. g. stock inspection or contacting suppliers). The actual relief operation of organization B is initiated by the request of the emergency units. Such requests concern the required goods (e. g. mobile hospital) and staff. Thus, the available goods stocked at the central warehouse of organization B are ordered directly by the umbrella organization. The composition of the team is carried out by the internal database of organization B. Simultaneously, the modular designed relief goods are prepared for the transport within the internal procurement procedure (e. g. picking, labeling, waybills, shipping documents etc.) while all external sourcing procedures for non-standard goods are communicated and aligned with the umbrella organization (caused by the possibilities of special conditions based on framework agreements). If the procurement phase is not situated within the immediate response phase, public invitations to tender have to be considered within the external procurement.

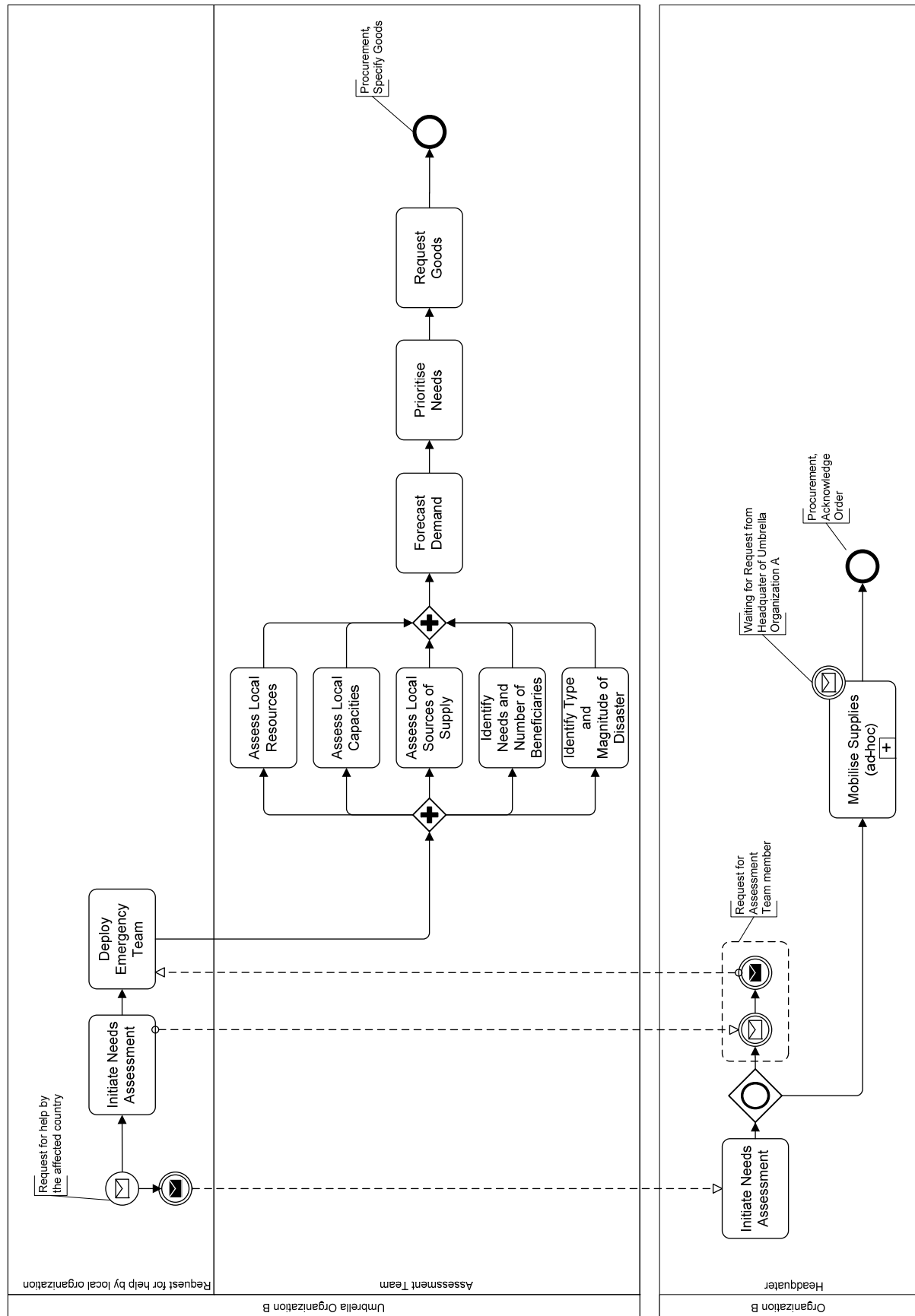


Fig. 2: Assessment by organization B

Once the externally procured non-standard goods arrive at the headquarters of organization B, the deliveries are checked and customized for the further transport (e. g. adjustment of packages). Repeat orders are based on removed goods. The transport of goods and emergency teams is combined with an on-board courier solution, so the communicated transport routes and estimated times are updated continuously. As the transported goods are usually of high volume and weight, own air transportations are chartered. The handling of all transports within the point of entry is coordinated by an own logistics team of the umbrella organization. After checking relevant documents, the logistics unit coordinates the last mile deliveries to the emergency units. All deliveries within the place of action are finally checked by the coordinators of the emergency units, which also update and monitor the inventories.

3.4 *Analyzing AS-IS Scenarios*

Based on the developed process models several conclusions could be made. Besides a first strength-/weakness analysis of the entire process models of organizations A and B, potentials and restrictions of the tool based process modeling approach were identified and are presented in the following.

Organization A

The main two advantages of organization A can be seen in its flexibility and high response speed. Both aspects are caused by centralized decision making with rapid needs assessment and a manageable size of the exploratory and emergency team. In combination with the concrete relief effort on medical services, the required goods (pre-defined and stored medical-kits as well as necessary operations support equipment) and small medical team (up to six persons including the coordinator) can be deployed fast. Simultaneously, based on new assessment information (e. g. due to endangering the emergency team or a stabilization of crisis situation) all operations can be rolled out and aborted without high logistics-related costs. The reasons for this are minimized auxiliary equipment of the emergency teams and a separate shipping of other relief goods. In reverse logistics it is mainly the personal transports that have to be planned and executed. Another main advantage can be seen in the high integration into the local structures caused by the intensive collaboration with the partner network. In consequence, local capacities and resources are used adequately. From the logistics point of view this specification allows an optimal resource allocation.

Corresponding to the mentioned advantages, the fast and flexible decision making also involves risks of inaccurate assessment results following insufficient logistics plans. As it can be observed, the worldwide disaster relief actors are continuously improving a global assessment process by deeper collaboration and coordination of actors as well as the use of advanced technologies, e. g. OCHAs situation reports or the Reliefweb.³⁰

³⁰ See the situation reports of the United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs at <http://www.unocha.org/about-us/publications/situationreports> and the Reliefweb at <http://reliefweb.int>.

Although organization A integrates an overall media check (including the mentioned networks) in their rapid needs assessment, a structured integration of these networks in the decision-making process could decrease an error proneness concerning the deployment of the emergency team. Another aspect can be seen in the recognition of the undertaken relief efforts by potential donors. As the media usually reports about disasters for not more than three weeks, organization A profits by its fast response but is disadvantaged by the media awareness. This causes a high focus and costs on public relations and advertising. The in-field media visibility of organization A could be improved by standardized external presentations of the small emergency teams, e. g. postings of the hospitals within the places of action. Additionally, the logistical professionalization in-field could be increased by trainings and preparation of the coordination staff, the use of adequate information systems, and technologies. An example can be found at the warehousing side looking at the inventory control processes, depicted in the following figure.

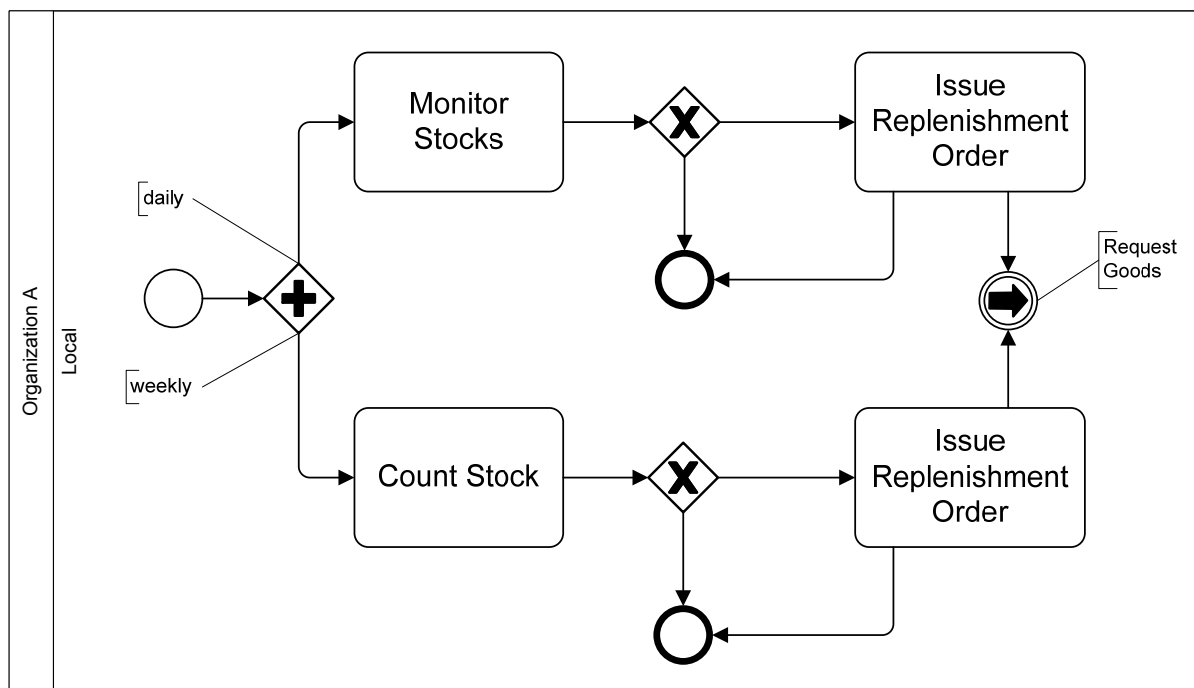


Fig. 3: Inventory Control by Organization A

After receiving goods and updating inventory, the inventory is checked regularly. The stocks are monitored daily and counted weekly manually. By applying an adequate information system (e. g. SCM software like Helios) and technology (e. g. barcode scanner) supporting the processes of removing goods, monitoring current stocks, and initiating replenishment orders both the procurement and warehousing processes could be improved. Finally one disadvantageous point has to be mentioned regarding the degree of cooperation with suppliers and logistics service providers. Although this estimation has to be verified in future work, as the RTM is limited in terms of considering the processes within external commercial partner, it seems that cooperation with existing commercial partners could be intensified, e. g. by framework agreements.

Organization B

Regarding the identified advantages of organization B, first of all, a very good preparedness and flexibility have to be highlighted. As all provided relief goods are designed modular and pre-positioned in a central warehouse located directly at a German airport, they can be deployed very fast. Organization B also falls back on a very huge amount of volunteers necessary for the roll out of their exploratory and emergency response teams. Additionally, high volume flexibility is ensured by a centralized procurement procedure via the headquarters of the umbrella organization, which can also fall back on goods stocked by other national organizations. Thus, all supplies and deliveries are globally coordinated (in contrast to local optimality) and ensure an improved resource allocation. The embedment in the umbrella organization has to be highlighted as another advantage itself, as it additionally ensures a number of various benefits. The following ones are particularly important for the logistics dimension: high use of local capacities (collaboration with national societies of the umbrella organization), centralized assessment team (with dedicated specialists), framework agreements with suppliers and logistics service providers (provided by the umbrella organization), central logistics emergency units (within the operational area), and unique identification of all national societies (visibility for donors).

On the other side, some aspects were identified as disadvantageous. In contrast to the volume flexibility, the dependence on the umbrella organization partly causes inflexibility in terms of deployment decisions. By this several inefficiencies are caused. One example can be found during the assessment process. Nowadays, as information about occurring crisis is disseminated within a few minutes worldwide, a time lack between the first information by media and the headquarters of the umbrella organization is originated. During this time organization B initiates the task “(ad hoc) Mobilize Supplies” autonomously, which is illustrated in the following figure.

After the headquarters of organization B is informed by other channels than the umbrella organization (e. g. media), an internal assessment is initiated with the aim to mobilize supplies as a preparation for a possible operation. Hereby first an extensive media check follows and the national society within the affected area is contacted in order to receive more information. Originating from these results a general internal forecast is executed, on the basis of which availability of relief goods within the central warehouse is checked and identified bottlenecks are aligned with suppliers. On the one hand this process supports the preparedness, while on the other hand several processes are slowed down. Contacting the national society could lead to redundancies and should be better organized and communicated exclusively by the umbrella organization. Ordering goods based on the internal forecast could be incorrect and cause an imbalanced resource allocation and warehouse utilization. A deepened collaborative planning and forecasting including the suppliers and logistics service providers provide a potential for improvement.

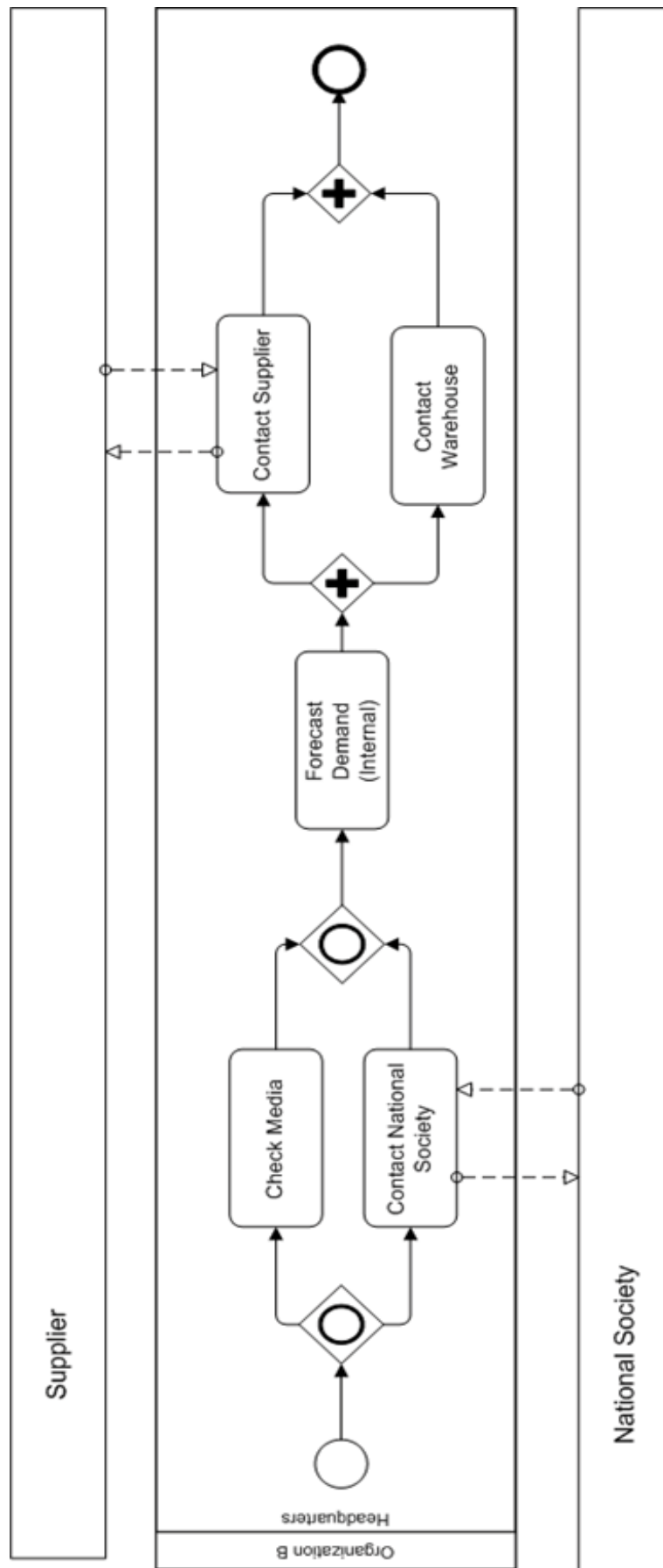


Fig. 4: (Ad hoc) Mobilize Supplies by Organization B

Another challenge can be seen in the unique selling proposition of organization B, which was mentioned to be advantageous looking at the donor side of the supply chain. Through the interviews we could identify regular errors when delivering the goods transported into the area of operation. In combination with difficulties by labeling guidelines of the logistics service providers, the transports carried out by organization B are being often lost or delivered to other national societies of the umbrella organization within the affected area (without being notified and communicated). No central information center, provided e. g. by the central logistics team, is offered to address these issues. Until now, this problem is faced by on-board courier solutions, which are insufficient in terms of time, costs, and effectiveness. This problem could be solved by a task extension of the central logistics team to the final destination instead of its current coordination of deliveries within the point of entry. Alternatively, possible solutions should be forced by negotiations with contracted logistics service providers (regarding the addressing procedures).

Tool-based Process Modeling of Humanitarian Logistics

Concerning the tool-based modeling using the RTM, which is the primary intent of the paper, several findings have been made. Most of all, the RTM has proven very beneficial. By interviewing the logisticians of both organizations a common understanding of each task was found. Looking at the internal processes, every task executed by the relief organizations was described within the RTM, although not every task contained in the RTM was covered by the activities of the organizations. In addition, it can be stated that the procedure of both developed process models offered the identification of an overall reference process of a hypothetical relief operation, beginning with the deployment of the exploratory and emergency team ending with the handover of goods to the beneficiaries. This reference process model can be used for a first identification of discrepancies within further process mappings of other humanitarian organizations. Regarding the RTM two restrictions have to be mentioned. Firstly, the processes which are linked to non-humanitarian actors, like suppliers and logistics service providers, could not be modeled as they are missing in the RTM. In order to visualize and analyze the whole humanitarian supply chain these dimensions should be supplemented within the RTM. Secondly, a necessary process analysis needs to be substantiated by relevant metrics. For this an adequate performance measurement system (PMS) with a set of relevant key performance indicators (KPIs) has to be identified and integrated within the RTM. Widera and Hellingrath presented such a PMS and have pointed out that an assignment of KPIs to process steps could support a well-founded process analysis.³¹

Another very important finding concerns the modeling tool. Once the RTM was transferred and the reference processes were modeled, the development of organization specific process models became very accurate and time-saving. The main processes on the first level were easily selected and related into an overall process chain. Addition-

³¹ See Widera and Hellingrath (2011).

ally, the modeling of sub-processes on the second level could have been carried out easily by using the predefined BPMN template within the [em] modeling engine. Until now, [em] does not support process simulation and further process analysis functions. As discussed in the context of the RTM, these extensions are necessary in order to support an integrated tool-based modeling approach, which is able to be used for an extensive analysis of humanitarian logistics processes. In sum, the achieved results by the application of the tool-based modeling approach are very promising and further efforts should be enforced in order to tackle the existing restrictions identified and outlined above.

3.5 *Next Steps*

The results obtained have to be embedded in a broad research agenda. The mentioned restrictions of the tool-based modeling approach have to be solved in a first step. Here especially the following tasks have to be undertaken:

1. Extension of the RTM with supplier and logistics service provider perspectives
2. Completing the development of a reference process model
3. Assignment of KPIs into specific process steps (embedded in a PMS)
4. Identification of adequate SCM concepts for humanitarian logistics and its assignment to the RTM
5. Extension of the modeling tool with simulation and process analysis functions

Based on a conflation of steps 1-5 the development of a process modeling and analysis toolkit for humanitarian logistics offers an innovation within the humanitarian sector. The application of the toolkit will enable a thorough visualization and founded analysis of humanitarian logistics. Thus, a detailed AS-IS scenario will be able to be used as a basis for necessary business process reengineering approaches, which offer sustainable process improvements for the end user.

Before these achievements can be reached, the developed toolkit should be validated in practice and the results should be considered adequately. For the validation further in-depth mapping sessions including the commercial actors' perspectives and relevant data collection are necessary. On this basis the process models and collected data have to be analyzed and detailed within organization specific AS-IS processes. The analysis results will then be used for the design of improved TO-BE processes, for which dedicated business process reengineering approaches have to be formulated.

4 **Findings, Practical Implications and Research limitations**

The chosen process modeling approach has proven very beneficial for the domain of humanitarian logistics. The process mapping support by the modeling tool was very helpful in terms of time invested and automated securing the accurate BPMN application. The modeler is able to concentrate exclusively on the selection of relevant tasks and the correlation of processes. The results argue that the tool-based application of the reference model promises to clarify roles and responsibilities and easily visualize

logistics processes of humanitarian organization within a short period of time. Thus, the identification of optimization potentials of logistics processes is supported. These findings form the basis for improvements of the management of logistics processes by humanitarian organizations and the communication and coordination of relief operations. Furthermore, necessary extensions of the reference model (external perspectives, reference processes, KPIs, and SCM concepts) as well as additional requirements for the modeling tool (process simulation and analysis) were deduced.

Three research limitations have to be highlighted. First, the tasks of the reference model have to be extended to external supply chain partners, esp. suppliers and logistics service providers, see e. g. Fig. 4: (Ad hoc) Mobilize Supplies by Organization B. Until now, the material, information or financial flows from relief organizations to commercial actors run out in “black boxes”. Secondly, adequate KPIs, PMS and SCM concepts have to be developed and integrated within the reference model in order to enable a founded analysis of the humanitarian supply chains and its optimization within appropriate TO-BE scenarios. Thirdly, the adjustments and extensions of the reference model and the modeling tool have to be validated in further applications and linked to the results of performance measurement. Only on this basis, the process modeling approach is able to have full effect on process optimizations of logistics performance and the reduction of logistics related costs in humanitarian organizations by corresponding business process reengineering approaches.

5 Acknowledgments

We would like to thank the project seminar group HumLog[em] and its members Sebastian Herzfeld, Fabio Pareja, Karsten Rehder, Markus Stegemann, Thomas Thimm, and Sebastian von dem Berge. The preparation and execution of the process mapping sessions could not have been realized without their untiring effort. Additionally, we gratefully acknowledge the support of PD Dr. Patrick Delfmann and Dipl.-Wirt. Inform. Hanns-Alexander Dietrich concerning the modeling tool [em]. Last but not least, we are very thankful for the cooperation with and information provided by the logisticians of both relief organizations.

6 References

- Blecken, A. (2010), *Humanitarian Logistics: Modelling Supply Chain Processes of Humanitarian Organisations*, Haupt Verlag, Bern et al.
- Blecken, A., Hellingrath, B., Dangelmaier, D., Schulz, S. F. (2009), “A Humanitarian Supply Chain Process Reference Model”, *International Journal of Services Technology*, Vol. 12, No.4, pp. 391 - 413.
- Charles, A., Luras, M., Tomasini, R. (2009), “Learning from previous humanitarian operations, a Business Process Reengineering approach”, paper presented at 6th International ISCRAM Conference, 10-13 May, Gothenburg/Sweden, available at: http://www.iscram.org/ISCRAM2009/papers/Contributions/142_Learning%20from%20previous%20humanitarian%20operations_Luras2009.pdf (accessed 20 June 2010).
- CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (2011) “2010 Disasters in Numbers”, available at: <http://cred.be/sites/default/files/PressConference2010.pdf> (accessed 25 January 2011)

- Delfmann, Patrick; Herwig, Sebastian; Karow, Milan; Lis, Lukasz: Ein Konfiguratives Metamodellierungswerkzeug. In: MobIS Workshops, 2008, S. 109–127.
- Germany's Relief Coalition (2011), "Short Review of the Year 2010" (own translation), available at: <http://www.aktion-deutschland-hilft.de/de/pressecenter/weitere-artikel/kurzer-jahresrueckblick-2010-haiti-chile-pakistan/> (accessed 10 January 2011)
- Jahre, M., Jensen, L.-M., Listou, T. (2009), "Theory Development in Humanitarian Logistics: a Framework and Three Cases, Management", Research News, Vol. 32, No. 11, pp.1008-1023
- Kuhn and Hellingrath (2002), Supply Chain Management: Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette, Springer Verlag, Berlin.
- Long, D. C., Wood, D. F. (1995), "The Logistics of Famine Relief", Journal of Business Logistics, Vol. 16, No. 1, pp. 213-229.
- McGuire, G. A. (2006), Development of a Supply Chain Management Framework for Health Care Goods Provided as Humanitarian assistance in Complex Political Emergencies, PhD Thesis, Wirtschaftsuniversität Wien, Vienna.
- Object Management Group (2008): Business Process Modeling Notation, V1.1. OMG Available Specification.
- Schulz, S. (2009), Disaster Relief Logistics: Benefits of and Impediments to Cooperation between Humanitarian Organizations, Haupt Verlag, Bern et al.
- Schütte, R. (1998): Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung - Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Wiesbaden: Gabler.
- Swiss Reinsurance Company (2009), Natural Catastrophes and Man-made Disasters in 2008: North America and Asia Suffer Heavy Losses, Swiss Reinsurance Company Ltd., Zurich.
- The Sphere Project (2011) Humanitarian Charter and Minimum Standards of Humanitarian Response, available at: www.sphereproject.org (accessed 30 May 2011).
- Thomas, A. S., Kopczak, L. R. (2005), "From Logistics to Supply Chain Management: The path forward in the humanitarian sector", available at: <http://www.fritzinstitute.org/PDFs/WhitePaper/Fromlogisticsto.pdf> (accessed 20 June 2010).
- Tomasini, R., van Wassenhove, L. (2009), Humanitarian Logistics, Palgrave MacMillan, Basingstoke.
- Tufinkgi, P. (2006), Logistik im Kontext internationaler Katastrophenhilfe: Entwicklung eines logistischen Referenzmodells für Katastrophenfälle, Haupt Verlag, Bern et al.
- Van Wassenhove, L. (2006), "Blackett Memorial Lecture, Humanitarian Ais Logistics: Supply Chain Management in High Gear", Journal of the Operational Research Society, Vol. 57, pp. 475-589.
- Widera, Adam, Hellingrath, Bernd (2011) Performance Measurement Systems for Humanitarian Logistics, in: Hammervoll, Trond (Eds.). Proceedings of NOFOMA 2011, Harstad, pp. 1327–1342.

Humanitäre Logistik versus kommerzielle Logistik

Hella Abidi

Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement (ild),
FOM Hochschule für Oekonomie & Management, Leimkugelstr. 6, 45141 Essen,
hella.abidi@fom-ild.de

Matthias Klumpp

Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement (ild),
FOM Hochschule für Oekonomie & Management, Leimkugelstr. 6, 45141 Essen,
matthias.klumpp@fom-ild.de

Abstract

Humanitarian Logistics recently becomes very important in research and practice. The purpose of this research paper is to compare the operative and strategical level of a commercial logistics and humanitarian logistics. This comparison will outline the essential factors for the identification of challenges in humanitarian logistics, discussion about the development of humanitarian logistics as a separate sector in the logistics context as well as verification if the logistics and transport provider offer a service to lowest price to Relief Organization.

Die Autoren bedanken sich für die Zusammenarbeit bei Dirk Angemeer und Ursula Stutenbäumer von action medeor in Tönisvorst sowie bei Clemens Pott vom Deutschen Roten Kreuz in Berlin.

1 Einführung

Die humanitäre Logistik gewinnt seit kurzer Zeit immer mehr an Bedeutung und entwickelt sich zu einem wichtigen Zukunftsbereich, da zu beobachten ist, dass Publikationen in verschiedenen nationalen und insbesondere internationalen Literaturquellen über dieses Thema vorgenommen werden. Des Weiteren wird über das Thema auf diversen internationalen Konferenzen und Workshops referiert. Unter anderem war dies ein Thema des BVL Logistik-Kongress 2010.¹ Hierbei erfolgten Fragestellungen über Herausforderungen in der humanitären Logistik, die Koordination im Rahmen der humanitären Hilfe, Performance Measurement, Effizienzmessung, Gestaltung der humanitären Supply Chain, Materialflusssteuerung der humanitären Hilfsgüter, kurze Lieferzeiten, Auslieferung der richtigen Güter in der kürzesten Zeit, Transportmodelle, Netzwerkmodellierung und -aufbau sowie die Distribution- und Beschaffungslogistik.²

In Folge der Datenerfassung von CRED und Sigma, Swiss Reinsurance Company Ltd. Economic Research& Consulting, ist ein Anstieg der „man-made“³ und insbesondere der natürlichen Katastrophen, zu verzeichnen. Die Anzahl der Katastrophen seit 1970 hat sich versechsfacht; daraus resultierten hohe ökonomische Schäden sowie eine hohe Anzahl an Verletzten und Toten.⁴

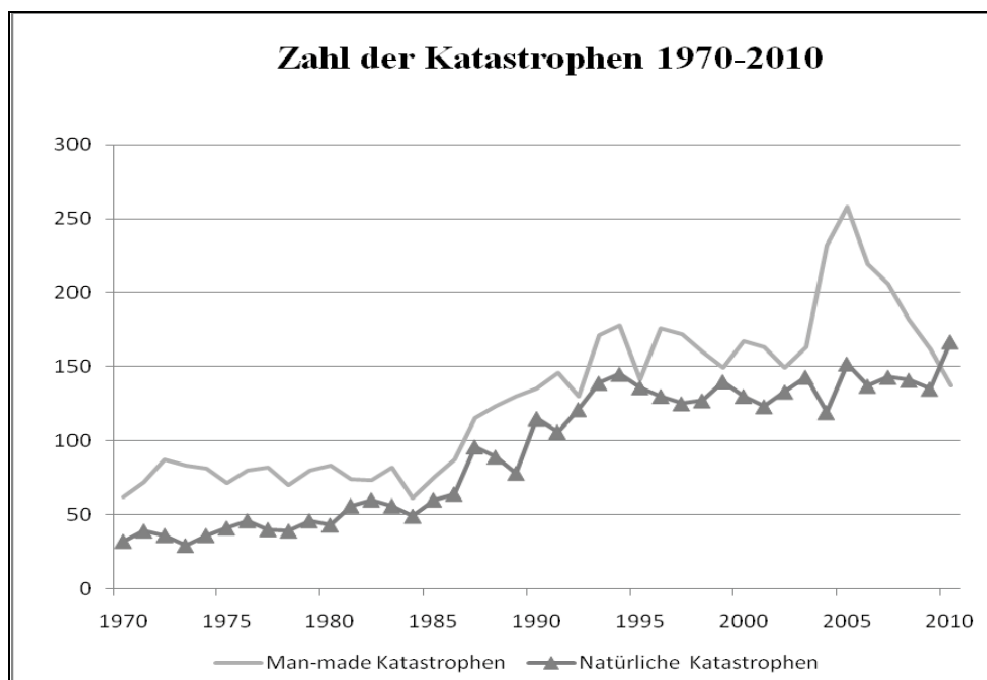


Abb. 1: Zahl der Katastrophen von 1970 bis 2010⁵

¹ Vgl. Baumgarten (2010)

² Vgl. Beamon/Burcu (2008); Kovacz/Spens (2007); Kovacz/Tatham (2008); Bölsche (2009); Gagnon et al. (2010); Tufinkgi (2006); Kovacz/Spens (2009)

³ „man made“: Katastrophen, die dem Menschen als Verursacher zuzuordnen sind, da sie Kriege, Industrieunfälle, Transportunfälle, terroristische Anschläge, Bürgerkriege und politische Konflikte verantworten

⁴ Vgl. Bevere et al. (2011), S. 1; EM-Dat (2011)

⁵ Quelle: Bevere et al. (2011), S. 2ff.

Im Jahr 2010 ereigneten sich insgesamt 304 Katastrophen. Davon waren 167 natürlicher Ursache in Form von Erdbeben, Überschwemmungen, Sturm, Erdrutsch, Dürren und Vulkanausbrüchen, woraus zwangsweise weitere Anlässe wie die medizinische Hilfe für ausgebrochene Krankheiten, Epidemien und Hungersnöte resultierten. Des Weiteren ereigneten sich 137 Katastrophen, die in der menschlichen Verantwortung liegen in Form von politischen Krisensituationen wie Kriege, politische, terroristische und bewaffnete Konflikte, Bürgerkrieg und technologische Anlässe durch biologische, chemische und nukleare Ereignisse, wie beispielsweise eine Ölpest. Der ökonomische Schaden betrug 218 Milliarden USD und 304.000 Menschen fielen den Katastrophen zum Opfer. Die größten Katastrophen im Jahr 2010 waren das Erdbeben auf Haiti, die Hitzewelle in Russland und die Flut in Pakistan.⁶

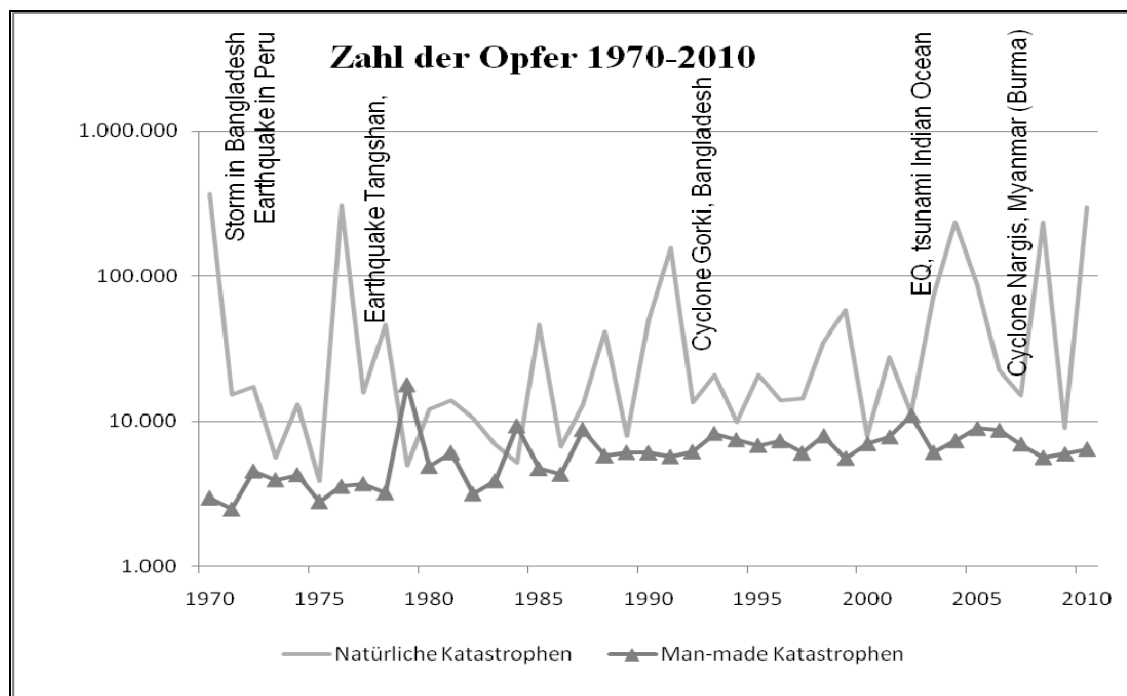


Abb. 2: Zahl der Opfer von 1970 bis 2010⁷

In diesem Kontext ist zu erwähnen, dass die humanitäre Hilfe die effektive und effiziente logistische Abwicklung von Hilfsmaßnahmen erfordert. Während dies für jedes Wirtschaftsunternehmen einen essentiellen Faktor darstellt, ist die Bedeutung eines reibungslosen logistischen Ablaufs für humanitäre Hilfsmaßnahmen ungemein wichtiger, da das Ziel der humanitären Logistik in der Rettung von Menschenleben liegt.

„Humanitäre Logistik beinhaltet sämtliche klassische Tätigkeiten der Logistik für Nothilfeprojekte in Krisen- und Konfliktregionen mit den thematischen Schwerpunkten Wasser, Nahrung, Unterkunft, medizinische Grundversorgung, einfache Infrastruktur, Training u.a..⁸ Trotz des Anstiegs von Umweltkatastrophen seit 1970 fokussieren sich Logistikexperten maßgeblich auf den kommerziellen Bereich und die humanitäre

⁶ Vgl. Bevere et al. (2011), S. 1; EM-Dat (2011)

⁷ Quelle: Bevere et al. (2011), S. 2ff.

⁸ Blecken (2006), S.3; Blecken (2010)

Logistik wird größtenteils von Hilfsorganisationen ohne besondere Logistikkenntnisse durchgeführt.⁹ Festzustellen ist, dass die humanitäre Logistik im Vergleich zur kommerziellen Logistik kostenintensiver ist.¹⁰ Des Weiteren gibt es zwischen den beiden Bereichen essentielle Unterschiede in Form von strategischen Zielen, Kundenstrukturen, Nachfragestrukturen, Verkehrsinfrastrukturen und gesellschaftlichen Faktoren.¹¹ In diesem Forschungsbeitrag wird der Bereich der humanitären Logistik mit der kommerziellen Logistik verglichen, dabei wird sowohl die strategische als auch die operative Ebene berücksichtigt. Diese Untersuchung wird unterstützt durch Einholung von Transportpreisen der zu transportierenden Güter, wie Medikamente, in einer Krisensituation. Hierbei werden die Transportkosten, die dem humanitären Medikamenten Hilfswerk angeboten wurden, mit den Transportkosten, die von einem kommerziellen Logistikdienstleister offeriert werden, verglichen.

2 Literaturstand

Im Rahmen der Literaturrecherche wurde ermittelt, dass nur wenige wissenschaftliche Publikationen zum Bereich der humanitären Logistik zur Verfügung stehen.¹² Es ist festzustellen, dass die Themenbreite sowie -tiefe, die aus der kommerziellen Logistik bekannt ist, hier nicht zu finden ist. Obwohl bereits Altay und Green 2006 feststellten, dass es wenige Publikation gibt, die diesen Themenbereich abhandeln, kam Chandraprakash 2010 in einer weiteren Literaturuntersuchung in wissenschaftlichen Journals zur gleichen Feststellung, nämlich dass der Sektor der humanitären Logistik nach wie vor im Vergleich zur kommerziellen Logistik wenig erforscht ist. Des Weiteren gibt es nur wenige Problemfelder der humanitären Logistik, die mit Hilfe mathematischer Modelle gelöst wurden. Die Gründe für die Forschungslücke in diesem Bereich resultiert zum einen aus dem geringen Interesse der Gesellschaft und zum anderen daraus, dass kein Profit abschöpfbar ist. Zusätzlich ist der Bereich der humanitären Logistik im Jahr 2004 durch die chaotische Logistik während der Tsunami Katastrophe bekannt geworden¹³. Van Wassenhove untersuchte 2006 den Wissenstransfer zwischen der kommerziellen, sowie militärischen und humanitären Logistik. Hierbei konzipierte er ein Modell, wie die Logistik in einem Katastrophenfall während der Bereitschaftsphase effektiv zu gestalten ist. Dieses Modell besteht aus fünf Elementen: Personal, Wissen, operatives Management, Finanzen und Gesellschaft. Weiterhin entwickelten Orlunba und Gray im Jahre 2006 ein Modell, welches die agile Supply Chain für den humanitären Bereich darstellt. 2007 wurden von Kovacs und Spens die humanitäre mit der kommerziellen Logistik verglichen und Parallelen gezogen, um das benötigte Wissen aus der kommerziellen Logistik auf die humanitäre Logistik zu übertragen. 2009 erstellten Jahre und Jensen einen Rahmenlehrplan, um zu erkennen, welches Wissen

⁹ Vgl. Baumgarten (2010)

¹⁰ Vgl. Thomas/Kopczak (2005); Wilhaus (2010)

¹¹ Vgl. Beamon (2004); Thomas/Kopczak (2005); Van Wassenhove (2006), S. 475 ff.

¹² Vgl. Kovacs/Spens (2007), S. 100 ff.

¹³ Vgl. Heaslip (2008), S. 295

und welche Lerninhalte im Rahmen der humanitären Logistik zu lehren sind. Davidson (2006) sowie Beamon und Balcik (2008) befassten sich mit dem Thema der Effizienzmessung in der humanitären Logistik. Hierbei verglichen Beamon und Balcik die Effizienzmessung sowie deren Input und Output Indikatoren mit der kommerziellen Logistik. Die Modellentwicklungen der Lagerstandorte wurden 2006 von Beamon und Kotleba durchgeführt. Ein Modell über Einlagerung der Hilfsgüter wurde 2008 von Balcik und Beamon konzipiert.

Da es sich bei dem Bereich der humanitären Logistik um eine junge Disziplin handelt, werden hierzu die Herausforderungen sowie Merkmale der humanitären Logistik ausgearbeitet, welche von Kovacs und Spens (2009) untersucht wurden. Im Bereich der Distribution von Hilfsgütern an die Betroffenen wurde ein mathematisches Distributionsmodell für die Last Mile in Haiti von Vitoriano et al. (2010) aufgestellt. Intensive Vergleiche zwischen der humanitären und kommerziellen Logistik wurden 2003 von Thomas (Fritz Institute), Beamon 2004 sowie Aslanzadeh et al. 2009 durchgeführt. Diese Vergleiche beziehen sich auf die Effizienzmessung, Lagerstandorte, Informationssystem und strategische Ziele. In Folge dessen wurden die qualitativen Merkmale untersucht.

Der vorliegende Forschungsbeitrag konzentriert sich auf die These, dass die Logistikdienstleister die Logistik an die humanitären Organisationen zu Selbstkosten anbieten. Jedoch wurde im Rahmen der Recherche festgestellt, dass die Logistikpreise sich z.T. unterscheiden, da beispielsweise der Logistikdienstleister bestimmte Transporte gespendet hat. Die Gründe für ein derartiges Handeln sind unterschiedlich. Primär ist das Image des Unternehmens zu pflegen. Aber beim Eintritt einer Katastrophe sind die Transportkapazitäten gering. In der näheren Betrachtung kann festgestellt werden, dass die Anfrage beim Eintritt einer Katastrophe, auf Grund des hohen Transportaufkommens, steigt. Weiterhin gibt dieser Forschungsbeitrag Anregungen für künftige Forschungen im Bereich der Konditionsverhandlung und das Auffangen der Peak Season, in dem ein Logistik Maßnahmenkatalog zwischen den Parteien erstellt wird.

3 Vergleich humanitärer Logistik mit kommerzieller Logistik

Auf Grund dieser Differenzen erfolgt im Rahmen dieses Forschungsbeitrags ein Vergleich zwischen der humanitären und kommerziellen Logistik auf strategischer und operativer Ebene.

3.1 Strategische Ebene

Supply Chain Design dient für den kommerziellen Sektor als ein strategisches Instrument. Denn „unter Supply Chain Design wird ein strategischer aggregierter Planungsprozess verstanden, im Rahmen dessen ganzheitlich die Infrastruktur der Supply Chain über alle Funktionen – Lieferanten, Produktionsstätten, Läger, Vertriebszentren, Transportmodi, Produktionsprozesse – sowie die sich daraus ergebenden Güterströme für mehrere Jahre ermittelt werden, um die Kundenbedarfe zu decken und eine effekti-

ve Erreichung der Sachziele des Supply Chain Management sicherzustellen“¹⁴. Auf Grund einer veränderten Zielorientierung bedarf es entsprechender Anpassungen bei der Übertragung des Konzeptes auf die humanitäre Supply Chain. Das Konzept des Supply Chain Designs aus der kommerziellen Logistik in der humanitären Logistik anzuwenden erweist sich zunächst als schwierig: Das Hauptproblem in der humanitären Logistik liegt darin, die Güterströme, bzw. die Hilfsdienstleistungen, mit den entsprechenden Informations- und Kommunikationsflüssen in der richtigen Zeit, in der richtigen Menge, zum richtigen Ort, in der richtigen Qualität, zu den richtigen Preiskonditionen zu koordinieren. Auf Haiti wurden die global Player wie International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC), UN World Food Programme (WFP), United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF), World Health Organization (WHO), United Nations Development Programme (UNDP), United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR) und International Organization for Migration (IOM) in Clustern eingruppiert. Dieses Koordinationskonzept wurde nach den Ereignissen des Tsunamis 2004 und des Hurrikans Katrina 2005 entwickelt, um die Schwachstelle der Koordination zu beseitigen und Verantwortlichkeiten zu verteilen.¹⁵ Diese Cluster-Gruppen sind wie folgt klassifiziert:¹⁶

- UNICEF ist für Wasser, Sanitär und Hygiene zuständig
- IOM koordiniert und steuert die Cluster-Gruppen
- IFRC ist für die Notunterkünfte und Camps verantwortlich
- UNICEF sowie WFP organisieren und verantworten den IT-und Kommunikationsbereich
- WHO ist für den Gesundheitsbereich verantwortlich
- UNICEF koordiniert den Lebensmittelbereich
- UNHCR und UNICEF bekleiden die Schutzfunktion

United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (UN OCHA) bestätigt, dass dieses Koordinationskonzept für Erfolge auf Haiti sorgte und damit einen weiteren Beitrag zur Koordination der Hilfsorganisationen leistete.¹⁷ Die Supply Chain in der humanitären Logistik leistet nicht nur die transparente, effektive und effiziente Gestaltung des Materialflusses, Informationsflusses und Geldflusses, die globale Supply Chain in der humanitären Logistik muss agil und adaptiv ausgerichtet bzw. abgestimmt sein.¹⁸ Denn die Hilfe muss den Bedürftigen innerhalb von 48 Stunden in einem Katastrophengebiet zur Verfügung stehen.¹⁹ Beispielsweise erkannte die IFRC, dass die zentralisierte Supply Chain nicht die gewünschte Performance liefert, um so viele Menschenleben wie möglich zu retten. Des Weiteren war die Supply Chain, die durch die Hauptniederlassung der IFRC in Genf geführt wurde, intransparent, kosten-

¹⁴ Kohler (2008), S.13

¹⁵ Vgl. Van Wassenhove et al. (2010), S. 8 ff.

¹⁶ Vgl. Van Wassenhove et al. (2010), S. 9

¹⁷ Vgl. UN OCHA (2011)

¹⁸ Vgl. Gatignon et al. (2010), S. 103 ff.

¹⁹ Vgl. Tomasini et al. (2009), S. 41 ff.

intensiv und ineffizient. Denn das zentralisierte System sorgte für die Distribution der Hilfsgüter nach der Push-Strategie, da ein hohes Aufkommen an Gütern interkontinental befördert und in den Lägern und Flughäfen im Katastrophengebiet eingelagert wurden. Der Informationsfluss wurde zudem zentralisiert. Hierbei erfolgte die Information der benötigten Güter direkt an die Hauptniederlassung in Genf, statt direkt zu den Lieferanten.

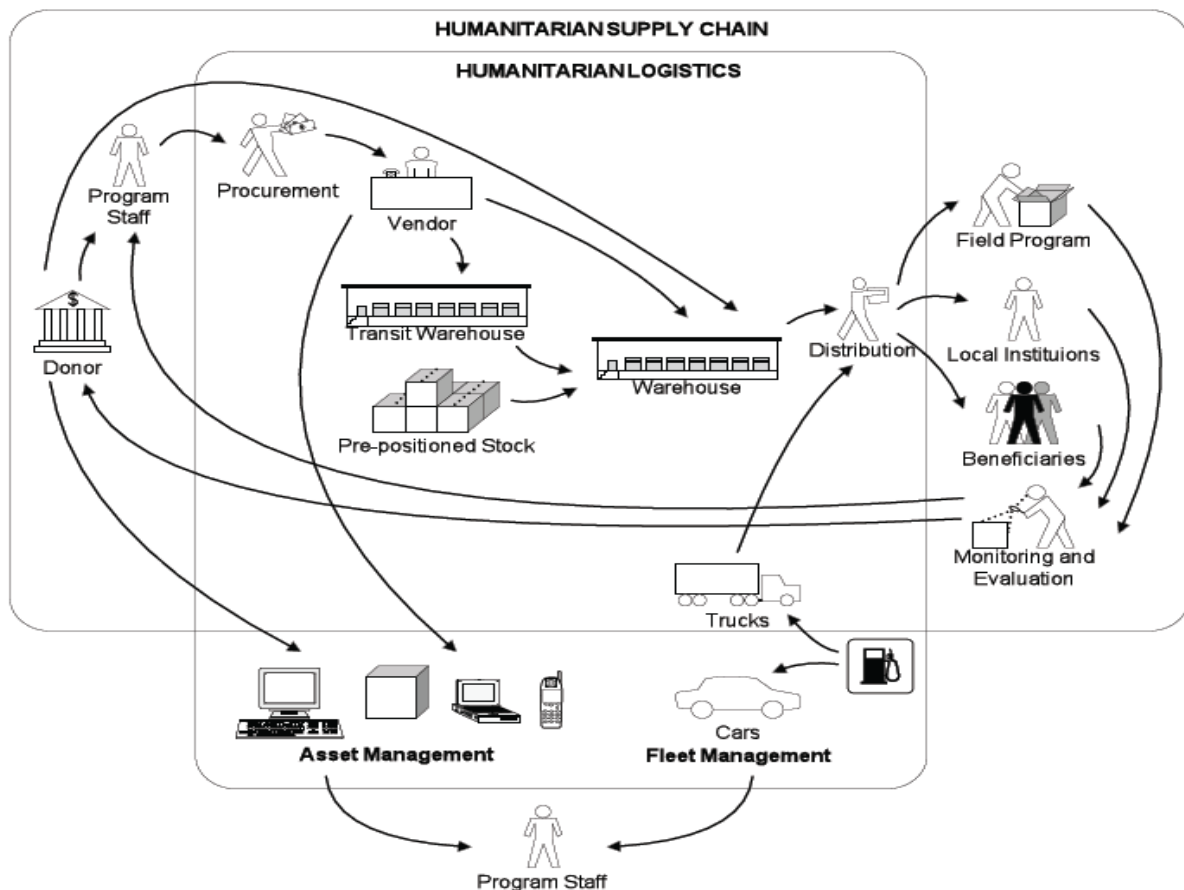


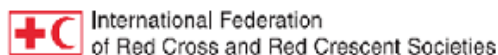
Abb. 3: Humanitäre Supply Chain²⁰

Im Juli 2006 wurde die Supply Chain novelliert in Form einer Dezentralisierung. Dabei wurden drei weltweit verteilte Läger errichtet: Kuala Lumpur, Dubai und Panama. Das Lager in Kuala Lumpur versorgt Asien und Australien, Dubai liegt direkt in der Nähe vom Seehafen und Flughafen und es werden jährlich 12 Millionen Tonnen umgeschlagen. Hier werden Europa, der Mittlere Osten und Afrika versorgt. Panama versorgt hingegen Amerika mit Hilfsgütern. In diesen Lägern werden Hilfsgüter eingelagert, die den Bedarf nach einem Katastrophenereignis innerhalb von 48 Stunden abdecken. Alle drei Läger zusammen können innerhalb kürzester Zeit 34.000 Familien, und jedes einzelne Lager 5.000 Familien innerhalb von 48 Stunden mit Hilfsgütern versorgen. Diese Läger sind verantwortlich für die Auslieferung, Mobilisierung der Helfer-Teams in Einsätzen, Beschaffung, Lagerung und Fuhrparkmanagement.²¹ Des Weiteren

²⁰ Quelle: Howden (2009)

²¹ Olsen (2007)

ren werden Mobilisationspläne, wie in der folgenden Tabelle aufgezeigt wird, aufgestellt, die den Bedarf an Gütern, die benötigte Menge, den Namen des Spenders und die Beschreibung des Hilfsgutes aufzeigen. Dieser Mobilisationsplan verhilft den Einsatz der Pull-Strategie, denn es werden keine unnötigen Güter zu den Hilfsbedürftigen geliefert, die die eingeschränkten Lagerkapazitäten in Anspruch nehmen, sondern es werden der Bedarf und die Beschaffungsmöglichkeit ermittelt. Anhand dieser Prozedur erfolgt die Versorgung der Hilfsbedürftigen mit Hilfsgütern.²²



Mobilization table report

Appeal code : MDRHT008
Appeal name : Haiti - Earthquake

OU name : IFRC Regional Logistics Unit - Panama
Report date : 25/01/10 23:18

Commodity	UOM	Total quantity needed	Unit price (CHF)	PHT029 HT	Donor	CTN	PO/IKD no	IKD status	Solicitation status	Remarks	Estimated total cost (CHF)	Estimated outstanding cost (CHF)
Inside appeal items												
APROGLOVHDM	Pce	5000	5	5000							25000	25000
GLOVE, H. DUTY, rubber + canvas, elbow length, pair, size M				5000	American Red Cross	10-0000125	IKDN-PADRU-10-A-0014		Solicited		25000	0.0000000000
Outstanding		0	0						Coverage		100%	
CSATZFCH001	Pce	15	500	15							7500	7500
IRIDIUM PHONE 9505A				15	American Red Cross	10-0000215	IKDN-PADRU-10-A-0042		Solicited	with a 500 minute prepaid card	7500	0.0000000000
Outstanding		0	0						Coverage		100%	
DASDCHLA0020T	Tab	27000000	0.01	27000000							286200	286200
CHLORE, 20mg (NaDCC 33mg), for 5L water purif, tab.				4230000	IFRC	10-0000232	IKDN-PADRU-10-A-0031		Solicited		4483.8	281716.2
				1100000	American Red Cross	10-0000152	IKDN-PADRU-10-A-0042		Solicited		11660	270056.2
				4800000	Austrian Red Cross	10-0000235	IKDN-PADRU-10-A-0024		Solicited	950,000 + 3,840,000 pcs	50880	219176.2
				7000000	Netherlands Red Cross	10-0000262	IKDN-PADRU-10-A-0055		Solicited		74200	144976.2
				14400000	Belgium Red Cross (Flanders)	10-0000201	IKDN-PADRU-10-A-0051		Solicited		152640	-7663.8
Outstanding		-723000	0						Coverage		102.68%	

Tab. 1: IFRC Mobilisationsplan für Haiti 01/2010²³

3.2 Operative Ebene

Die operative Ebene untersucht die Unterschiede und Gemeinsamkeiten des Güter- und Informationsflusses bei einem Hilfseinsatz im Vergleich zu einem produzierenden Unternehmen, das den Endkunden mit Gütern und die dazugehörigen Informationen versorgt. Der Vergleich der Erstellung des logistischen Leistungsprozesses erfolgt unter Berücksichtigung der logistischen Preiskonditionen, Transportnetzwerke und logistischer Infrastruktureinrichtungen, wie Lagereinrichtung, Umschlagspunkte und Personaleinsatz. Die Vertragspartner in der kommerziellen Logistik sind Lieferanten, Geldgeber, beispielsweise Banken oder Staaten mit den dazugehörigen Regularien und Gesetzen, beratende Institutionen, beispielsweise die Industrie- und Handelskammern,

²² IFRC (2006); Gatignon et al. (2010), S. 105

²³ Quelle: DRK Berlin (2011)

Dienstleistungskunden, Endkonsumenten und Dienstleister. Vereinfacht dargestellt besteht die Wertschöpfungskette aus Verkäufer, Käufer, Dienstleister und Kunden. In der humanitären Logistik existieren zahlreiche und unterschiedliche Vertragspartner bzw. Akteure. Die Klassifizierung ist wie folgt²⁴:

- Zivilbevölkerung der betroffenen Community
- Örtliche Regierung
- Benachbarte Communities und Regionen
- Ausländische Regierungen (auch bilaterale Abkommen)
- Multilaterale, regierungsübergreifende Einrichtungen und Institutionen (Inter-Governmental Organisations - IGOs)
- Humanitäre Nicht-Regierungsorganisationen
- Privatsektor
- Spezialisierte Institutionen
- Militär

McLachlin et al. (2009) differenzierte die Ziele der beiden Bereiche voneinander. Die kommerzielle Logistik verfolgt das Ziel der Gewinnmaximierung und ist nicht in einem Katastrophengebiet bzw. in einer zerstörten Umgebung aktiv. Die Unternehmung wird mit Investitionsgütern, Industriegütern, Konsumgütern und Dienstleistungen für die Erstellung der Leistungsprozesse versorgt.²⁵

Das Ziel in der humanitären Logistik hingegen ist nicht die Gewinnmaximierung. Die Erstellung der Leistungsprozesse erfolgt i.d.R. auf Selbstkosten. Die Beteiligten der Prozesskette in der humanitären Logistik sind in Katastrophengebieten tätig. Diese verhelfen den Ländern, nach einer natürlichen oder man-made Katastrophe, mit Aufbau- und Entwicklungshilfe sowie Soforthilfe. Diese versorgt die Hilfsbedürftigen mit Hilfsgütern, wie Medikamenten, Kleidung, Nahrung, Unterkunft, Wasser, Elektrizität und Wissen.²⁶ Im Bereich der humanitären Hilfe existiert ein sogenanntes „Disaster Management Cycle“²⁷: „Preparedness“, „response“, „recovery“ und „mitigation“, welches als eine Art von Riskmanagement zu interpretieren ist. „Preparedness“ bezieht sich auf die Planung und die Vorbereitungsmaßnahmen auf eine Katastrophe in Form von Evakuierung, Personalaufstellung und Bereitstellung der Hilfsgüter. „Response“ ist die Phase nach dem Eintritt einer Katastrophe. Der Hauptfokus liegt hier bei der Rettung der Menschen, Schadensverminderung und -vermeidung, sowie die Verteilung von Hilfsgütern und weiteren Gütern an die Bedürftigen. „Recovery“ bezieht sich auf die Aufbauhilfe der durch die Katastrophe betroffenen Region, wie Aufbau der Unterkünfte und Schulen. „Mitigation“ betrifft den Aufbau von Gegenmaßnahmen (z.B. Dämme bei einer Flutkatastrophe) um weitere verheerende Folgen zu vermeiden.²⁸ Bei

²⁴ Tufingki (2006), S. 137

²⁵ Vgl. McLachlin et al. (2009), S. 1057 ff.

²⁶ Vgl. McLachlin et al. (2009), S. 1056 ff.

²⁷ Haddow et al. (2008), S. 391

²⁸ Vgl. Haddow et al. (2008), S. 185

allen vier Phasen des „Disaster Management Cycle“²⁹ im humanitären Bereich spielt die Logistik eine bedeutende Rolle, um die Effizienz zu steigern und viele Menschenleben zu retten.³⁰

In der kommerziellen Logistik wird die Logistik in vier Dimensionen, bzw. Subsystemen, untergliedert. Diese sind Beschaffungslogistik, Produktionslogistik, Distributionslogistik sowie Entsorgungslogistik.³¹ Um einen verständlichen Vergleich zwischen diesen Subsystemen durchführen zu können, wird dies anhand eines Beispiels aus der betrieblichen Praxis dargestellt. In dieser Forschungsarbeit werden die Beschaffungs- und Distributionslogistik miteinander verglichen. Im Sektor der kommerziellen Logistik handelt es sich um eine internationale Unternehmung aus dem Baumarkthandel, welche ca. 400 Filialen europaweit mit Baumarktartikeln innerhalb von 24-72 Stunden beliefert. Dieses Unternehmen bezieht die Artikel aus dem heimischen Markt, Übersee sowie europaweit. Dieses verfügt über ein breit aufgestelltes Netzwerk in Form von Cross Docking Zentren zur Realisierung der Beschaffungs- und Distributionskonzepte.³² Darüber hinaus werden namhafte Logistikdienstleister eingesetzt, welche die Logistikprozesse organisieren. Im humanitären Sektor ist das Erdbeben auf Haiti in Betracht zu ziehen, bei dem im Januar 2010 durch ein verheerendes Erdbeben 222.570 Menschen ums Leben kamen. 3.700.000 Menschen wurden verletzt bzw. obdachlos. Der ökonomische Schaden betrug 8.000.000 USD.³³ Ziele der humanitären Hilfe, in Form von Organisationen, Mitarbeitern, ehrenamtlichen Helfern, Regierung sowie der UN, fokussierten sich auf die Katastrophenhilfe und u.a. auf die Lieferung der Hilfsgüter innerhalb von 24/48 Stunden.

I) Beschaffungslogistik

- a. *Kommerzielle Logistik*: die Lieferanten von der Baumarkthandelskette sind weltweit. Die zu beschaffenden Artikeln, sowie Mengen, sind geregelt, Preiskonditionen sind verhandelt, die Laufzeit ist definiert, die Abhol- und Zustelltermine sind festgelegt, die Transportmodalitäten wie Luft, See, LKW, Schiene oder auch Intermodal sind vereinbart, die Verzollung sowie der Geldfluss ist geregelt. Auch mit den Logistikdienstleister sind Preiskonditionen für die Lageraktivitäten, Transport und weitere zusätzlich Logistikdienstleistungen vereinbart worden. Ein marktgerechtes Evaluationssystem steht dem Lieferanten, sowie der Baumarkthandelskette, zur Verfügung. Die Koordination der Beteiligten erfolgt primär durch die Baumarkthandelskette und sekundär durch die Aktivität des Logistikdienstleisters. Dieser Leistungsprozess wird mit einem fundierten Performance Measurement System bewertet, die entsprechenden In-und Output Parameter sind gegeben.

²⁹ Haddow et al. (2008), S. 391 ff.

³⁰ Vgl. Howden (2009); Van Wassenhove et al. (2010), S. 3

³¹ Vgl. Ihde (2001), S. 49

³² Vgl. OBI (2010), Abgerufen am 03.04.2010

³³ EM-DAT (2011), Abgerufen am 03.05.2011

- b. *Humanitäre Logistik*: Da das Ereignis einer Katastrophe unvorhersehbar ist und die zu beschaffende Menge der benötigten Hilfsgüter nicht kalkulierbar ist, da die Zahl der Bedürftigen nicht vorher zu bestimmen ist, sind derartige Vereinbarungen und Vertragsverhandlung nicht in der Form der kommerziellen Logistik durchzuführen. Die Transportmodalitäten können nicht bestimmt werden, da die Dimension der zerstörten Verkehrsinfrastruktur nicht im Vorfeld zu klären ist. Für die Beschaffung der ersten Hilfsgüter innerhalb kürzester Zeit, wird der Verkehrsträger Luft in Erwägung gezogen. Ein paar Wochen nach dem Katastrophenereignis wird ein Mobilisationsplan aufgestellt und die Beschaffung der Güter erfolgt mit den Verkehrsträgern See, Schiene oder auch Intermodal. Im Fall von Haiti erfolgte die erste Beschaffung von Hilfsgütern durch lokale Lieferanten. Im zweiten Schritt wurden die Güter aus den Response Depots, die auf der Welt positioniert sind, beschaffen. Beispielsweise das Rote Kreuz verfügt über drei Response Depots in Panama, Dubai und Kuala Lumpur, in denen verschiedene Güter und mobile Krankenhäuser, für eventuelle Katastrophenfälle, eingelagert sind. Des Weiteren wurden weitere Hilfsgüter aus anderen Roten Kreuz Standorte beschafft. Die Koordination der Hilfsgüter erfolgte durch die UN OCHA, jedoch ist hier festzustellen, dass nicht alle Spender ihren Einsatz bei der UN OCHA gemeldet haben. Dies erschwerte eine reibungslose Koordination.³⁴ Die Koordination vor Ort erfolgte über verschiedene Unterkoordinatoren gem. dem Cluster, welches in dem Unterabschnitt 3.1. dargestellt wurde. Ein entsprechendes und einheitliches Performance Measurement System war nicht gegeben, da die In- und Output Parameter, die die Logistikprozesskette des humanitären Sektors darstellt, nicht eindeutig definiert waren.³⁵ Die In- und Output Parameter der kommerziellen Logistik können in Betracht gezogen werden. Diese vermitteln jedoch nicht ausreichend die erbrachte Leistung. Weiterhin verfügen die internationalen Organisationen über ein Tracking- und Tracingsystem, welches auch in Haiti eingesetzt wurde.³⁶ Durch dieses verheerende Erdbeben wurden auch Flughäfen zerstört. Dies stellte für die Beschaffung der Hilfsgüter eine weitere Herausforderung dar, denn mit den zerstörten Flughäfen konnte das Sendungsaufkommen nicht verarbeitet werden. In Flughäfen trafen auch Güter ein, die nicht zu diesem Zeitpunkt benötigt wurden. Somit herrschten Engpässe auf dem Flughafengelände sowie in Lagerhäusern. Hierbei erfolgte die Umleitung der Güter auf weitere Regionalläger, die nicht in unmittelbarer Nähe waren. Einige Sendungen konnten nicht verzollt werden, da die Nichtregierungsorganisationen (NGO) geringe Kenntnisse in der dortigen Zollabwicklung hatten oder nicht über einen Partner, der als Zollagent agiert, verfügten.³⁷

³⁴ Vgl. UN OCHA (2011)

³⁵ Vgl. Europäische Kommission (2011)

³⁶ Vgl. Van Wassenhove et al. (2010), S. 5 ff.

³⁷ Vgl. DRK (2011)

II) Distributionslogistik

- a. *Kommerzielle Logistik*: Die Baumarkthandelskette verfügt in Kooperation mit einem deutschen Logistikdienstleister über sechs Cross Docking Zentren in Europa, welche die Distributionsstrategie der Baumarkthandelskette darstellt. Die beschaffenden Güter treffen in den Cross Docking Zentren ein, der Logistikdienstleister übernimmt die filialgerechte Kommissionierung und beliefert die Filialen in den vereinbarten Zeitfenstern. Die Zustellung der sperrigen Sendungen erfolgt über Direktlieferungen zum Kunden. Die europaweite Verteilung der Güter erfolgt über den Landverkehr. Ein entsprechendes Tracking- und Tracing-system unterstützt die Logistikaktivität.
- b. *Humanitäre Logistik*: Die Distribution der Güter in einem Katastrophengebiet erfolgt über mehrere vorhandene Verkehrsträger, wie Kraftfahrzeuge, Fahrräder, Menschen, Tiere, Boote und Lastkraftwagen. Die Verteilung der Güter erfolgte in der ersten Woche nach der Katastrophe von der Luft aus, um viele Hilfsbedürftige erreichen zu können. Die internationalen Organisationen befürchteten, dass die örtlichen Organisationen einen Schwarzhandel mit den Hilfsgütern betreiben könnten. Weitere Tage später wurde die Distributionsstrategie auf Haiti geändert. Die Verteilung der Güter erfolgte über vier Regionalläger. Ein Lager wurde von der US aufgebaut und betrieben, die drei weiteren Läger wurden von den UN Blauhelmsoldaten aufgebaut und gesteuert.³⁸

In der humanitären Logistik herrscht die Meinung, dass die Logistik-und Transportkosten zu Selbstkosten angeboten werden. Um diese zu überprüfen, wurden die Transportpreise eines bestimmten Hilfsguts, abgehend aus Deutschland nach Haiti und Pakistan, überprüft. Die Anfrage erreichte jeweils einen Logistikdienstleister aus dem kommerziellen und einen aus dem humanitären Sektor. Bei der Transportanfrage handelt es sich um die Buchung eines Flugzeug Vollcharters abgehend von NRW in Deutschland nach Haiti, 277 Paletten Hygiene Kits mit der Abmessung von 1,2m*0,8m*1,5 m und 369 kg pro Palette. Insgesamt handelt es sich um einen Effektivgewicht von 102 Tonnen. Diese Sendung kann mit einer Boing 747 befrachtet werden. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

	Humanitäre Logistik (Logistikdienstleister für humanitäre Güter)	Kommerzielle Logistik (Logistikdienstleister für Kon- sum-und Investitionsgüter)
Deutschland nach Pakistan	180.000.000 Euro	185.967.80 Euro
Deutschland nach Haiti	200.000.000 Euro	215.530.83 Euro
Panama nach Haiti	160.000.000 Euro	210.383.48 Euro

Tab. 2: Transportpreise Vollcharter³⁹

Die Preise weichen gering voneinander ab, da beide Logistikdienstleister ihre Preise vom freien Markt einholen. Die Luftfracht ist bekannt als der teuerste Verkehrsträger.

³⁸ Vgl. Van Wassenhove et al. (2010), S. 7 ff.

³⁹ Quelle: Humanitärer LDL (2011); Kommerzieller LDL (2011)

Der Logistikdienstleister aus dem kommerziellen Sektor hat zwar keine günstigere Preise, aber aus den Vertragsverhandlungen und die durchgehende Geschäftsbeziehung sowie Sendungsaufkommen können die Preise reduziert werden. Im Gegenteil zum humanitären Logistikdienstleister, der nur Transporte durchführt, wenn es sich um Katastrophenhilfe handelt.

In der Entwicklungshilfe gestalten sich die Transportpreise anders. Diese werden in der Forschungsarbeit nicht näher berücksichtigt.

Weiterhin wurde der Bereich der kleinen Sendungen betrachtet. Hierbei handelt es sich um medizinische Hilfsgüter. Die Transportpreise für die Sendungen wurden beim kommerziellen Logistikdienstleister angefragt. Die Transportpreise aus der humanitären Logistik sowie die Sendungsangaben wurden von action medeor e.V. in Tönisvorst zur Verfügung gestellt.

Das größte europäische Medikamentenhilfswerk, action medeor e.V., in Europa wurde 1964 gegründet. Das deutsche Medikamentenhilfswerk versorgt weltweit Hilfsbedürftige Menschen mit Medikamenten. Der weltweite Versand der Hilfsgüter in den Entwicklungsländern sowie Katastrophengebiete erfolgt gegen Erstattung der Selbstkosten oder als Spende. action medeor e.V. verfügt über einen Pool an Logistikdienstleister, welche während einer langen Geschäftsbeziehung sowie Zusammenarbeit aufgebaut wurde. Für action medeor e.V. gilt Qualität vor Preis, sollte dennoch der Transportpreis 20% höher sein als der Warenwert erfolgt kein Versand der Hilfsgüter. Da wird die Beschaffung der Güter über lokale Lieferanten, welche als eine Alternative in Erwägung gezogen wird. Die jährlichen Transportkosten bei Action medeor e.V. betragen 10-12%.

Um die Transportpreise auf dem humanitären sowie kommerziellen Markt zu vergleichen, erfolgte die Anfrage mit den Sendungsangaben, die von action medeor e.V. zur Verfügung gestellt wurde, bei einem kommerziellen Logistikdienstleister.

In der nachfolgenden Tabelle sind diverse Transportpreise ohne Verzollungsgebühren für verschiedene medizinische Güter am Beispiel Pakistan dargestellt. Die günstigen Preise resultieren aus den Spendenaufkommen von action medeor e.V. und die Hilfsbedürftigen und die guten Preisverhandlungen zwischen action medeor e.V. und den eingesetzten Logistikdienstleistern.

Des Weiteren ist anzumerken, dass die humanitäre Logistik im Katastrophenfall Laderaum und Transportpreise vom freien Markt beziehen muss, da die kommerziellen Logistikdienstleister im täglichen Geschäft generell jeden auf dem Markt vorhandenen Laderaum nutzen. Dadurch kann es auch im Falle einer Katastrophe zu Laderaumengpässen kommen, da kein Logistikdienstleister einen gewissen Anteil an Laderaum für eventuell eintretende Geschehnisse zurückhält. Diese Tatsache kann zu logistischen Problemen in der humanitären Logistik führen.

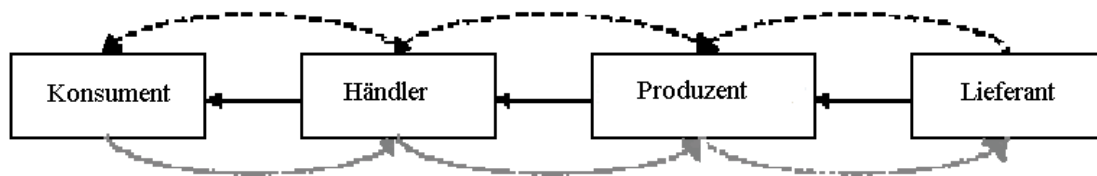
Angaben von Medeor, das Deutsche Medikamenten-Hilfswerk								Angaben von einem Logistikdienstleister für Investitions- und Konsumgüter
Projektland	Region	Inhalt	Versanddatum	Gewicht	Warenwert	Transportkst. in EUR	Gespendete Transportkst. in EUR	Transportkst in EUR (kommerzielle Logistik) über einen kommerziellen Logistikdienstleister
PAKISTAN	Islamabad	Wasserentkeimungstabs. Für 2.000.000l Wasser		217	14.540,00	344,54		694,66
PAKISTAN	Islamabad	Cholera Modul ca. 10.000 Personen		1.949	12.450,30	3.089,16		4395,22
PAKISTAN	Peshawar	Faltkanister		964	12.150,00	3.161,92	2.371,96	2884,78
PAKISTAN	Peshawar	Medikamente	12.08.2010	13	468,15	5,18		188,97
Pakistan	Peshawar	Medikamente/Nahrungserg.	17./18.08.10	1.867	14.694,00	295		5117,84
PAKISTAN	Islamabad	EHK	20.08.2010	863	10.648,10		1.806,27	2462,52
Pakistan	Islamabad	EHK	20.08.2010	860	10.215,90		1.791,75	2454,45
Pakistan	Islamabad	Cholera Modul ca. 10.000 Personen	23.08.2010	1.949	12.450,30	100		4395,22
Süd Pakistan	Multan	Medikamente + Equipment	24.08.2010	806	7.279,50	157		2550,99
Pakistan	Islamabad	EHK	27.08.2010	863	10.518,40		1.789,20	2462,52
Pakistan	Islamabad	EHK	27.08.2010	871	10.587,70	1.829,10		2484,04
Pakistan	Islamabad	Verschiedene Medikamente und mediz. Equipment	27.08.2010	224	4.234,90		478,18	714,82
Pakistan	Islamabad	Verschiedene Medikamente und mediz. Equipment	26.08.2010	84	877,95	25,9		400,84
Pakistan	Peshawar	Medikamente/Nahrungserg.	27.08.2010	2.827	21.693,25	355		7601,25
Pakistan	Peshawar	Pflege- und Hygieneartikel Sebamed		2.052,00	14.225,50		4.133,28	5632,95
Pakistan	Islamabad	Verschiedene Medikamente und mediz. Equipment	02.09.2010	115	3.317,50	41,44		392,21
Pakistan	Peshawar	Medikamente/Equipment		989	10.794,60	2.343,60		2955,78
Pakistan	Peshawar	Wasserentk. Tabl.		75	5.216,85	286,73		390,07
Pakistan	Peshawar	TopNutri		775	6.146,30		1.743,75	2335,64
Pakistan	Peshawar	Medikamente/Equipment		239	3.113,20	96		829,72
Pakistan	Peshawar	Verschiedene Medikamente und mediz. Equipment		1.167,00	17.769,53	3.824,48		3226,94
Pakistan	Peshawar	Sachspende Antidiarhoemittel für Kinder		162	1.800,00		531,36	576,17
Pakistan	Peshawar	Wasserentkeimungstabl. Für 3,7 Mio l Wasser		128	2.758,90	419,84		468,05
Pakistan	Islamabad	Wasserentkeimungstabletten für 5,6 Mio l Wasser und Sachspende Antibiotika		902	72.054,80		2.616,00	2573,40
Pakistan	Islamabad	Malaria Mittel und Tests	06.09.2010	23	1.224,90	40		191,47
Pakistan	Islamabad	verschiedene Medikamente und medizinisches Equipment für mobile 5 mobile Einrichtungen		4.921,00	75.299,50		9.347,56	12503,89
Pakistan	Islamabad	Zusammenstellung verschiedener Medikamente und Verbandsmaterial		737	7.356,50		1.647,56	2117,17
Pakistan	Peshawar	Sachspende Baby-Waschgel, Aloe Vera und Antibiotische Säfte	11.10.2010	1.952,00	25.276,93		4.322,26	5340,54
		Gesamt:		48.641,00	2.464.688,81	16.997,01	38.369,29	84408,90

Tab. 3: Vergleich der Transportpreise⁴⁰⁴⁰ Quelle: action medeor e.V. (2011)

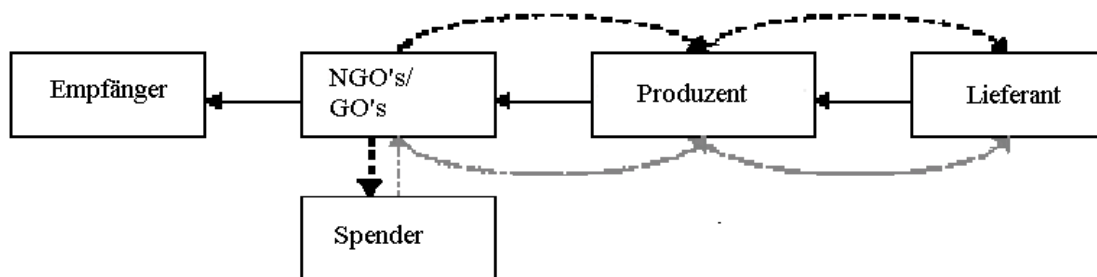
3.3 Gegenüberstellung

Die folgende Abbildung veranschaulicht den Material-, Informations- und Geldfluss zwischen den Beteiligten Vertragspartnern der kommerziellen sowie der humanitären Logistikkette. Neben der unten stehende Gegenüberstellung (Tabelle 1) verschiedener Kriterien verläuft der Fluss der Güter, Informationen sowie Finanzen auch unterschiedlich. Denn die Logistikkette im humanitären Bereich wird stark vom Vertragspartner, Spender (Geldgeber), beeinflusst. Weiterhin ist eine wichtige Besonderheit zu beobachten: In der kommerziellen Logistik erfolgt der Austausch der Informationen entlang der gesamten Logistikkette, somit vom Lieferant bis zum Kunden. Hierbei ist festzustellen, dass die Pull-Strategie denkbar und umsetzbar ist. In der humanitären Logistik werden die Güter zum Endempfänger nach der Push-Strategie geliefert und der Informationsaustausch ist suboptimal. Dies resultiert aus Gründen der mangelnden Kooperation sowie Koordination der Hilfsgüter sowie der Stakeholder.

Kommerzielle Versorgungskette



Humanitäre Versorgungskette



← Materialfluss - - - Informationsfluss . . . Finanzfluss

Abb. 4: Grafische Darstellung über die Unterschiede zwischen der humanitären und kommerziellen Logistikkette⁴¹

⁴¹ Quelle: Oloruntoba/Gray (2006), S. 115-120; Kuhn/Hellingrath (2002), S. 10

	Kommerzielle Logistik	Humanitäre Logistik
Nachfragestruktur	Stabil, vorhersehbar, Abschätzbar. Abholung/ Einkauf von festen Standorten möglich. Die zu beschaffende Menge ist kalkulierbar und ist möglich zu vereinbaren	Die Nachfrage ist abhängig von der Art und Größe der Katastrophe. Die Nachfrage ist nicht vorhersehbar und nicht kalkulierbar unter Berücksichtigung der Aspekte: Zeit, Art, Menge, Größe und Ort
Lieferzeit	Lieferzeit ist definiert und vereinbart zwischen Kunde und Lieferant sowie Logistikdienstleister	Keine festdefinierten Lieferzeiten
Distributionsnetzwerk	Distributionsnetzwerke sind vorhanden, etabliert und organisiert. Beispielsweise Logistikdienstleister verfügen über ein breitgefächertes Logistiknetzwerk. Auch die Lieferanten verfügen über verschiedene Distributionsnetzwerke beispielsweise das Cross Docking Center	Es ist als eine Herausforderung zu betrachten, da es abhängig ist von der Katastrophenart, Ort sowie den Ausmaß der Katastrophe
Distributionsstrategie	Käufermarkt, Trend zur Pull Strategie	Push Strategie
Logistik- und Transportkosten	Je nach Kunden- und Gutstruktur werden Transportpreise fest vereinbart und definiert. Konditionen sowie Rabatte festvereinbart	In der Regel keine feste Preiskonditionen vereinbart. Tagespreise werden offeriert. Zum Teil werden die Logistik- und Transportkosten gespendet
Bestandssteuerung, -verwaltung sowie –kontrolle (Inventur)	Vielfältige Methoden sind in der Praxis zu finden und die Thematik ist erforscht. Beispielsweise Stichprobeninventur und permanente Inventur, welche an festgelegten Tagen durchzuführen ist. Die Zeitdauer für die Durchführung der Inventur kann definiert werden.	Die Durchführung der Inventur ist schwierig zu gestalten, da es von der Nachfrage und vom Nachfrageort abhängt
Güterverteilung zu Empfängern	Klare vordefinierte Zustellgebiete, Touren sowie Fahrer	Keine derartige Zuordnung möglich, auf Grund den unbekannten Straßeninfrastrukturen, fehlendes Fahrpersonal sowie fehlende Fahrzeuge
Verkehrsträger	Abhängig vom Gut, Transportkosten und Kunden, Auswahl zwischen LKW, Flugzeug, Schifffahrt, Schienenverkehr sowie intermodale Verkehrsträgerstrukturen	Jegliche Fahrzeugart wird genutzt für die Verteilung der Güter. Je nach Lage werden Tiere, Fahrräder oder auch Menschen als Hilfstransportmittel genutzt. Für den Hauptlauf wird in der Regel Flugzeug genutzt zwecks Erreichbarkeit der kurzen Lieferzeit.
IT-System	Gute Informationssysteme sind vorhanden wie beispielsweise ERP	Die Informationen sind unzuverlässig und nicht vollständig. Z.T. existieren gar keine Informationen. es stehen keine einheitliche IT Systeme zur Verfügung
Strategische Ziele	In der Regel Erstellung der Leistungsprozesse in einer hohen Qualität. Fokus auf Kostenminimierung, Steigerung der Kundenzufriedenheit, Reduzierung der Durchlaufzeit, Bestandsreduktion und Rentabilitätssteigerung.	Reduktion der Sterbefälle, effiziente Hilfe den betroffenen zukommen zu lassen
Leistungsmessung	Schwerpunkt: Kostenminimierung, Gewinnmaximierung, Kundenzufriedenheitsmessung, Lieferzeit	Zeitfenster in der Hilfe zur Verfügung gestellt wird
Supply Chain Koordination	Verbesserungswürdig, dennoch vorhanden	Keine Koordinationsstruktur vorhanden
Nachfragegut	Produkte	Menschen, Hilfe und Hilfslieferung

Tab. 4: Unterschied zwischen der kommerziellen Logistik und humanitäre Logistik⁴²⁴² In Anlehnung an: Beamon (2004)

4 Herausforderung von humanitären Relief Chains

Die humanitäre Logistik ist mit einer Vielzahl von Herausforderungen konfrontiert. Denn es existiert weder eine klare und eindeutige Logistikstruktur als auch ein Distributionsnetzwerk. Ein weiterer elementarer Einflussfaktor ist die fehlende Kooperation sowie Koordination entlang der gesamten humanitären Logistik.⁴³

- a) Fehlendes Netzwerk von Lagerstandorten für die Erstellung der Logistikprozesse, Lagerung bzw. den Lagerumschlag der Hilfsgüter.
- b) Mangelhafter Informationsfluss entlang der gesamten Logistikkette, welcher enorm wichtig für die Organisation einer effizienten Logistikkette ist.
- c) Unterentwickelte Verkehrsinfrastruktur: die überwiegend durch Katastrophen betroffenen Länder sind arm und verfügen über eine suboptimal ausgebaute Infrastruktur, z. B. die Naturkatastrophen, die Haiti, Pakistan oder auch Indien betroffen haben.
- d) Die Nachfrage nach Hilfsgütern ist schwankend und kann nicht durch einen Forecast abgedeckt werden. Eine Lagerbestandsoptimierung ist deshalb schwer durchführbar.
- e) Da Die Lagerkapazitäten sowie Transportkapazitäten am Markt begrenzt und knapp verfügbar sind, kann die Nachfrage im Falle einer Katastrophe schwer abgedeckt werden.
- f) Die Logistikkette ist unkoordiniert, da im Falle einer Katastrophe Hilfslieferungen erfolgen, obwohl diese zu dem gelieferten Zeitpunkt nicht benötigt werden. Durch die unkoordinierten Lieferungen werden Lager- und Personalkapazität beansprucht, wodurch Engpässe für andere Lieferungen entstehen. Für die humanitäre Logistikkette existiert zwar eine Koordinationsstelle, wie die UN OCHA in Genf oder das Logistikcluster in Rom, jedoch wird diese Möglichkeit nicht von jedem Spender genutzt, welche Engpässe verringert.
- g) Es existieren zahlreiche Hilfsorganisationen, die gleichzeitig an einem Katastrophenort aktiv sind, dadurch erfolgt eine Konkurrenzsituation.
- h) Auf dem Markt gibt es eine Vielfalt von unterschiedlichen Hilfsgütern mit unterschiedlichen Produktionszeiten sowie Lebenszyklen, jedoch ist das Handling, die Distribution und die Logistikabwicklung identisch.
- i) Mangelhafte Planungs- sowie Vorbereitungsmaßnahmen auf eine Katastrophe: Zum Teil existieren installierte Frühwarnsysteme im Falle des Eintretens einer Katastrophe, dennoch ist der Staat nicht in der Lage die betroffenen Orte zu evakuieren. Somit ist ein Präventionsmaßnahmenkatalog zu installieren.
- j) Angepasste IT-Systeme sind unzureichend, um die humanitäre Logistikkette abzuwickeln. Hierbei werden die Prozesse manuell abgewickelt oder jede Organisation verfügt über ein selbstentwickeltes System, welche inkompatibel mit anderen IT- Systemen sind.

⁴³ Vgl. Thomas (2003), S. 5 ff.; Howden (2009); Beamon (2004); van Wassenhove (2006), S. 477 ff.

- k) Die Lieferung der Hilfsgüter kann nicht reibungslos verfolgt werden, auf Grund fehlender adäquaten Tracking und Tracing Systeme. Dies stellt eine schwierige Situation in einem Katastrophenfall dar, wo Lieferungen von Hilfsgütern dem Termindruck ausgesetzt sind. Des Weiteren fehlt ein Überblick über die benötigten Güter.
- l) In einem Katastrophenfall gibt es wenig Logistikspezialisten, die vor Ort die Logistik gestalten. Dies liegt an der fehlenden Fachausbildung im Bereich der Logistik und insbesondere im Bereich der humanitären Logistik. Auf dem Markt existieren geringe Weiterbildungs- und Fortbildungsmöglichkeiten im Bereich der humanitären Logistik.

Um diesen Diskrepanzen entgegenzuwirken, sind Ideen aus der kommerziellen Logistik zu entnehmen. Im Bereich der IT-Systeme kann das Konzept des E-Commerce oder das ERP-System aus der kommerziellen auf die humanitäre Logistik angewendet werden. Weiterhin soll ein Konzept für die Koordination zwischen allen Beteiligten erstellt werden. Des Weiteren sind Konzepte aus der Militär-Logistik zu entnehmen und auf die humanitäre Logistik anzuwenden. Lagerbestandsoptimierungen und permanente Inventuren sind durchzuführen, um die nicht benötigten Güter auszusortieren.⁴⁴

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel des Vergleichs der humanitären Logistik mit der kommerziellen Logistik war zum einen die Aufstellung der Anforderung für ein funktionierendes humanitäres Logistiksystem und zum anderen ein Verständnis zwischen beiden Seiten zu schaffen und Möglichkeiten für Synergien herauszuarbeiten. Bei der Betrachtung der Transportpreise ist erkennbar, dass die Preise in der kommerziellen Logistik für die Hilfsorganisationen günstiger zu gestalten sind. Bölsche und Thomas stellen somit treffend fest, dass u.a. die mangelnde Kooperation sowie das fehlende Verständnis zwischen der humanitären und kommerziellen Ebene der Grund für die suboptimale Logistikabwicklung bei humanitären Einsätzen ist.⁴⁵ Des Weiteren werden mit diesem Forschungsbeitrag Potentiale für die Steigerung des Endkundennutzens, der Transportkostensenkung, der Verringerung der Durchlaufzeit, der Steigerung der Qualität, der Gestaltung von Logistiknetzwerken, der Erhöhung der Versorgungssicherheit und der Bestandsoptimierung in der humanitären Logistik vorgestellt. Die Humanitäre Logistik gilt als ein Bestandteil einer (humanitären) supply chain und den damit verbundenen (humanitären) Tätigkeiten. Ohne funktionierende und effiziente logistische Gestaltung der Prozesse würde die Hilfe im Katastrophengebiet kostenintensiv sein. Die entgegengesetzten Zielsetzungen von humanitärer und kommerzieller Logistik, welche mittels den qualitativen und quantitativen Merkmalen dargestellt wurden. Dies verdeutlicht, dass die humanitäre Logistik sich zu einem eigenen Bereich entwickeln wird.

⁴⁴ Vgl. Chandra (2005)

⁴⁵ Vgl. Bölsche (2010); Thomas (2005)

6 Literaturverzeichnis

- Altay, N., Green III. W.G. (2006): OR/MS research in disaster operations management, in: *European Journal of Operational Research* 175 (1), S. 475-493.
- Aslanzadeh, M., Rostami, E., A., Kardar, L. (2009): *Supply Chain and Logistics*, Berlin Heidelberg.
- Baumgarten (2010): Humanitäre Logistik. www.bvl.de/Wissenschaft--Forschung/Arbeitskreise/Humanitaere-Logistik/Videos/Interview-Baumgarten, abgerufen 19.12.2010
- Baumgarten, H. (2010): Schnelle Hilfe im Katastrophenfall. <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-dienstleister/schnelle-hilfe-im-katastrophenfall/3630214.html>, abgerufen am 24.02.2011
- Beamon, M.B. (2004): Humanitarian Relief Chains: Issues and Challenges, in: 34th International Conference on Computers and Industrial Engineering, San Francisco, CA, USA.
- Beamon, M.B., Balcik, B. (2008): Performance measurement in humanitarian relief chains, in: *International Journal of Public Sector Management* 21 (1), S. 4-25.
- Beamon, M.B., Kotleba, S.A. (2006): Inventory management support systems for emergency humanitarian relief operation in South Sudan, in: *International Journal of Logistics Management* 17 (2), S. 187-212.
- Bevere, L., Rogers, B., Grollmund, B., (2011): Natural catastrophes and man-made disasters in 2010: a year of devastating and costly events, in: *Sigma* 1/2011, Zurich 2011. www.swissre.com/publications/, abgerufen am 04.05.2011
- Blecken, A. (2006): Humanitäre Logistik. Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut. Verfügbar: http://www.hni.uni_paderborn.de/fileadmin/hni-cim/Lehre/W4331/AB-W4332-Seminar_und_Projektthemen_VZ.pdf, abgerufen am 19.03.2011
- Blecken, A. (2010): *Humanitarian Logistics. Modelling Supply Chain Process of Humanitarian Organisations*, Bern.
- Bölsche, D. (2009): *Internationales Katastrophenmanagement. Logistik und Supply Chain Management*, Baden Baden.
- Bölsche, D. (2010): Schnelle Hilfe im Katastrophenfall. <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-dienstleister/schnelle-hilfe-im-katastrophenfall/3630214.html>, abgerufen am 24.02.2011
- Chandra, V. (2005): Supply Chain Management issue. <http://www.coolavenues.com/know/ops/varun-supply-1.php>, abgerufen am 24.02.2011
- Chandraprakaikul, W. (2010): *Humanitarian Supply Chain Management: Literature Review and future research*.
- Davidson, A.L. (2006): Key Performance Indicators in Humanitarian Logistics, in: Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Boston.
- DRK Berlin (2011), Pott, C., Telefoninterview am 18.05.2011
- Em-Dat (2011): www.emdat.be/result-country-profile, abgerufen am 03.05.2011
- EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database. Verfügbar in www.emdat.net.
- Europäische Kommission (2011), Brechthold, S., Telefoninterview am 11.05.2011
- Gatignon, A., Van Wassenhove, L.N., Charles, A. (2010): The Yogyakarta earthquake: Humanitarian relief through IFRC's decentralized supply Chain, in: *International Journal Production Economics* 126, S. 102-110.
- Haddow, G.D., Bullock, J.A., Coppola, D.P. (2008): *Introduction to Emergency Management*, 3. Aufl., Butterworth-Heinemann, Oxford Burlington.
- Heaslip, G. (2008): Humanitarian aid supply chains, in: *Global Logistics and Supply Chain Management* Hrsg. Mangan, J., Lalwani, C., Butcher, T. John Wiley&Son, Chichester.

- Howden, M. (2009): How Humanitarian Logistics Information Systems Can Improve Humanitarian Supply Chains, in: A View from the field. In 6th International ISCRAM Conference- Gothenburg, Sweden.
- IFRC (2006): IFRC Information Bulletin, April 2006.
- Ihde, G.B. (1991): Transport, Verkehr, Logistik. Gesamtwirtschaftliche Aspekte und einzelwirtschaftliche Handhabung, 2. völlig neu bearb. und erweit. Aufl., München.
- Jahre, M., Jensen, L.M., Lisou, T. (2009): Theory development in humanitarian logistics: a framework and three cases. In Management research News 32 (11), S. 1008-1023.
- Kohler, K. (2008): Global Supply Chain Design. Konzeption und Implementierung eines multikriteriellen Optimierungsmodells für die Gestaltung globaler Wertschöpfungsaktivitäten, Dresden.
- Kovacz, G., Spens, K.M. (2007): Humanitarian Logistics in disaster relief operations, in: International Journal of Physical Distribution & Logistic Management 37 (2), pp. 99-114.
- Kovacz, G., Spens, K.M. (2009): Identifying challenges in humanitarian logistics, in: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 39 (6), S. 506-528.
- Kovacz, G., Tatham, P. (2008): Humanitarian logistics performance in the light of gender, in: International Journal of Productivity and Performance Management 58 (2), S.174-187.
- Kuhn, A., Hellingrath, B. (2002): Supply Chain Management: Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette, Berlin, Heidelberg.
- Mc Lachlin, R., Larson, P.D, Khan, S. (2009): Not-for-profit supply chain in interrupted environments: the case of a faith-based humanitarian relief organization, in: Management Research News 32 (11), S. 1050-1064.
- Medeor (2011), Angemeer, D., Telefoninterview am 21.06.2011
- Medeor (2011), Stutenbäumer, U., Telefoninterview am 18.05.2011
- OBI (2010): www.obide.de/de/company/de/Unternehmen/Das_Unternehmen/index.html?WT.svl=Das_Unternehmen (2010 a), Abrufdatum 03.04.2010
- Oloruntoba, R., Gray. R. (2006): Humanitarian aid: an agile supply chain?, in: Supply Chain Management: An International Journal 11 (2), S. 115–120.
- Olsen, B. (2007). IFRC Performance measurement. www.fritzinstitute.org/PDFs/Programs/HLC2007/HLS_IFRC.pdf, abgerufen am 22.4.2011
- Thomas, A. (2003): humanitarian Logistics: enabling disaster response. Fritz Institute
- Thomas, A.S. (2005): Logistics and the effective delivery of humanitarian relief, <http://www.fritzinstitute.org/PDFs/Programs/tsunamiLogistics0605.pdf>, abgerufen am 15.02.2011
- Thomas, A.S., Kopczak, L.R. (2005): From Logistics to Supply Chain Management: The path Forward in the humanitarian sector, www.fritzinstitute.org/PDFs/WhitePaper/Fromlogisticsto.pdf, abgerufen am 15.02.2011
- Tomasini, R., Van Wassenhove, L.N. (2009): Humanitarian Logistics. Palgrave Macmillian, UK.
- Tunfinkgi, P. (2006): Logistik im Kontext internationaler Katastrophenhilfe: Entwicklung eines logistischen Referenzmodells für Katastrophenhilfe, Haupt Verlag.
- UN OCHA (2011): Klibi, E., Telefoninterview am 25.03.2011
- Van Wassenhove, L.N. (2006): Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear, in: Journal of the operational Research Society 57, S. 475-489.
- Van Wassenhove, L.N., Pedraza Martinez, A. J., Stapleton (2010): An analysis of the relief supply Chain in the first week after the Haiti Earthquake. Insead Eigenverlag 2010.
- Vitoriano, B., Ortuna, M.T., Tirado, G., Montero, J. (2010). A multi-criteria optimization model for humanitarian aid distribution, in: Springer Science and Business Media, LLC.
- Wilhaus, M.(2010): Schnelle Hilfe im Katastrophenfall. <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-dienstleister/schnelle-hilfe-im-katastrophenfall/3630214.html>, abgerufen am 24.02.2011

Grüne Logistik – Flexibilität und Lieferzeit versus Ökologie?

Thomas Keuschen

Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement (ild),
FOM University of Applied Sciences Essen,
Leimkugelstr. 6, 45141 Essen,
thomas.keuschen@fom-ild.de

Matthias Klumpp

Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement (ild),
FOM University of Applied Sciences Essen,
Leimkugelstr. 6, 45141 Essen,
matthias.klumpp@fom-ild.de

Abstract

Sustainability trends are to be found in logistics today as green logistics. Companies, in particular the logistics industry combine with a green logistics approach advantages like cost reduction or efficient use of resources. But on the other side trade-off situations between the factors ecological, flexibility and economics exist. For a green logistics approach end users has to accept some changes in current logistics processes, a longer delivery time for example. This article finds out the level of acceptance among end users. Therefore a survey was conducted.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Das Umfeld der Logistik ist durch einen permanenten Wandel geprägt und hochdynamisch.¹ Kosten, Lieferzeit, Qualität und Flexibilität sind entscheidende Faktoren für erfolgreiche Logistikkonzepte.² Das Thema Green Logistics gewinnt darüber hinaus zunehmend an Bedeutung,³ insbesondere getrieben durch breite öffentliche Debatten in Bezug auf den Klimaschutz,⁴ zunehmende Umweltorientierung seitens der Endkunden und Verlader,⁵ verschärfte Umweltgesetze⁶ und steigende Ressourcenpreise.⁷ Bislang hat die Logistik nur geringe eigenständige Beiträge zur Umwelt- und Ressourcenschonung geleistet, jedoch wird dies zur dauerhaften Sicherstellung der Mobilität und zum Schutze der bedrohten Umwelt zukünftig nicht mehr ausreichen.⁸

1.2 Flexibilität und Lieferzeit versus Ökologie?

Vor dem geschilderten Hintergrund ist es das Ziel des vorliegenden Beitrags zu untersuchen, in wie weit sich ein umweltorientierten Ansatz in der Logistik realisieren lässt. Dabei wird die Hypothese vertreten, dass durch die Verfolgung eines umweltorientierten Ansatzes in der Logistik ein Zielkonflikt zwischen Flexibilität, Lieferzeit und Ökologie entsteht, wie aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich wird.

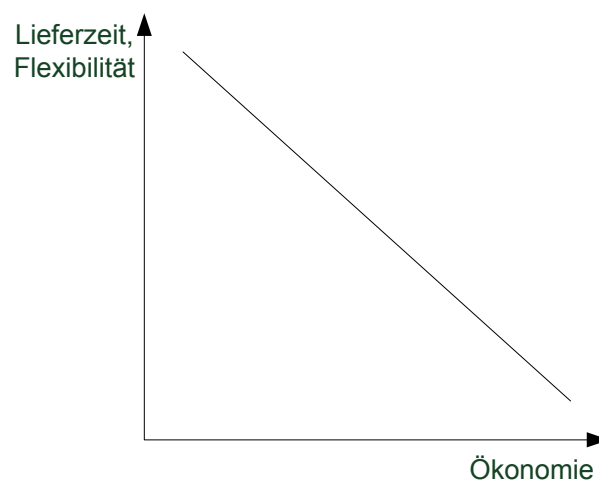


Abb. 1: Trade-off zwischen Flexibilität, Lieferzeit und Ökologie

¹ Vgl. Klumpp, M. (2010), S. 1.

² Vgl. Werner, H. (2010), S. 115.

³ Vgl. Rausch, K-F., Kadow, M., Elbert, R. (2010), S. 684.

⁴ Vgl. Rahmstorf, S., Schnellhuber, H-J. (2009), S. 82.

⁵ Vgl. Accenture (2007), S. 4.

⁶ Vgl. Herrmann, C. (2009), S. 266.

⁷ Vgl. Rausch, K-F., Kadow, M., Elbert, R. (2010), S. 684.

⁸ Vgl. Bretzke, W.-R. (2010), S. 4.

Als Beispiele für einen Trade-off zwischen Flexibilität, Lieferzeit und Ökologie können (i) das Bündeln von Bestellungen, (ii) eine verbesserte Transportauslastung oder (iii) die kooperative Auslieferung an Kunden (ehemals: ‚CityLogistik‘) aufgeführt werden. Diese Maßnahmen sind von großer Bedeutung um einen umweltorientierten Ansatz in der Logistik zu gewährleisten.⁹ Auf Seiten der Endkonsumenten ist jedoch festzustellen, dass Same-Day-Lieferungen immer mehr Akzeptanz finden,¹⁰ was in einem Widerspruch zu den aufgeführten Maßnahmen steht.

1.3 Zielsetzung und Methode

Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wurde das umweltbewusste Konsumentenverhalten in Bezug auf Logistikdienstleistungen näher beleuchtet. Dazu wurden 64 Endkonsumenten befragt. Zentrale Fragestellungen sind unter anderem:

- Welche Prioritäten haben die Faktoren Lieferzeit, Kosten, Qualität, Flexibilität, Service und Umwelt für die Befragten?
- Würden die Befragten eine umweltorientierte Logistiklösung gegenüber einer preisgünstigeren Logistiklösung bevorzugen? Falls ja, bis zu wie viel darf eine umweltorientierte Logistiklösung mehr kosten?
- Sind die Befragten bereit für den Umwelt- und Ressourcenschutz in der Logistik längere Lieferzeiten in Kauf zu nehmen?
- Sind die Befragten für den Umwelt- und Ressourcenschutz bereit, auf Flexibilitätsvorteile zu verzichten?

Die aus der Umfrage gewonnenen Erkenntnisse geben darüber Aufschluss, ob Endkonsumenten einen umweltorientierten Logistikanatz gegenüber einem kostengünstigeren Ansatz befürworten bzw. in welchem Umfang der skizzierten Trade-off tatsächlich vorliegt. Darüber hinaus wird die Frage beantwortet, ob Kunden Einschnitte bei Lieferzeiten und Flexibilitätaspekten für eine grüne Logistik in Kauf nehmen würden. Im Falle einer zu geringen Akzeptanz einer grünen Logistik bei den Endkunden sind entsprechende Investitionen - beispielsweise in Aktivitäten der Öffentlichkeitsarbeit - vorzunehmen (edukative Zielsetzung, ‚moral suasion‘), damit sich eine ökologieorientierte Logistik realisieren lässt.

2 Definitionen

2.1 Trade-off

Ökonomen bezeichnen Zielkonflikte, das heißt die Verfolgung einer Zielerreichung, die die Erreichung eines anderen Ziels beeinträchtigt, als Trade-off.¹¹ In der Literatur wird mit einem Trade-off insbesondere der Aufsatz von A.W. Phillips aus dem Jahre 1958 in Verbindung gebracht, bei dem mit Hilfe einer empirischen Beobachtung die

⁹ Zu den Maßnahmen einer ökologieorientierten Logistik vgl. z.B. Müller-Steinfahrt, U. (2010), S. 19-21; Werner, H. (2010), S. 194.

¹⁰ Vgl. o.V. (2010), S. 26.

¹¹ Vgl. Blanchard, O., Illing, G. (2009), S. 258.

Zielkomplementarität zwischen Vollbeschäftigung und Preisstabilität untersucht wurde. Die von Phillips entwickelte Funktion wurde unter der sogenannten Phillipskurve bekannt.¹² In der Logistik finden sich zahlreiche Trade-off Situationen. Als Beispiel kann die Performance zwischen Lieferfähigkeit und Lagerbestand aufgeführt werden.¹³ Ferner lassen sich im Rahmen einer nachhaltigen - ökologisch orientierten - Logistik, viele Zielkonflikte identifizieren.¹⁴ Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird davon ausgegangen, dass eine Zielkomplementarität zwischen den Faktoren Flexibilität, Lieferzeit und Ökologie vorliegt. Bei der Verfolgung eines ganzheitlichen umweltorientierten Logistikansatzes kann davon ausgegangen werden, dass sich Prozesse ändern werden. Logistikdienstleister, die einen möglichst hohen Auslastungsgrad und somit verbunden eine Schonung der Ressourcen anstreben, haben oftmals ausschließlich die Möglichkeit des 'Wartens' bis das Transportvolumen erreicht ist. Die daraus resultierende Folge wird eine Erhöhung der Lieferzeit sein. Der Endverbraucher kann logistische Prozesse aktiv mitgestalten, beeinflussen und steuern wie zum Beispiel bei dem Kauf bei einem Online-Versandhaus. Hier stehen dem Endverbraucher verschiedene Versandoptionen, wie beispielsweise Standard- oder Expressversand zur Verfügung.¹⁵ Der Diskurs um die Entschleunigung der logistischen Prozesse wird im Rahmen einer nachhaltigen Logistik verstärkt werden.¹⁶ Die zentrale Fragestellung, die sich daraus ergibt: Ist der Verbraucher bereit für eine nachhaltige Logistik die Entschleunigungsprozesse mitzutragen? Basierend auf die holistische Denkweise der Logistik und des Supply Chain Managements ist der Endkunde Existenzgrundlage einer jeden Supply Chain,¹⁷ der somit die Prozesse beeinflussen und mitgestalten kann. An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, dass für eine ganzheitliche Betrachtung und der Auswahl der für den Endkunden als bestempfundene (im Rahmen der Nachhaltigkeit die 'nachhaltigste') Supply Chain ein hohes Maß an Transparenz erforderlich ist.

2.2 Flexibilität

Die Fähigkeit von Unternehmen sich an geänderten Rahmenbedingungen anzupassen kann als Flexibilität verstanden werden. Der Spielraum der Flexibilität ist für die Risikominimierung in logistischen Systemen nicht zu unterschätzen. Die Flexibilität eines Logistiksystems ist die Veränderungsbereitschaft im Logistiksystem, die sich auf Produktions- und Absatzschwankungen oder Änderungen in der Produktpolitik bezieht. Die Aufrechterhaltung der Flexibilität kann mit hohen Bereitschaftskosten verbunden sein. Hohe Fixkosten für Lager, Transportkapazitäten oder Flächenbereitstellung können exemplarisch aufgeführt werden. Als Handlungsempfehlung kann Outsourcing an

¹² Vgl. Landmann, O., Jerger, J. (1999), S. 88-89.

¹³ Vgl. Inderfurth, K., Schulz, T. (2008), S. 160.

¹⁴ Vgl. Arnold et. al. (2008), S. 1017-1018; Bretzke, W.-R., Barkawi, K. (2010), S. 246-248.

¹⁵ Zur Versandoption bei einem Online-Versandhaus vgl. z.B. www.amazon.de, abgerufen am 08.06.2011

¹⁶ Vgl. Bretzke, W.-R. (2010), S. 94.

¹⁷ Vgl. Arndt, H. (2008), S. 47.

einen Logistikdienstleister ausgesprochen werden.¹⁸ Die Fähigkeit von Unternehmen ihre unternehmensspezifischen Ressourcen effizient über mehrere Betätigungsfelder unter unterschiedlichen Bedingungen und ändernden Umweltanforderungen einzusetzen, wird als ressourcenbasierte Flexibilität, welche eine Ressourcenorientierung innerhalb des logistischen Systems verfolgt, verstanden.¹⁹ Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird unter Flexibilität die Fähigkeit eines Logistikdienstleisters sich auf geänderte Rahmenbedingungen anzupassen zu können, verstanden. Dabei wird aus Endkundensicht davon ausgegangen, dass beispielsweise eine geänderte Rahmenbedingung für den Logistikdienstleister eintritt, wenn der Endkunde bei einem Online-Versandhaus seine Ware bereits bestellt hat, jedoch nach Auslösung der Bestellung seine Lieferadresse ändern möchte. Für den Logistikdienstleister würde dies eine Änderung der bislang geplanten Prozesse bedeuten. Unter der Voraussetzung, dass der Logistikdienstleister die vereinbarte Lieferzeit realisieren möchte, kann ein Zielkonflikt mit den Faktoren Ökologie, Lieferzeit und Flexibilität entstehen.

2.3 Lieferzeit

Die Zeitspanne zwischen dem Auftragseingang beim Lieferanten und dem Wareneingang beim Abnehmer wird als Lieferzeit definiert.²⁰ Relevante Komponenten, die für die Ermittlung der Lieferzeit anfallen, sind:²¹

- Lieferzeit (ZL)
- Durchlaufzeit (ZDL)
- Beschaffungszeit (ZB)
- Lieferzeitpuffer (ZLP)
- Versandzeit (ZV)
- Belastungsverschiebung (BV)
- Administrationszeit (ZAD)

Nachdem die sechs Komponenten für die Ermittlung der Lieferzeit vorgestellt wurden, kann wie folgt die Lieferzeit ermittelt werden:

$$ZL = ZDL + ZB + ZLP + ZV + BV + ZAD \quad (1)$$

Die Reduzierung der Lieferzeiten ist für viele Abnehmer von entscheidender Bedeutung. Im B2B-Bereich prägten Konzepte wie das Lean-Management oder das Just-In-Time Konzept zur Verkürzung der Lieferzeiten.²² Same-Day-Lieferungen stoßen im B2C-Bereich auf immer mehr Interesse seitens der Endkunden,²³ welches jedoch mit einer nachhaltigen Logistik korreliert.

¹⁸ Vgl. Forschmayer, A., Göpfert, I. (2010), S.82.

¹⁹ Vgl. Wycisk, C. (2009), S. 255.

²⁰ Vgl. Disselkamp, M., Schüller, R. (2004), S. 130.

²¹ Vgl. Lödding, H. (2008), S. 40.

²² Vgl. Disselkamp, M., Schüller, R. (2004), S. 130.

²³ Vgl. o.V. (2010), S. 26.

Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird davon ausgegangen, dass die Lieferzeit für den Endverbraucher ein entscheidendes Kriterium ist. Über Versandsteuerungsoptionen hat der Endverbraucher die Möglichkeit aktiv Einfluss auf die Lieferzeit zu nehmen, auch besteht die Option einer Transportbündelung, welche jedoch mit einer Erhöhung der Lieferzeit in der Regel in Verbindung steht. Als Untersuchungsgegenstand des vorliegenden Beitrags gilt wie folgt:

$$ZL = ZV \quad (2)$$

Für den Endkonsumenten ist die Versandzeit bei einem Online-Versandhaus von hoher Bedeutung. Im vorliegenden Beitrag wird davon ausgegangen, dass die vom Endkunden bestellten Waren stets auf Vorrat gelagert werden, so dass eine Überprüfung der Verfügbarkeit durch den Endverbraucher nicht stattzufinden braucht und nicht bei der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen ist. Ferner wird im Rahmen des Beitrags die Auffassung vertreten, dass aufgrund des elektronischen Bestellverfahrens die Administrationszeit und aufgrund der Unternehmensprozesse des Online-Versandhauses die Durchlaufzeiten gleich sind.

2.4 Ökologische Nachhaltigkeit

Zur Veranschaulichung einer nachhaltigen, ökologieorientierten Logistik bedient sich die Literatur oftmals des sogenannten Nachhaltigkeitsdreiecks, das aus den Elementen Ökologie, Ökonomie und Soziales besteht. Das Spannungsverhältnis zwischen Ökonomie, Ökologie und Soziales soll im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung in einem ausgewogenen Verhältnis stehen. Dabei sollen folgende Zielsetzungen verfolgt werden:²⁴

- Zielsetzung einer tragfähigen ökologischen Entwicklung auf globaler, nationaler, regionaler und regionaler Ebene
- Zielsetzung einer effizienten Einzel-, Gesamt- und Weltwirtschaft
- Zielsetzung einer sozialen Gerechtigkeit unter Berücksichtigung auf kommende Generationen, verschiedene Kulturen und Gesellschaften

Derzeit existiert keine einheitliche Begriffsbestimmung zum Begriff ökologieorientierte Logistik in Wissenschaft und Praxis. Unter anderem wird unter Green Logistics CO₂-arme Logistikdienstleistungen, umweltschonende Technik bei Fahrzeugen, Anlagen und Abläufen, Carbon Footprint und Effizienzsteigerung verstanden.²⁵ Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird unter Ökologie die Integration des Umweltaspektes in den bestehenden Logistikprozess verstanden.

²⁴ Vgl. Urbaniec, M., Kramer, M. (2003), S. 78.

²⁵ Vgl. lastmile logistics netzwerk Gelsenkirchen, Herne, Herten (2010), S. 8.

3 Literaturstand

3.1 Interorganisatorischer Ansatz

Eine Vielzahl an Publikationen, die das Verhältnis zwischen den Faktoren Ökologie und Ökonomie auf interorganisatorischer Ebene beleuchten, existiert.²⁶ Das Unternehmen wird dabei als Entscheidungsträger angesehen, welches eine Kosten-Nutzen-Analyse unter Berücksichtigung des Umweltaspektes verfolgt. Im Kontext mit einem ökologieorientierten Ansatz wird dabei oftmals auf die Nutzung und den Verbrauch von Ressourcen und oder das Verursachen von Emissionen eingegangen. Kosten entstehen für die ineffiziente Nutzung von Ressourcen sowie für die Verursachung von Emissionen. In der Literatur lassen sich dabei zwei Ansätze näher differenzieren:²⁷

- (a) die traditionelle Sichtweise
- (b) die moderne Sichtweise

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die unterschiedlichen Auffassungen zum Zielkonflikt zwischen den Faktoren Ökologie und Ökonomie:²⁸

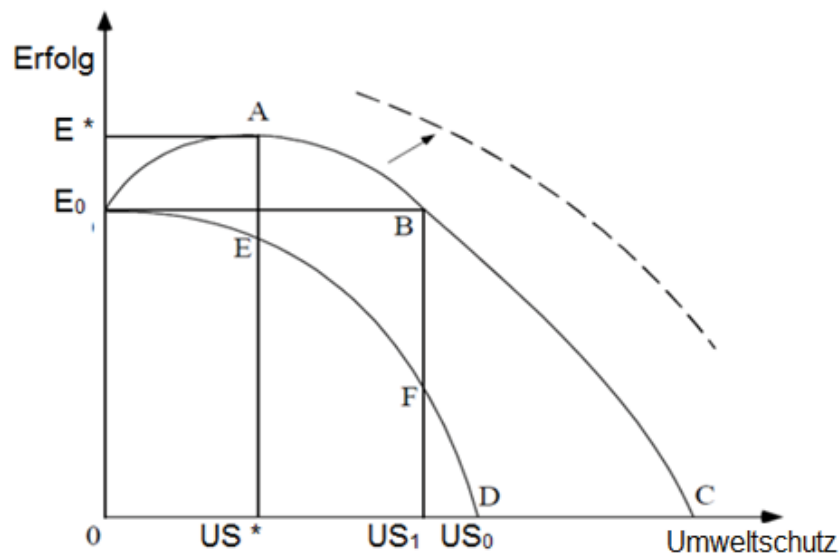


Abb. 2: Ökonomischer Erfolg und Umweltschutz

Bei einer traditionellen Sichtweise wird davon ausgegangen, dass die Verfolgung einer ökologieorientierten Unternehmung mit Investitionskosten, was eine Erhöhung der Grenzkosten zur Folge hat, verbunden ist.²⁹ Punkt D der obigen Abbildung verdeutlicht die Auffassung einiger Autoren: Die Verfolgung des Umweltschutzes trägt dazu bei, dass Unternehmen unprofitabel werden. Jede Maßnahme zum Umweltschutz weist Investitionscharakter aus und führt zu einer Erhöhung der Grenzkosten. Andere Autoren sehen in einem gewissen Maße keinen Zielkonflikt zwischen den Faktoren Ökolo-

²⁶ Vgl. Bréchet, T., Sylvette, L. (2010), S. 2; Orlitzky, M. et. al (2003), 403–441; Schaltegger, S., Synnestvedt, T. (2001), S. 5; Walsh, J. et. al. (2003), S. 859-881.

²⁷ Vgl. Boons, F., Wagner, M. (2009), S. 1909-1910.

²⁸ Vgl. Schaltegger, S., Synnestvedt, T. (2001), S. 8.

²⁹ Vgl. Boons, F., Wagner, M. (2009), S. 1909-1910.

gie und Ökonomie, wie Punkt A der obigen Abbildung zeigt. Im Gegensatz zur Kurve E_0 wird der ökonomische Erfolg durch die Verfolgung des Umweltschutzes erhöht. Erst bei einer 'übertriebenen' Umweltschutzpolitik des Unternehmens lässt der Erfolg der Unternehmung nach.³⁰ Im Rahmen einer ökologieorientierten Logistik kann unter (a) beispielsweise der Kauf von Emissionszertifikaten und unter (b) die Reduzierung von Kraftstoff aufgeführt werden.

3.2 Marktorientierter Ansatz

Bei dem marktorientierten Ansatz wird davon ausgegangen, dass der Markt eine Ansammlung von Unternehmen, welche im Wettbewerb miteinander stehen und den gleichen Kundenstamm aufweisen, ist. Technologische Innovationen oder organisatorische Strukturen können Wettbewerbsvorteile durch eine Reduktion der negativen Umweltauswirkungen erzielen.³¹ Umwelt- und gesellschaftsbezogene Themen haben in den letzten Jahren dazu beigetragen, dass sich Unternehmen zunehmend einer existenzbedrohenden, gesellschaftlichen und nachfragewirksamen Kritik ausgesetzt sehen. Für innovative Unternehmen besteht die Möglichkeit sich Wettbewerbsvorteile durch die Anpassung eines umweltorientierten Marketings zu verschaffen. Beispielsweise durch die Verwendung eines Klima-Labels oder die Angabe des CO₂-Fußabdrucks.³² Bei der marktorientierten Perspektive lassen sich zwei konzeptionelle Rahmenbedingungen unterscheiden:³³

- (a) Porters Hypothese
- (b) Natural-Resource-Based View

Die negativen Auswirkungen der Umweltpolitik in Bezug auf die Wettbewerbsfähigkeit werden bei der Porter Hypothese in Frage gestellt. Nach Auffassung Porters lässt sich durch eine restriktive Umweltpolitik zum einen die Umweltqualität und zum anderen die Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Industrie verbessern. Durch ein umweltorientiertes Management können demzufolge Win-Win-Situationen erzielt werden.³⁴ Der Ansatz von Porter betont ausschließlich komplementäre Zielsetzungen in Bezug auf strategische umweltpolitische Fragestellungen. Demnach lassen sich Wettbewerbs- und Innovationsvorteile durch umweltpolitische Regulierungen erzielen.³⁵ In der Literatur wird die von Porter aufgestellte Hypothese kritisch hinterfragt.³⁶

Im Rahmen des Natural-Resource-Based View wird davon ausgegangen, dass Wettbewerbsfähigkeit durch die Verringerung des Ressourceneinsatzes erzielt wird.³⁷ Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen im Gegensatz zum Market-Based View, welcher

³⁰ Vgl. Schaltegger, S., Synnestvedt, T. (2001), S. 8-9.

³¹ Vgl. Boons, F., Wagner, M. (2009), S. 1910-1911.

³² Vgl. Nolte, A., Oppel, J. (2008), S. 123.

³³ Vgl. Boons, F., Wagner, M. (2009), S. 1910-1911.

³⁴ Vgl. Porter, M. E., van der Linde, C. (1995), S. 97-118; Rundshagen, B. (2004), S. 11-12.

³⁵ Vgl. Frohwein, T. (2003), S. 8.

³⁶ Vgl. Nill, J. (2000), S. 38.

³⁷ Vgl. Hart, S. L. (1995), S. 986.

sich auf die Marktstruktur, das Marktverhalten und das Marktergebnis konzentriert, die Input-Output-Relationen. Innovationscharakter wird bei dem Ansatz des Resource-Based View in neuartige Ressourcen gesehen. Das Management hat dafür Sorge zu tragen, dass der Aufbau und die Weiterentwicklung von Ressourcen gefördert werden.³⁸ Der Erfolg eines Unternehmens ist Abhängig von der Qualität der eingesetzten Ressourcen.³⁹ Für die Logistikbranche sind die beiden zuvor vorgestellten marktorientierten Ansätze von entscheidender Bedeutung. Komplementäre Ziele zwischen Ökonomie und Ökologie können beispielsweise durch einen geringeren Kraftstoffverbrauch in der Flotte realisiert werden. Im Gegensatz zur Porters Hypothese, die ausschließlich komplementäre Ziele beleuchtet, lassen sich in der Logistikbranche auch konkurrierende Ziele identifizieren. Dies ist beispielsweise bei einer bestmöglichen Auslastung der Fahrzeuge der Fall, da es durchaus zu einer Erhöhung der Lieferzeiten kommen kann. Bei der Umstellung von Otto- auf Elektromotoren kann der unternehmerische Erfolg des Logistikdienstleisters (zumindest kurzfristig) durch die getätigten Investitionen gemindert werden. Auch hier liegt ein konkurrierendes Ziel vor. Die Qualität der Ressourcen ist auch für die Logistikbranche von entscheidender Bedeutung. In Analogie mit dem Verständnis des Qualitätsmanagements lässt sich dies beispielsweise bei der Personalmotivation beschreiben.

3.3 *Produktionsorientierter Ansatz*

Die Erfassung und Bewertung aller Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus eines (durchschnittlichen) Produktes wird im Rahmen des sogenannten Life Cycle Assessment verfolgt. Die Methode des LCA ist auch unter dem Begriff Ökobilanzierung bekannt und international anerkannt. Im Rahmen der DIN EN ISO 14040⁴⁰ ist das Verfahren normiert.⁴¹ Mit Hilfe der Marginal Abatement Cost Curve (MAC) werden die Grenzkosten aller zur Reduzierung von Umweltfolgen beitragenden Maßnahmen im Unternehmen beschrieben.⁴²

Van Meensel et. al. untersuchten die Trade-off Beziehungen zwischen den Faktoren Ökologie und Ökonomie und kamen zu dem Ergebnis, dass der wirtschaftliche Erfolg des Unternehmens durch eine Erhöhung des Outputs verbessert werden kann. Dies bedeutet zugleich, dass die negativen Auswirkungen auf die Umwelt zunehmen werden, da die Umweltbelastungen mit zunehmendem Output zunehmen. Eine Steigerung der Produktion bedeutet somit ein negatives ökonomischer-ökologischer Trade-off. Andererseits lassen sich durch Skaleneffekte negative Umwelteinflüsse reduzieren.⁴³ Das Bündeln von Bestellungen, eine verbesserte Transportauslastung oder eine kooperative Auslieferung an Kunden kann dazu beitragen, dass sich die negativen Umwelt-

³⁸ Vgl. Bea, F. X., Haas, J. (2005), S. 28.

³⁹ Vgl. Rugman, A. M., Verbeke, A. (2002), S. 771.

⁴⁰ Vgl. www.iso.org, abgerufen am 15.06.2011.

⁴¹ Vgl. Walther, G. (2010), S. 146.

⁴² Vgl. Gallan, S., Thomas, J. M. (2007), S. 75.

⁴³ Vgl. Van Meensel, J., et. al. (2008), S. 2-22.

einflüsse bei gleichbleibenden Transportvolumen reduziert werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Umweltbelastung in Relation zur Auslastung:

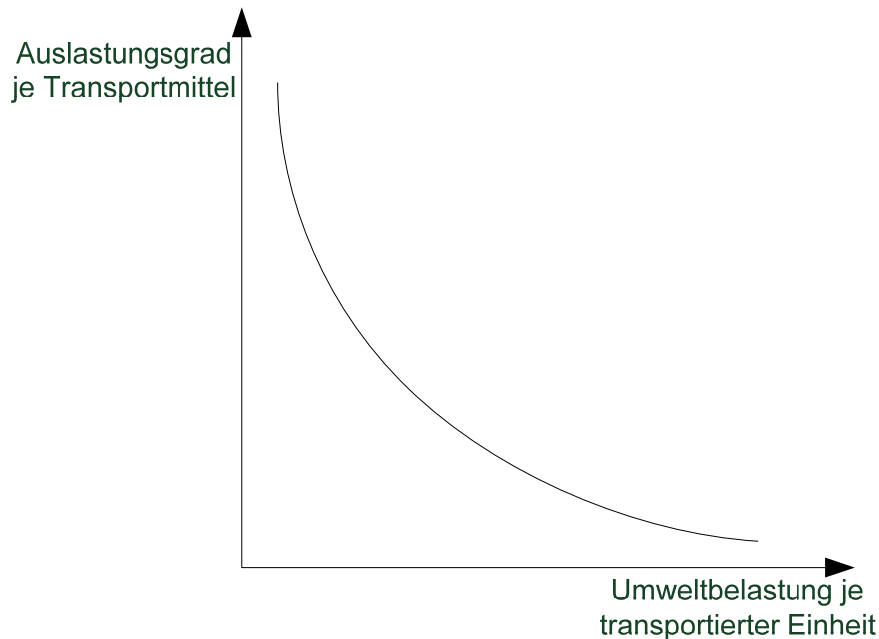


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Auslastungsgrad und Umweltbelastung

4 Wissenschaftliche Zuordnung und Untersuchungsmethode

4.1 Logistik als anwendungsorientierte Wissenschaft

Eine konkrete wissenschaftliche Zuordnung der Logistik ist aufgrund der Komplexität schwer.⁴⁴ Trotz einer intensiven wissenschaftlichen Beschäftigung seit Mitte der 50er Jahre konnte bis heute nicht eindeutig die Frage geklärt werden, was Logistik ist.⁴⁵ Delfmann beschreibt Logistik wie folgt: „Logistik ist eine anwendungsorientierte Wissenschaftsdisziplin. Sie analysiert und modelliert arbeitsteilige Wirtschaftssysteme als Flüsse von Objekten (v.a. Güter und Personen) in Netzwerken durch Zeit und Raum und liefert Handlungsempfehlungen zu ihrer Gestaltung und Implementierung. Die primären wissenschaftlichen Fragestellungen der Logistik beziehen sich somit auf die Konfiguration, Organisation, Steuerung oder Regelung dieser Netzwerke und Flüsse mit dem Anspruch, dadurch Fortschritte in der ausgewogenen Erfüllung ökonomischer, ökologischer und sozialer Zielsetzungen zu ermöglichen.“⁴⁶ Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird sich der Auffassung Delfmanns angeschlossen, da ein Realproblem untersucht wird. Logistik wird als anwendungsorientierte Wissenschaft, deren Zielsetzungen in der Erfüllung ökonomischer, ökologischer und sozialer es ist, zugeordnet.

⁴⁴ Vgl. Gudehus, T. (2010), S. xxi.

⁴⁵ Vgl. Göpfert, I., (2009), S. 41.

⁴⁶ Delfmann, W., Dangelmeier, W., Günthner, W., et al. (2010), S. 1.

4.2 Forschungsfrage und Auswahl der Forschungsmethode

Zu Beginn ist bei der Bearbeitung einer Forschungsfrage zu klären, welche Forschungsmethode eingesetzt werden soll. Ist die Problemstellung, die Zielsetzung und die Forschungsfrage einschließlich der Subfragen aufgearbeitet, ist eine Entscheidung hinsichtlich der einzusetzenden Forschungsmethode zu wählen. Dabei lassen sich qualitative und quantitative Forschungsmethoden differenzieren, deren Zielsetzung es ist, zu Erkenntnissen zu gelangen beziehungsweise Wissen zu generieren.

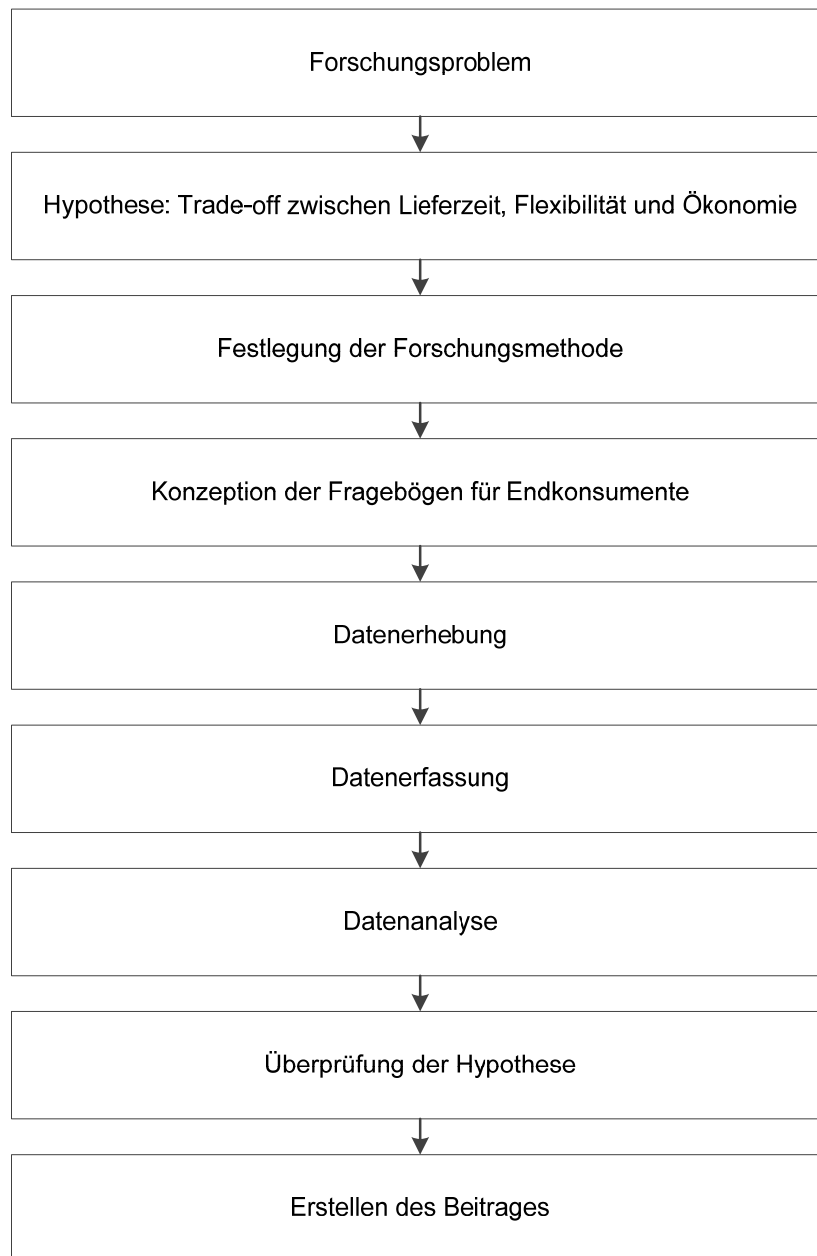


Abb. 4: Forschungsablauf des Beitrages

Aus der Verknüpfung von Informationen, die durch eine Verknüpfung von Daten entstehen, entsteht Wissen. Zu berücksichtigen ist, dass der Übergang zwischen Wissen, Daten und Informationen fließend, das heißt nicht trennscharf, ist. Forschung lässt sich unterscheiden in (a) deskriptiver Forschung, (b) explorativer Forschung, (c) empiri-

schen Tests und (d) präskriptiver, beratender Forschung. Qualitative Forschungsmethoden können bei der deskriptiven und explorativen Forschung eingesetzt werden, qualitative Forschungsmethoden bei empirischen Tests und präskriptiver Forschung eingesetzt werden.⁴⁷ Verschiedene Datenerhebungsmethoden, wie beispielsweise Interviews, Beobachtungen, nicht reaktive Messverfahren und Inhaltsanalysen existieren. Wird eine Befragung durchgeführt, so sind Fragebögen zu erstellen, Interviewer auszuwählen und zu schulen. Die gewonnenen Daten müssen gespeichert, niedergeschrieben, oder auf eine andere Art festgehalten und aufbereitet werden. Bevor die erhobenen Daten ausgewertet werden können, ist die Datensammlung zu strukturieren. Zielsetzung der Datenanalyse ist es, in der Regel mittels statistischen Verfahren, die zuvor aufgestellten Hypothesen zu überprüfen.⁴⁸ Die Ergebnisse müssen, damit die Forschungsarbeit zu einem wissenschaftlichen Fortschritt beitragen kann, publiziert werden. Die vorstehende Abbildung 4 zeigt den Forschungsablauf für den vorliegenden Beitrag.

4.3 *Conjoint-Measurement-Analyse*

Die Berücksichtigung der Kundenwünsche bei der Produkt- oder Dienstleistungsentwicklung ist unerlässlich bei der Positionierung neuer Produkte oder Dienstleistungen. Von besonderer Bedeutung ist es für Unternehmen, die Präferenzen der Kunden möglichst frühzeitig zu kennen.⁴⁹ Mit einer Conjoint-Measurement-Analyse, deren Ursprung der Aufsatz des Psychologen Luce und des Statistikers Tukey ist,⁵⁰ lassen sich diese Kundenpräferenzen ermitteln.⁵¹ Seit der Einführung in die Marketingliteratur durch Green und Rao,⁵² sowie Johnson⁵³ wurde die Methode der Conjoint-Measurement-Analyse große Aufmerksamkeit geschenkt.⁵⁴ Die Planung und Durchführung der Conjoint-Measurement-Analyse erstreckt sich über fünf Schritte, die nachfolgend aufgeführt sind:⁵⁵

- Eigenschaften und Eigenschaftsausprägungen
- Erhebungsdesign
- Bewertung und Stimuli
- Schätzung der Nutzenwerte
- Aggregation der Nutzenwerte

Nachdem von dem Untersuchenden die Eigenschaften und die Eigenschaftsausprägungen definiert worden, ist das Erhebungsdesign zu entwickeln. Die Erhebung der Daten

⁴⁷ Vgl. Riesenhuber, F. (2009), S. 4.

⁴⁸ Vgl. Schnell, R., Hill, P. B., Esser, E. (2008), S. 13.

⁴⁹ Vgl. Baier, D., Brusch, M. (2009), S. 3.

⁵⁰ Vgl. Luce, R. D., Tukey, J. W. (1964), S. 1-27.

⁵¹ Vgl. Gustafsson, A. et. al. (2007), S. 3-4.

⁵² Vgl. Green, P. E., Rao, V. R. (1971), S. 355-363.

⁵³ Vgl. Johnson, R. M. (1974), S. 121-127.

⁵⁴ Vgl. Gustafsson, A. et. al. (2007), S. 3-4.

⁵⁵ Vgl. Backhaus, K., et. al. (2006), S. 561.

erfolgt mittels Befragung. Die Produkte (Stimuli) werden durch die Befragten bewertet. Nachdem die Daten der Befragten vorliegen können mit Hilfe der Conjoint-Measurement-Analyse die Teilnutzenwerte geschätzt werden. Eine anschließende Aggregation der individuellen Nutzwerte kann eventuell im letzten Schritt vorgenommen werden.⁵⁶ Anwendung findet die Conjoint-Measurement-Analyse überwiegend bei Konsumgütern, allerdings ist zu beobachten die Anwendungshäufigkeit der Methode zunehmend auch bei Dienstleistungen eingesetzt wird. Als Kritikpunkt kann aufgeführt werden, dass die Conjoint-Measurement-Analyse für viele Anwender wissenschaftlicher Analyseverfahren als keine standardisierte Methode angesehen wird.⁵⁷ Im Rahmen des vorliegenden Beitrages wurde eine Befragung durchgeführt, bei der die Befragten ihre Präferenzen in einem Ranking mitteilten. Die auszuwählenden Logistikprodukte differenzieren sich zwischen den Faktoren Preis, Lieferzeit und Umwelt. Bei der nachfolgenden Ermittlung des Nutzens der Befragten wurde ein dekompositionelles Verfahren gewählt. Die Nutzenermittlung erfolgte im Rahmen des vorliegenden Beitrages ausschließlich auf den Gesamtnutzen der aufgeführten Objekte, das heißt, es wurden die Verknüpfungs- und Präferenzfunktionen nicht in einzelne Teilnutzenaspekte, unter bestimmten Annahmen, herunter gebrochen und diese zu einem Gesamtnutzen wieder addiert. Im Fokus der Betrachtungen standen ausschließlich die Präferenzen der Befragten für die einzelnen Objekte beziehungsweise Produkte.

5 Ergebnisse

5.1 Demographische Angaben

Bei der vom Institut für Logistik-& Dienstleistungsmanagement (ild) der FOM - Hochschule für Oekonomie & Management durchgeführten Befragung konnten 64 Teilnehmer gewonnen werden, was eine Rücklaufquote von 64 % entspricht. Die Ausgabe der Fragebögen an 100 Endkonsumenten erfolgte persönlich. Die Altersstruktur der Befragten sieht wie folgt aus:

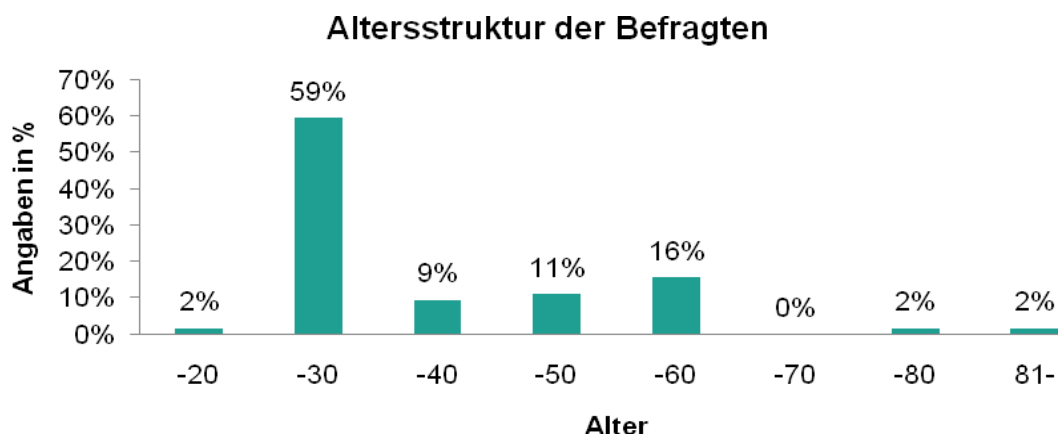


Abb. 5: Altersstruktur der Befragten

⁵⁶ Vgl. Backhaus, K., et. al. (2006), S. 561.

⁵⁷ Vgl. Baier, D., Brusch, M. (2009), S. 8.

59,4 % der Befragten gehörten der Altersklasse 21 bis 30 Jahren, 15,6 % gehörten der Altersklasse 51-60 Jahren, 10,9 % gehörten der Altersklasse 41-50 Jahren, 9,4 % gehörten der Altersklasse 31-40 Jahren und 1,6 % gehörten den Altersklassen bis 20 Jahren, 71-80 Jahren und über 80 Jahren an. Im Bereich der Altersklasse 61-70 Jahren haben keine Personen an der Befragung teilgenommen. An der Befragung nahmen 33 (51,6 %) Männer und 31 (48,4 %) Frauen teil. Der höchsterzielte Schulabschluss der Befragten sieht, wie nachfolgend dargestellt, wie folgt aus:

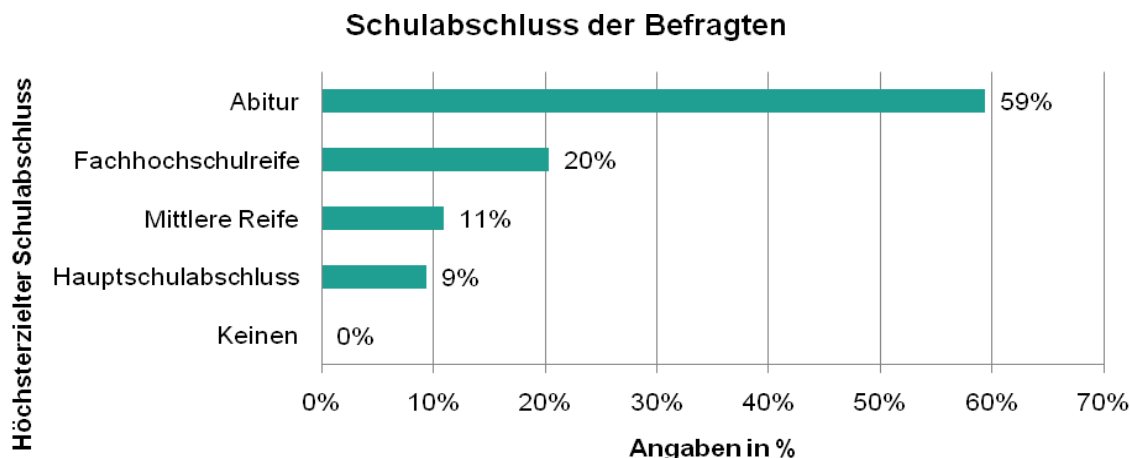


Abb. 6: Bildungsstand der Befragten

Von den insgesamt 64 Befragten hatten 38 (59,4 %) Abitur, 13 (20,3 %) die Fachhochschulreife, 7 (10,9 %) die mittlere Reife, 6 (9,3 %) einen Hauptschulabschluss. Keiner der Teilnehmer hatte keinen Schulabschluss. Darüber hinaus gaben 40 (62,5 %) und 24 (37,5 %) der Befragten an, eine abgeschlossene Berufsausbildung vorweisen zu können. Bei der Nachfrage nach einem abgeschlossenen Hochschulstudium gaben die Befragten wie folgt an:

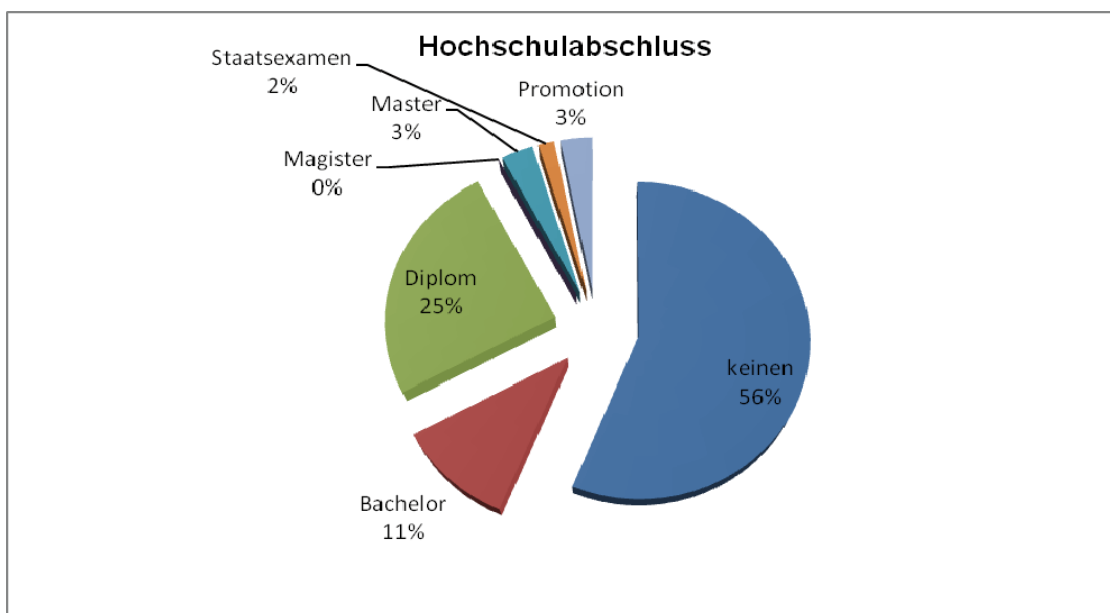


Abb. 7: Hochschulabschluss der Befragten

56,2 % (36) der Befragten besitzen keinen Hochschulabschluss, 25 % (16) einen Diplomabschluss, 10,9 % (7) einen Bachelorabschluss, 3,1 % (2) einen Masterabschluss, 1,6 % (1) ein Staatsexamen und 3,1 % (2) der Befragten promovierten.

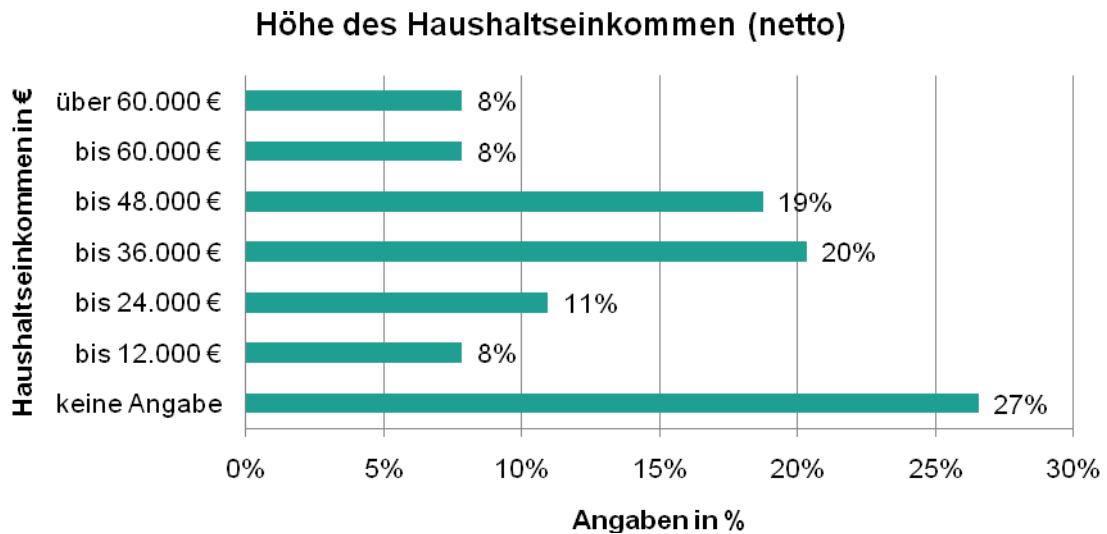


Abb. 8: Höhe des Haushaltseinkommens der Befragten

17 Teilnehmer (26,6 %) der Befragung gaben keine Angabe über die Höhe ihres jährlichen Nettohaushaltseinkommens an. 13 Befragte (20,3 %) erzielen ein Nettohaushaltseinkommen von bis zu 36.000 €, 12 Befragte (18,7 %) bis zu 48.000 €, 7 Befragte (10,9 %) bis zu 24.000 €, 5 Befragte (7,8 %) bis zu 12.000 €, 5 Befragte (7,8 %) bis zu 60.000 € und 5 Befragte (7,8 %) über 60.000 € jährliches Nettohaushaltseinkommen.

5.2 Inhaltliche Angaben

Als Einstiegsfrage wurden die Befragten nach ihrem eigenen umweltbewussten Verhalten gefragt. Von den insgesamt 64 Befragten gab keiner an, sich sehr umweltbewusst zu verhalten, 1 Befragter (1,6 %) gab an, sich überhaupt nicht umweltbewusst zu verhalten. 25 % (16 Teilnehmer) der Grundgesamtheit gaben an, dass sie ihr eigenes umweltbewusste Verhalten als gut, 54,7 % (35 Teilnehmer) als durchschnittlich, 15,6 % (10 Teilnehmer) als weniger durchschnittlich und 3,1 % (2 Teilnehmer) als schlecht einschätzen. Ferner wurden die teilnehmenden Befragten nach Beispielen für umweltbewusstes Handeln gefragt. Die Fragestellung wurde als offene Frage formuliert, bei der Mehrfachnennungen möglich waren. Zu den Top 5 gehörten die Mülltrennung (38 Nennungen), die Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln (15 Nennungen), die Nutzung des Fahrrads anstelle des PKWs (13 Nennungen) sowie die Reduzierung des Stromverbrauchs (12 Nennungen) und die Reduzierung des Wasserverbrauchs (12 Nennungen).

Bei der Frage, wie die aktuelle und zukünftige (Jahr 2025) Bedeutung des Umweltschutzes in der Logistikbranche aussieht beziehungsweise aussehen wird, gaben die Befragten wie folgt an:

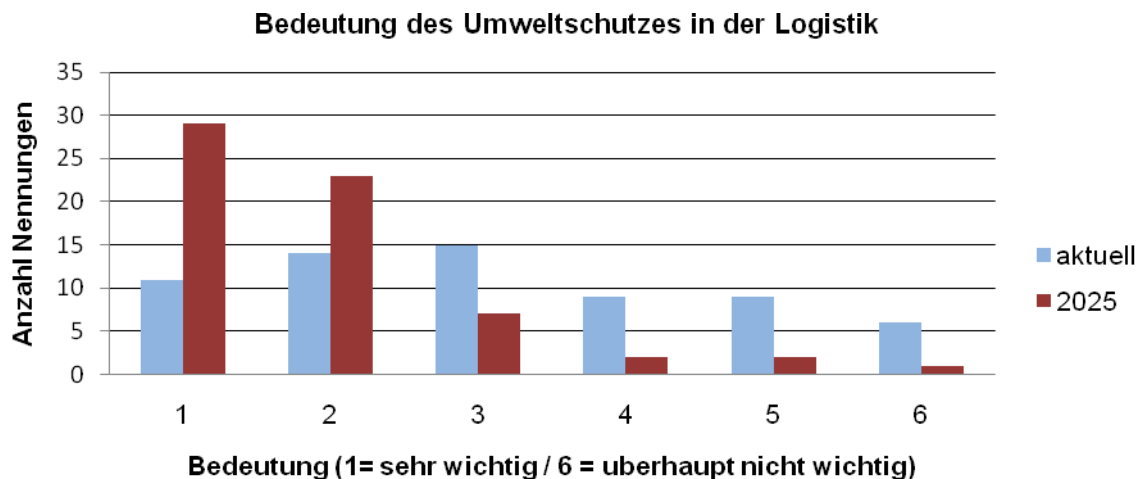


Abb. 9: Bedeutung des Umweltschutzes in der Logistik

11 (17,2 %) der insgesamt 64 Befragten sehen die aktuelle Bedeutung des Umweltschutzes in der Logistikbranche als sehr wichtig, 14 (21,8 %) als wichtig und 6 (9,3 %) als unwichtig. Die Bedeutung des Umweltschutzes in der Logistikbranche wird nach Meinung der Befragten zunehmen. So gaben beispielsweise 29 (45,3 %) der insgesamt 64 Befragten an, dass die Bedeutung des Umweltschutzes in der Logistikbranche im Jahre 2025 sehr wichtig sein wird, was eine Steigerung im Vergleich zur aktuellen Bedeutung des Umweltschutzes in der Logistik (11 Nennungen) von mehr als 260 % entspricht.

Für eine umweltorientierte Logistik wären 53 der insgesamt 64 Befragten (82,8 %) bereit, eine längere Lieferzeit in Kauf zu nehmen. Von diesen 53 Befragten würden 13,2 % (7 Befragte) eine Erhöhung der Lieferzeit von 1 Tag, 32,1 % (17 Befragte) von 2 Tagen, 22,6 % (12 Befragte) von 3 Tagen, 15,1 % (8 Befragte) von 4 Tagen und 17 % (9 Befragte) mehr als 4 Tage akzeptieren. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht dieses Ergebnis:

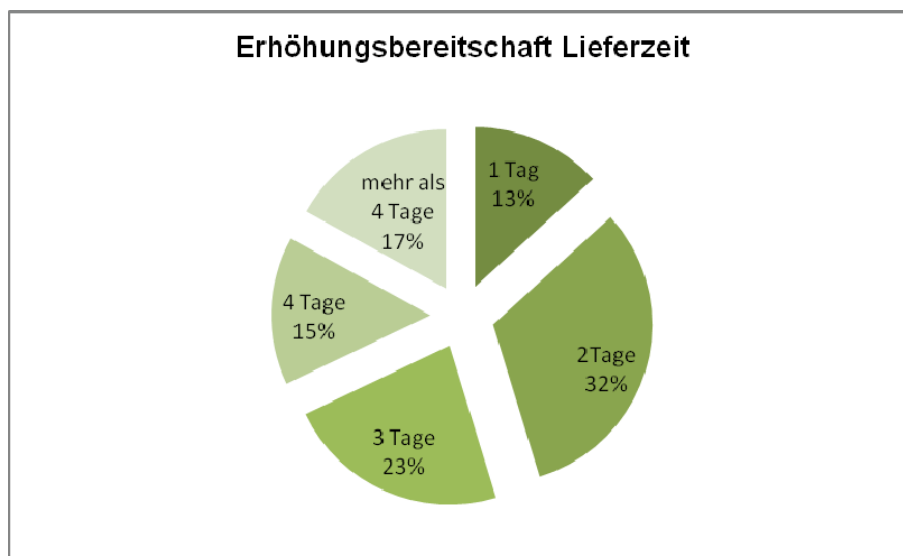


Abb. 10: Bereitschaft für eine längere Lieferzeit

Es konnten in Bezug auf das Geschlecht, das Alter, den Bildungsstand, das Nettohaushaltseinkommen keine signifikanten Unterschiede identifiziert werden.

Von den insgesamt 64 Befragten sind 50 % bereit einen höheren Preis für eine umweltorientierte Logistik zu zahlen.

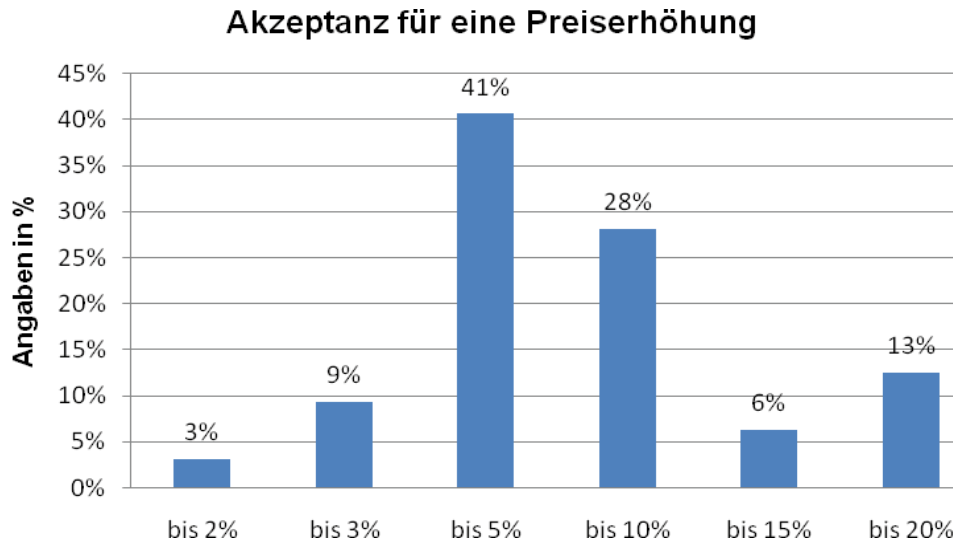


Abb. 11: Bereitschaft für einen höheren Preis

13 Befragte (40,6 %) der insgesamt 32 Befragten, die für eine umweltorientierte Logistik einen höheren Preis bereit wäre zu zahlen, gaben an, dass sie eine 5 %ige Preiserhöhung akzeptieren würden. Der Bildungsstatus der 13 Befragten ist relativ ausgeglichen, so sind 6 mit und 7 ohne abgeschlossenes Studium für eine Preiserhöhung von bis zu 5 % bereit. Signifikant auffällig ist, dass keiner der Befragten, die mehr als 60.000 € Nettohaushaltseinkommen erzielen, bereit wären, für eine umweltorientierte Logistik einen Mehrpreis in Kauf zu nehmen. Die Befragten, die eine Preiserhöhung von bis zu 10 % akzeptieren würden, liegen im oberen Bereich des Nettohaushaltseinkommens (36.000 und 48.000 €). Bei einer Preiserhöhung von mehr als 10 % ließen sich 4 Befragte mit einem Nettohaushaltseinkommen von bis 12.000 € und 1 Befragter mit einem Nettohaushaltseinkommen von bis 24.000 € identifizieren.

5.3 Präferenzen der Befragten

Die Einschätzung der Prioritäten zwischen den Faktoren Lieferzeit, Preis, Qualität, Umwelt, Service und Flexibilität haben die insgesamt 64 Befragten wie folgt beantwortet:

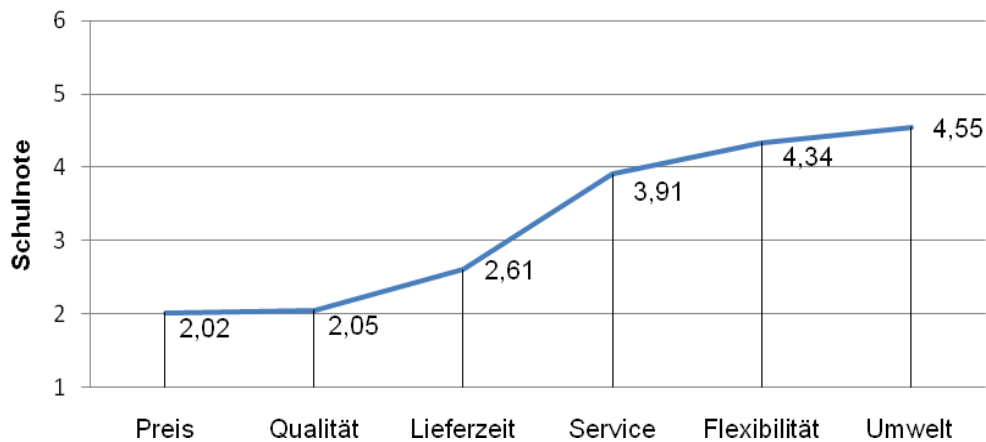


Abb. 12: Schulnotenranking der Faktoren

Ausgedrückt in Schulnoten ist erkennbar, dass der Preis (Notendurchschnitt: 2,02) für die Befragten von größter und die Umwelt (Durchschnitt 4,55) von geringster Bedeutung ist. Darüber hinaus wurde eine Conjoint-Measurement-Analyse durchgeführt, bei der die Befragten vier Produkte zur Auswahl und die Prioritäten für die jeweiligen Produkte angaben. Die nachfolgende Tabelle zeigt die vier Produkte:

Welches Produkt würden Sie bevorzugen? Bitte ordnen Sie die folgenden Produkte einem Ranking von 1-4* zu:				
Produkt:	a)	b)	c)	d)
Preis:	3,90	4,10	4,10	4,20
Lieferzeit:	2-3 Werktage	2-3 Werktage	3-4 Werktage	3-4 Werktage
Umwelt:	-	+	+++	++++
Priorität: (bitte eintragen)				
* 1 = bestes Produkt / 4 = schlechtestes Produkt				

Tab. 1: Produktpräferenzen

Die Produkte a) und c) bevorzugen je 19 Befragte (29,7 %), die Produkte b) und d) je 13 (20,3 %) Befragte. 33 (51,6 %) der insgesamt 64 Befragten haben das Produkt d) und 23 Befragte (~ 35,9 %) haben das Produkt a) auf die letzte Priorität gesetzt. Das umweltorientierte Produkt c) (längere Lieferzeit) wurde von 5 der Befragten (7,8 %) auf letzter Priorität gesetzt. Das Produkt b) wurde von 3 Befragten (4,6 %) der letzten

Priorität zugeordnet. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse der Befragung:

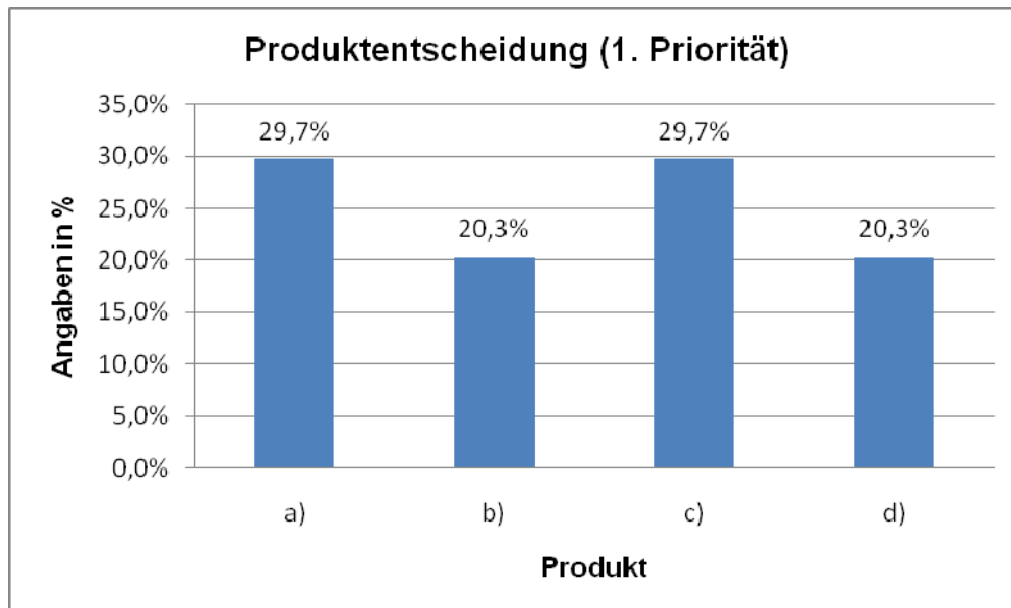


Abb. 13: Produktentscheidung 1. Priorität

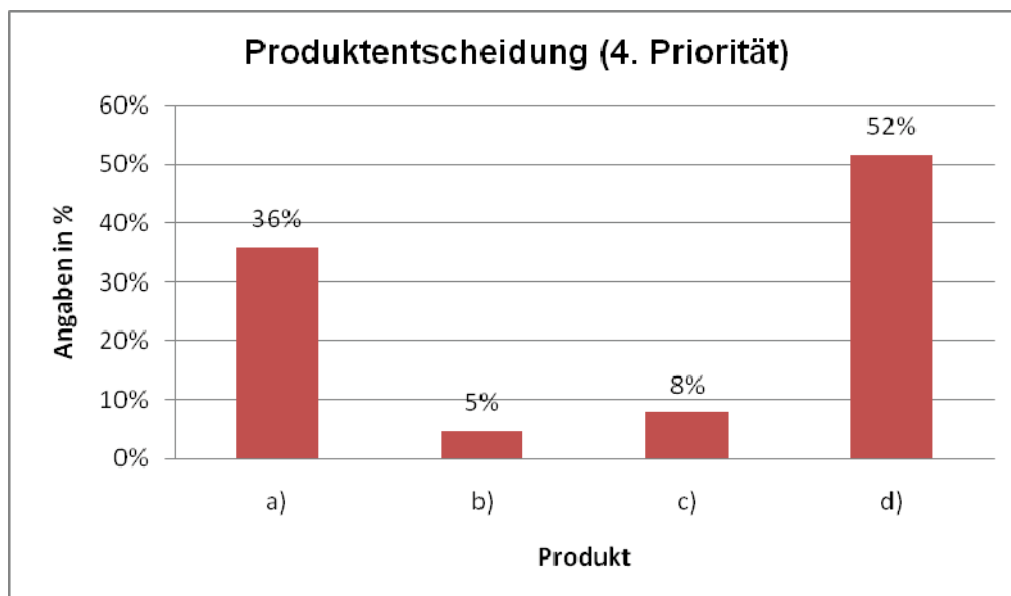


Abb. 14: Produktentscheidung 1. Priorität

6 Zusammenfassung und Ausblick

Ein Trade-off zwischen den Faktoren Flexibilität, Lieferzeit und Ökologie besteht durchaus.⁵⁸ Die Ergebnisse des vorliegenden Beitrages zeigen, dass Endkonsumenten die Faktoren Kosten, Lieferzeit, Qualität, Service und Flexibilität im Vergleich zum Umweltaspekt bevorzugen. Eine zu geringe Akzeptanz einer grünen Logistik ist auf Seiten der Endkonsumenten festzustellen. Zur Realisierung einer nachhaltigen, ökolo-

⁵⁸ Vgl. Boons, F., Wagner, M. (2009), S. 1909-1910; Bretzke, W.-R., Barkawi, K. (2010), S. 48.

gieorientierten Logistik hat die Branche entsprechende Investitionen, wie beispielsweise die Kollektivwerbung, welche sich in vertikaler, horizontaler und diagonal differenzieren lässt, vorzunehmen. Durch die Beteiligung aller Akteure entlang der Supply Chain können die Investitionskosten zwischen den einzelnen Akteuren aufgeteilt werden.

Die Ergebnisse aus der Befragung zeigten jedoch auch, dass Konsumenten durchaus bereit sind, eine längere Lieferzeit für eine umweltorientierte Logistik in Kauf zu nehmen. Es konnte im Rahmen der durchgeführten Befragung nicht bestätigt werden, dass Same-Day-Lieferungen auf mehr Akzeptanz stoßen. Die Preisgestaltung umweltorientierter Logistikprodukte ist eine zentrale Herausforderung für die Logistik. Nur 50 % der teilnehmenden Befragten akzeptieren Mehrkosten für umweltfreundliche Logistikmaßnahmen. Signifikant auffällig dabei ist, dass Preiserhöhungen über 10 % ausschließlich von Personen mit einem geringeren Nettohaushaltseinkommen akzeptiert werden, wobei der Bildungsstand der Befragten ausgeglichen ist.

Im Rahmen der durchgeführten Conjoint-Measurement-Analyse zeigte sich ein ausgewogenes Verhältnis zwischen der kostengünstigen und einer umweltorientierten Logistiklösung. Beide Produkte erhielten die gleiche Anzahl an Nennungen, trotz längerer Lieferzeit und einer Preiserhöhung von ca. 5 %. Es zeigt sich, dass bei gleichen Kosten die umweltfreundlichere Variante trotz längerer Lieferzeit von den Konsumenten bevorzugt wird. Das teuerste und umweltfreundlichste Produkt erhielt jedoch die geringste Befürwortung. Für die Produktgestaltung logistischer Produkte bedeutet dies, dass ein ausgewogenes Verhältnis anzustreben ist. An dieser Stelle sei jedoch nochmals auf die kritische Würdigung⁵⁹ der Conjoint-Measurement-Analyse verwiesen. Andererseits zeigen die hier vorgestellten Ergebnisse, dass sich Logistikdienstleister in Zukunft deutlich vermehrt und mit höherer Priorität Gedanken zu einer nachhaltigen Produktgestaltung machen müssen, um die komplexen Anforderungen der Konsumenten gerecht zu werden. Die Trade-off-These hat sich damit nur in Teilen bewahrheitet, so dass die Zielgröße „Sustainability“ in das strategische Management der Dienstleister zu integrieren ist.

Um repräsentativere Ergebnisse zu erzielen wird das Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement (ild) der FOM - Hochschule für Oekonomie & Management weitere Befragungen durchführen, umso die Akzeptanz einer grünen Logistik bei den Endkonsumenten zu messen und ggf. entsprechende Handlungsempfehlungen ableiten.

Literaturverzeichnis

- Accenture (2007): The green link to high performance in retail – Consulting, Technology, Outsourcing, München 2007, abgerufen am 28.04.2011 unter:
www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/greenPOV_final.pdf
- Arndt, H. (2008): Supply Chain Management – Optimierung logistischer Prozesse, Wiesbaden 2008
- Arnold, D., Kuhn, A., Furmans, K., Isermann, H., Tempelmeier, H. (2008): Handbuch Logistik, Berlin, Heidelberg 2008

⁵⁹ Vgl. Baier, D., Brusch, M. (2009), S. 8.

- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R. (2006): *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung*, Berlin, Heidelberg, New York 2006
- Baier, D., Brusch, M. (2009): Erfassung von Kundenpräferenzen für Produkte und Dienstleistungen, in: Baier, D., Brusch, M. (Hrsg.) (2009): *Conjoint-Analyse – Methoden, Anwendungen, Praxisbeispiele*, Berlin, Heidelberg 2009
- Bea, F. X., Haas, J. (2005): *Strategisches Management*, Ulm 2005
- Blanchard, O., Illing, G. (2009): *Makroökonomie*, München 2009
- Boons, F. and Wagner, M. (2009) ‘Assessing the relationship between economic and ecological performance: Distinguishing systems levels and the role of innovation, in: *Ecological Economics*, 2009, Vol. 68, S. 1908-1914
- Bréchet, T., Sylvette, L. (2010): *Technological greening, eco-efficiency and no-regret strategy*, Core Discussions Paper 2010/31, Louvain-la-Neuve, Belgium 2010
- Bretzke, W.-R. (2010): *Logistische Netzwerke*, Berlin, Heidelberg 2010
- Bretzke, W.-R., Barkawi, K. (2010): *Nachhaltige Logistik – Antworten auf eine Herausforderung*, Berlin, Heidelberg 2010
- Delfmann, W., Dangelmeier, W., Günthner, W., et al. (2010): Grundverständnis der Logistik als wissenschaftliche Disziplin, in: Delfmann, W., Wimmer, T. (Hrsg.) (2010): *BVL Schriftenreihe: Strukturwandel in der Logistik, Wissenschaft und Praxis im Dialog*, Hamburg 2010, S. 3-11
- Disselkamp, M., Schüller, R. (2004): *Lieferantenrating: Instrumente, Kriterien, Checklisten*, Wiesbaden 2004
- Forschmayer, A., Göpfert, I. (2010): *Logistik-Bilanz – Erfolgsmessung neuer Strategien, Konzepte und Maßnahmen*, Wiesbaden 2010
- Frohwein, T. (2003): Die Porter-Hypothese im Lichte der Neuordnung europäischer Chemikalienregulierung – Does it hold? –, in: *UFZ-Diskussionspapiere*, Leipzig 2003
- Gallan, S., Thomas, J. M. (2007): *Environmental Economics & Management: Theory, Policy and Applications*, Mishawaka, USA 2007
- Göpfert, I. (2009): Die Anwendung der Zukunftsforschung für die Logistik, in: Göpfert, I. (Hrsg.) (2009): *Logistik der Zukunft – Logistics for the Future*, Wiesbaden 2009, S. 31-86
- Green, P. E., Rao, V. R. (1971): Conjoint Measurement Analysis for Quantifying Judgemental Data, in: *Journal of Marketing Research*, 1971, Vol. 8, No. 1, S. 355-363
- Gudehus, T. (2010): *Logistik – Grundlagen, Strategien, Anwendungen*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York 2010
- Gustafsson, A., Herrmann, A., Huber, F. (2007): Conjoint Analysis as an Instrument of Market Research Practice, in: Gustafsson, A., Herrmann, A., Huber, F. (Hrsg.) (2007): *Conjoint Measurement: Methods and Applications*, Berlin, Heidelberg, New York 2007, S. 3-30
- Johnson, R. M. (1974): Trade-Off Analysis of Consumer Values, in: *Journal of Marketing Research*, 1974, Vol. 11, No.2, S 121-127
- Hart, S. L. (1995): A natural-resource-based view of the firm, in *Academy Management*, 1995, Vol. 20, No. 4, S. 986–1014
- Herrmann, C. (2009): *Ganzheitliches Life Cycle Management – Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung in Unternehmen*, Berlin, Heidelberg 2009
- Inderfurth, K., Schulz, T. (2008): Zur optimalen Parametrisierung der Lagerkennlinie nach Nyhuis, Wiendahl, in: Nyhuis, P. (Hrsg.) (2008): *Beiträge zu einer Theorie der Logistik*, Berlin, Heidelberg 2008, S. 157-184
- Klumpp, M. (2010): *Logistiktrends 2010*, ild Schriftenreihe Logistikforschung, Band 11, Essen 2010
- Landmann, O., Jerger, J.: *Beschäftigungstheorie*, Berlin, Heidelberg, New York 1999
- lastmile logistics netzwerk Gelsenkirchen, Herne, Herten (2010): *Unternehmensbefragung Green Logistics*, Herne 2010
- Lödding, H. (2008): *Verfahren der Fertigungssteuerung*, Berlin, Heidelberg 2008

- Luce, R. D., Tukey, J. W. (1965): Simultaneous conjoint measurement: A new type of fundamental measurement, in: *Journal of Mathematical Psychology*, 1965, Vol. 1, No. 1, S. 1-27
- Margolis, J., Walsh, J. (2003): Misery loves companies: rethinking social initiatives by business, in: *Administration Science Quarterly*, 2003, Vol. 48, No.2, S. 268–305
- Müller-Steinfahrt, U. (2010): Green Supply Chain – Grüne Beschaffungs- und Versorgungslogistik, Präsentation, Würzburg, abgerufen am 30.03.2011 unter: www.lwg.bayern.de/weinbau/38298/linkurl_21.pdf
- Nill, J.(2009): Ökologische Innovationspolitik: Eine evolutiorisch-ökonomische Perspektive, Diss., Marburg 2009
- Nolte, A., Oppel, J. (2008): Klimawandel: Eine Herausforderung für die Wirtschaft - Handlungsoptionen für Industrieunternehmen in Deutschland, Hamburg 2008
- Orlitzky, M., Schmidt, F., Rynes, S., (2003): Corporate social and financial performance: A Meta-Analysis, in: *Organisation Studies*, 2003, Vol. 24, No.3, S. 403–441
- o. V. (2010): Bestellt und sofort geliefert – Same-Day-Delivery ist ein Zukunftsthema mit großer Akzeptanz bei den Kunden, in: *Internet World Business* (Hrsg.) (2010), Ausgabe 21/10, S. 26
- Porter, M. E., van der Linde, C. (1995): Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship, in: *Journal of Economic Perspectives*, 1995, Vol. 9, No. 4, S. 97-118
- Rahmstorf, S., Schnellhuber, H-J. (2009): Der Klimawandel, München 2009
- Rausch, K-F., Kadow, M., Elbert, R. (2010): Grüne Logistik – Handlungsfelder und –strategien für Logistikdienstleister am Beispiel von DB Schenker, in: Schönberger, R., Elbert, R. (Hrsg.) (2010): Dimensionen der Logistik – Funktionen, Institutionen und Handlungsebenen, Wiesbaden 2010, S. 681-708
- Riesenhuber, F. (2009): Großzahlige empirische Forschung, in: Albers, S., Klapper, D., Konradt, U., Walter, A., Wolf, J. (Hrsg.) (2009): *Methodik der empirischen Forschung*, Wiesbaden 2009, S.1-16
- Rugman, A. M., Verbeke, A. (2002): ‘Edith Penrose’s contribution to the resource-based view of strategic management’. *Strategic Management Journal*, 2002, Vol. 23, No. 8, S.769–80
- Rundshagen, B. (2004): Strategische Verknüpfung von Umwelt- und Handelspolitik – Eine spieltheoretische Analyse internationaler Koalitionsbildung, Diss., Wiesbaden 2004
- Schaltegger, S., Synnestvedt, T. (2001): The Forgotten Link Between “Green“ and Economic Success – Environmental and Economic Performance, Lüneburg, Sanvika 2001
- Schnell, R., Hill, P. B., Esser, E. (2008): Methoden der empirischen Sozialforschung, München 2008
- Urbaniec, M., Kramer, M. (2003): Unternehmensziel und ökologische Herausforderung, in: Kramer, M., Urbaniec, M., Möller, L. (Hrsg.) (2003): *Internationales Umweltmanagement, Band 1: Interdisziplinäre Rahmenbedingungen einer umweltorientierten Unternehmensführung*, Wiesbaden 2003, S. 57-95
- Van Meensel, J., Lauwers, L., Van Huylenbroeck, G., Steven, Van Passel, S. (2008): Exploring production-theoretical insights for economic-ecological trade-off analysis, Diepenbeek, Belgium 2008
- Walsh, J., Weber, K., Margolis, J. (2003): Social issues and management - Our lost cause found, in: *Journal of Management*, 2003, Vol. 29, No.6, S. 859-881
- Walter, G. (2010): Nachhaltige Wertschöpfungsnetzwerke – Überbetriebliche Planung und Steuerung von Stoffströmen entlang des Produktlebenszyklus, Habil., Wiesbaden 2010
- Werner, H. (2010): Supply Chain Management – Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling, Wiesbaden 2010
- Wycisk, C. (2009): Flexibilität durch Selbststeuerung in logistischen Systemen – Entwicklung eines realpolitischen Bewertungsmodells, Diss., Wiesbaden 2009

Internetquellen

www.amazon.de:

www.amazon.de/gp/help/customer/display.html/ref=hp_rel_topic?ie=UTF8&nodeId=504952, abgerufen am 08.06.2011

www.iso.org:

www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=37456, abgerufen am 15.06.2011

Anhang



Institut für Logistik- &
Dienstleistungsmanagement
der FOM University of Applied Sciences

Befragung zum Thema
Grüne Logistik

Teil 1: Grüne Logistik						
	Sehr umweltbewusst			Nicht umweltbewusst		
	1	2	3	4	5	6
1. Für wie umweltbewusst würden Sie Ihr eigenes Verhalten einstufen?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. Können Sie Beispiele für Ihr umweltbewusstes Handeln nennen? 1. _____ 2. _____ 3. _____						
3. Welche Bedeutung hat Ihrer Meinung der Umweltschutz aktuell in der Logistikbranche? 4. Welche Bedeutung wird der Umweltschutz in der Logistikbranche Ihrer Meinung nach im Jahre 2025 haben? 5. Bitte ordnen Sie die folgenden Kriterien einem Ranking von 1-6* zu: a) Lieferzeit Bei der Bestellung eines Buches bei einem Online-Versandhaus achte ich auf die schnellste Lieferzeit. b) Preis Bei der Bestellung eines Buches bei einem Online-Versandhaus bevorzuge ich den günstigsten Transportanbieter. c) Qualität Bei der Bestellung eines Buches ist mir sehr wichtig, dass die Ware nicht durch den Transport beschädigt wird. d) Flexibilität Bei der Bestellung eines Buches bei einem Online-Versandhaus achte ich darauf, dass beispielsweise die Lieferanschrift - auch wenn die Ware bestellt ist - geändert werden kann. e) Service Bei der Bestellung eines Buches bei einem Online-Versandhaus achte ich darauf, dass mir umfangreichen Service angeboten wird, wie beispielsweise die Möglichkeit einer Warensendungsverfolgung. f) Umwelt Bei der Bestellung eines Buches bei einem Online-Versandhaus achte ich darauf, dass der Versand umweltfreundlich erfolgt.						
Priorität: (1-6)						

* 1 = wichtigstes Kriterium / 6 = unwichtigstes Kriterium



Institut für Logistik- &
Dienstleistungsmanagement
der FOM University of Applied Sciences

Befragung zum Thema
Grüne Logistik

Im Rahmen des Projektes LOGFOR führen wir eine Befragung zum Thema 'Grüne Logistik' durch. Das Projekt wird vom Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWM) gefördert. Zielsetzung des Projektes LOGFOR ist es, Trends in der Logistikbranche zu identifizieren und die damit verbundenen neuen Anforderungen in berufliche und akademische Ausbildungsinhalte zu transferieren. Dazu würden Sie mit Ihrer Meinung wesentlich beitragen, weshalb wir Sie um die Teilnahme an der Befragung bitten möchten. Ihre Antworten in dieser Befragung bleiben anonym, werden ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke genutzt und nach der Auswertung gelöscht.

1

FOM

ild

Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement

der FOM University of Applied Sciences

Befragung zum Thema

Grüne Logistik

6 a

Wären Sie bereit für einen umweltfreundlichen Versand eine längere Lieferzeit in Kauf zu nehmen, beispielsweise bei dem Kauf eines Buches bei einem Online-Versandhaus?

☐ nein

☐ ja

☐ Bis zu 1 Tag

☐ Bis zu 2 Tage

☐ Bis zu 3 Tage

☐ Bis zu 4 Tage

☐ Mehr als 4 Tage

6 b

Falls ja, wie lange?

7 a

Wären Sie für einen umweltfreundlichen Versand bereit, höheren Preis zu zahlen? (Beispielsweise bei dem Kauf eines Buches bei einem Online-Versandhaus)

☐ nein

☐ ja

%

7 b

Falls ja, wie viel?

(bitte ausfüllen)

%

Welches Produkt würden Sie bevorzugen? Bitte ordnen Sie die folgenden Produkte einem Ranking von 1-4* zu:

Produkt:	a)	b)	c)	d)
Preis:	3,90	4,10	4,10	4,20
Lieferzeit:	2-3 Werktage	2-3 Werktage	3-4 Werktage	3-4 Werktage
Umwelt:	-	+	+++	++++
Priorität: (bitte eintragen)				

* 1 = bestes Produkt / 4 = schlechtestes Produkt

3

FOM

ild

Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement

der FOM University of Applied Sciences

Befragung zum Thema

Grüne Logistik

Teil 2 Allgemeine Fragen

1

Wie alt sind Sie?

☐ 0 – 20 Jahre

☐ 21 – 30 Jahre

☐ 31 – 40 Jahre

☐ 41 – 50 Jahre

☐ 51 – 60 Jahre

☐ 61 – 70 Jahre

☐ 71 – 80 Jahre

☐ 81 und älter

2

Bitte nennen Sie uns Ihr Geschlecht

☐ Männlich

☐ Weiblich

3

Welche Staatsangehörigkeit haben Sie?

☐ deutsch

☐ andere: _____

4

Was ist Ihr höchster allgemeinbildender Schulabschluss?

☐ Keinen

☐ Hauptschulabschluss

☐ Mittlere Reife / Realschulabschluss

☐ Fachhochschulreife

☐ Allgemeine Hochschulreife (Abitur)

☐ Sonstiges, und zwar: _____

5

Haben Sie eine abgeschlossene Berufsausbildung?

☐ Ja, welche _____

☐ Nein

6

Haben Sie ein abgeschlossenes Studium? Wenn ja, was ist Ihr höchster Hochschulabschluss?

☐ Keinen Hochschulabschluss

☐ Bachelor

☐ Diplom

☐ Magister

☐ Master

☐ Staatsexamen

☐ Promotion

4

FOM ild	Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement der FOM University of Applied Sciences	Befragung zum Thema Grüne Logistik
7	In welcher Branche sind sie tätig?	_____
8	Über wie viele Jahre Berufserfahrung verfügen Sie insgesamt?	_____ Jahre
9	Wie hoch ist ihr Haushaltseinkommen? (netto)	☐ keine Angabe ☐ 0 – 12.000 €/Jahr ☐ bis 24.000 €/Jahr ☐ bis 36.000 €/Jahr ☐ bis 48.000 €/Jahr ☐ bis 60.000 €/Jahr ☐ über 60.000 €/Jahr
Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!		

Nutzenpotenziale durch optimiertes Ladungsträgermanagement vor dem Hintergrund von „Green Logistics“

Heiko Raab

sprintBOX GmbH,
Gerolzhöfer Straße 7, 97508 Grettstadt

Jan Seume

sprintBOX GmbH,
Gerolzhöfer Straße 7, 97508 Grettstadt

Sebastian Schad

sprintBOX GmbH,
Gerolzhöfer Straße 7, 97508 Grettstadt

Zusammenfassung

Die drei Säulen eines erfolgreichen Ladungsträgermanagements (Netzwerk, IT/Software, Pooling/Miete) bieten viel Potenzial für eine Nutzensteigerung und ökologische Optimierung eines Ladungsträgermanagements. Zentrale Ansätze sind dabei eine Gewichts- und Volumenreduzierung, Real-Time-Überwachung von Ladungsträgerbewegungen und eine ganzheitliche Transportoptimierung. Die Betrachtung der ökologischen Seite von Optimierungspotenzialen des Ladungsträgermanagements ist dabei wichtig, um dauerhaft im Markt bestehen zu können.

1 Einleitung

Ladungsträger (synonym Ladehilfsmittel) sind längst ein unverzichtbarer Bestandteil der gesamten Lieferkette. Sie sind grundlegende Betriebsmittel, die den sicheren Ablauf von industriellen Produktionsprozessen sicherstellen und dienen dem Transport, Umschlag und Schutz des Ladeguts. Weiterhin können durch Ladungsträger Güter zu Ladeeinheiten zusammengefasst werden. Somit verbessern sich deren Handhabungs-, Umschlag-, Transport- und Lagereigenschaften.¹ Im Einsatz sind sowohl genormte (z.B. VDA-KLT) als auch Sonderladungsträger. Diese Behälter können in die Gruppe der umschließenden Ladehilfsmittel eingeordnet werden. Zusätzlich lassen sich Ladehilfsmittel in tragende (z. B. Paletten) und abschließende (z. B. ISO-Container) Ladehilfsmittel gruppieren.² Die folgende Abhandlung beschränkt sich auf die Betrachtung von umschließenden Ladehilfsmitteln.

In der Industrie wird heute eine hohe Anzahl an Mehrwegbehältern gehandelt, wodurch die Steuerung des Kreislaufes eine immer wichtigere und vor allem komplexere Aufgabe wird. Nicht nur Vollgut, sondern auch Leergut muss zur richtigen Zeit, in der richtigen Menge und Qualität am richtigen Ort sein. Neben der Verwaltung und Planung des Kreislaufes müssen Lagerung, Transport, Sortierung, Reinigung und Wartung der Mehrwegbehälter organisiert werden.³

Unter Ladungsträgermanagement verstehen wir deswegen die „Planung, Steuerung und Umsetzung aller physischen und informatorischen Tätigkeiten rund um das Thema Ladungsträger im Geschäftsprozess“.

2 Green Logistics

Umweltgerechtes Verhalten hat bei der Erstellung logistischer Dienstleistungen in der Vergangenheit stets an Bedeutung gewonnen. Die Bedeutung „Grüner Logistik“ wird auch in der Zukunft allem Anschein nach noch deutlich steigen.⁴

Für die Unternehmen ist Umweltschutz allerdings keine zentrale Zwecksetzung. Viele Unternehmen sind sich trotzdem der Verantwortung für die Umwelt bewusst und versuchen nun Lösungen zu finden, bei denen die Ziele Ökonomie und Ökologie zusammen erfüllt werden können. Allerdings fehlt für den Begriff „Grüne Logistik“ bis dato eine einheitliche Definition. Ein wichtiger Faktor ist dabei aber auf jeden Fall die Reduzierung ökonomischer Ineffizienzen wie zum Beispiel überflüssige Transporte. Eine Reduzierung dieser Ineffizienzen hat gleichzeitig ökologische Vorteile. Daneben stehen ökologisch orientierte Maßnahmen, die kurzfristig keine ökonomische Effizienzsteigerung bewirken. Man sollte allerdings stets die gesamten Lebenszykluskosten einer Maßnahme betrachten. Eine ökologisch sinnvolle Maßnahme die zunächst keinen

¹ Vgl. Koether u.a. (2004), S. 360.

² Vgl. Koether u.a. (2004), S. 365.

³ Vgl. Koether u.a. (2004), S. 373.

⁴ Vgl. Lohre/Herschlein (2010), S.1.

Profit bringt, kann zur Gewinnung von Aufträgen führen, wenn Kunden in Zukunft auf ökologische Dienstleistungen Wert legen.⁵ Green Logistics kann dabei an unterschiedlichsten Punkten einer Wertschöpfungskette angreifen. Eine Auswahl wird in Kapitel 4 näher betrachtet. Eine höhere Zahlungsbereitschaft der Kunden für „grüne“ Logistikdienstleistungen wird allerdings in der Praxis nicht erwartet. Deswegen ist es sehr wichtig, Zielkomplementarität zwischen Ökologie und Ökonomie zu beachten.⁶ Eine wichtige Kennzahl zur Messung der Umweltverträglichkeit sind die CO₂-Emissionen. Diese lassen sich unter anderem für einzelne Produkte (Product Carbon Footprint), Kundenaufträge oder Transporte berechnen.⁷

3 Säulen eines guten Ladungsträgermanagements

Die Anforderungen der Kunden (Nutzer von Ladungsträgern) an Qualität, Flexibilität und Schnelligkeit nehmen stetig zu und der viel zitierte Kostendruck besteht ohnehin. Sachziele stehen dabei oft in Zielkonkurrenz. So ist eine Hochverfügbarkeit an Ladungsträgern bei gleichzeitigem Wunsch nach minimalen Beständen grundsätzlich nicht miteinander in Einklang zu bringen.

In der Steuerung und Bereitstellung von Ladungsträgern liegt die Herausforderung darin, nicht nur auf Durchschnittswerten zu planen, sondern dynamisch, je nach momentaner Situation, die entsprechende Menge an Ladungsträgern zur Verfügung stellen zu können. Aufgebaut auf einem Fundament von klaren Prozessen und Anforderungen sehen wir die Säulen eines guten Ladungsträgermanagements dabei in:

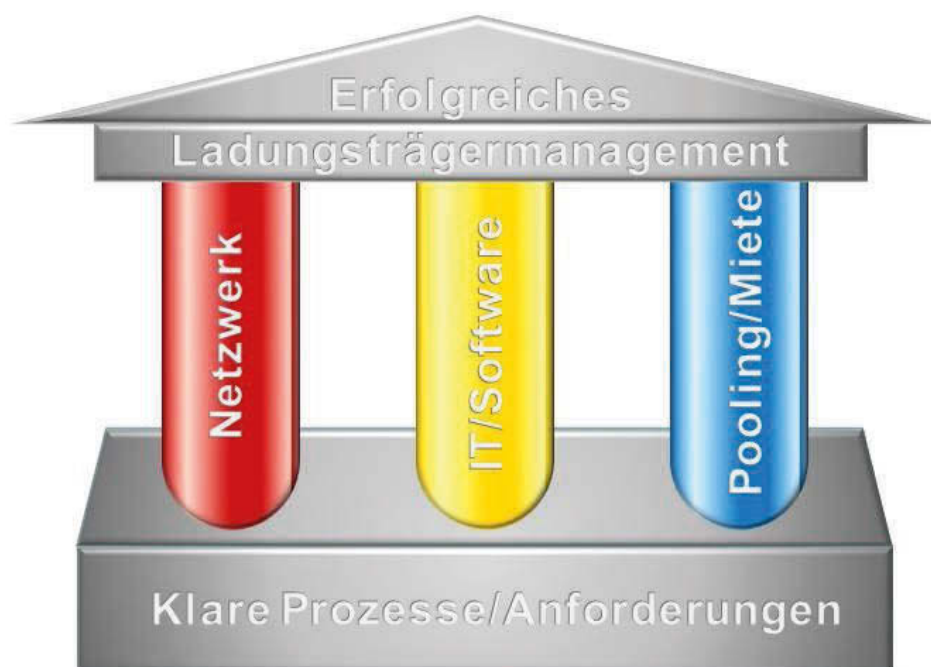


Abbildung 1: Säulen eines erfolgreichen Ladungsträgermanagements

⁵ Vgl. Lohre/Herschlein (2010), S.3ff., 45.

⁶ Vgl. Lohre/Herschlein (2010), S.47.

⁷ Vgl. Haßmann (2011), S. 44.

– **Netzwerk:**

Ein flächendeckendes Netzwerk an Logistik-, Instandhaltungs- und Reinigungsdepots bietet die Möglichkeit zur Ver- und Entsorgung der Verbraucher auf kürzestem Wege und ermöglicht dadurch eine deutliche Reduzierung von Transportkosten.



Abbildung 2: Beispielhaftes flächendeckendes Netzwerk

– **IT/Software:**

IT- und Softwarelösung(en) sind Voraussetzung zur Gewährleistung vollständiger Transparenz in Bewegung und Bestand.

Diese Lösungen sind meist webbasierte Anwendungen. Bestände und Bewegungen aller Kreislaufteilnehmer können durch einfache Handhabung und Buchungsvorgänge dokumentiert und realisiert werden. Die Schnittstellenfähigkeit und Integrationsmöglichkeit von Auto-ID Lösungen ist dabei zu gewährleisten.

Abbildung 3: sprintBOX Web-Client

– Pooling/Miete:

Ladungsträgerpooling ist dort möglich wo eher Standard- bzw. Universalladungsträger zum Einsatz kommen können.

Der Grundgedanke des Pooling besteht darin, dass mehrere Nutzer auf gleichartige Ladungsträger zugreifen und so deren Umschlaghäufigkeit erhöht wird. Durch dieses System mit mehreren Quellen und Senken kann zudem die Anzahl der Transporte verringert werden, da nicht immer alle Behälter wieder zur entsprechenden Quelle zurückgeführt werden müssen.⁸

Paradebeispiel ist hier die Europalette. Diese ist durch ihre Normung immer identisch und wird von unzähligen Unternehmen genutzt. Ähnliches ist auch für andere Ladungsträger denkbar. Gerade die genormten VDA-KLT bieten sich für ein solches Pooling an. Im Poolsystem müssen die Bestände der einzelnen Kunden nicht mehr getrennt gelagert werden. Alle Partner werden aus einer Gesamtmenge an

⁸ Vgl. ten Hompel/Schmidt/Nagel (2007), S. 20f.

Ladungsträgern bedient. Somit lassen sich Lager- und Bereitstellflächen reduzieren. Gleichzeitig ist der Poolbetreiber dafür verantwortlich, dass nur einsatzfähiges Material zur Verfügung gestellt wird.⁹

Ohne Pooling müssen Ladungsträger für Kunden mit wenigen Abrufen trotzdem vorgehalten werden. Im Poolsystem können diese stattdessen zu anderen Kunden verschickt werden. Die Herstellkosten eines Ladungsträgers können also auf mehr Umläufe verteilt werden.

Es lassen sich dabei zwei Arten von Pooling unterscheiden. Beim offenen Pooling kann jeder Kunde des Poolbetreibers auf alle Bestände zugreifen. In der Praxis ist es aber oft so, dass durch die exakten Planungen gerade in der Automobilindustrie eher geschlossenes Pooling angewendet wird. Hier hat ein Kunde einen eigenen Pool an Ladungsträgern, auf den nur er und die mit ihm verbundenen Partner zugreifen können. Ein Nachteil eines offenen Poolings ist sicherlich, dass der Poolbetreiber gegebenenfalls eigene Ladungsträger beschaffen muss um Bedarfsspitzen auszugleichen in denen mehrere Kunden mehr als die eingebrachten Ladungsträger abrufen. Im geschlossenen Pooling ist dies nicht der Fall, da der Kunde dafür verantwortlich ist, ausreichend Ladungsträger einzubringen.

Hier ist in der Praxis also noch ungenutztes Optimierungspotenzial vorhanden. Je höher die Zahl der Teilnehmer eines solchen Systems ist und je besser das Netzwerk an Depots ausgebaut ist, desto höher kann der Nutzen eines Poolings werden.

Neben Pooling können sämtliche Ladungsträger auf Mietbasis zur Verfügung gestellt werden. Miete bietet die Möglichkeit ohne eigene Investitionen notwendige Betriebsmittel zu nutzen.

Durch ein gutes Ladungsträgermanagement können unnötige Bestände um bis zu 50% reduziert werden ohne dabei Lieferfähigkeit und Flexibilität einzubüßen. Der Volumennutzungsgrad steigt um die Hälfte und der Schwund kann bis zu 80% zurückgehen. Durch eine Transparenz in Bewegung und Bestand mit Hilfe von IT- und Softwarelösungen kann Schwund zu 100% sichtbar gemacht und somit auch dem Verursacher belastet werden. Außerdem lässt sich jede zweite Zusatzfahrt vermeiden.¹⁰

Die durch die Bestandsreduzierung freigegebenen Flächen können für weitere Produktionsanlagen genutzt werden. Weiterhin steigt die Reaktionsfähigkeit des gesamten Systems bei Bedarfsspitzen oder Engpässen.

4 Weitere Nutzenpotenziale

4.1 Gewichts- und Volumenreduzierung von Ladungsträgern

Betrachtet man steigende Treibstoffpreise und wachsende Bedürfnisse der Kunden nach umweltfreundlichen Produkten und Prozessen, bieten neben der Nutzung vorstehend skizzierter Bewirtschaftungsmodelle, Maßnahmen zur Gewichts- und Volumen-

⁹ Vgl. Kuhn/Zimmermann (2010), S. 51, 69.

¹⁰ Vgl. Fraunhofer IML (2011).

reduzierung von Ladungsträgern enormes Potenzial. Eine Reduzierung von Gewicht und Volumen der Ladungsträger führt zu geringerem Treibstoffverbrauch und somit auch zu niedrigeren CO₂- und Schadstoff-Emissionen. Die Reduzierung des CO₂-Ausstoßes hat sich mittlerweile zu einem expliziten firmenpolitischen Ziel vieler Unternehmen (z.B. DHL und TNT) entwickelt. Gerade in der Automobilindustrie kann durch die Substitution von metallischen Ladungsträgern durch leichte Kunststoffladungsträger enorm viel Gewicht eingespart werden. Nutzt man neben leichten, zusätzlich noch klappbare Ladungsträger, können diese im Leerzustand platzsparender transportiert werden. Durch Nutzung von Falt-KLT lässt sich beim Rücktransport der leeren Behälter bis zu 65% des Volumens einsparen.¹¹ Bei Nutzung anderer Typen von Faltladungsträgern ist sogar eine Volumeneinsparung von bis zu 80% möglich.¹² Dadurch kann entweder die Zahl der Transportfahrten reduziert werden oder es bleibt Platz für den Transport weiterer Waren im selben LKW.

Das folgende Fallbeispiel einer Studie des Fraunhofer Institutes verdeutlicht, wie hoch das Einsparpotenzial durch klappbare Ladungsträger ist.



Abbildung 4: Fallbeispiel Einsparpotenzial klappbare Ladungsträger¹³

Kunden, wie zum Beispiel OEMs in der Automobilindustrie, verlangen vermehrt nach maßgeschneiderten und schlüsselfertigen Systemlösungen, die nahtlos in ihre Prozesskette eingegliedert und miteinander verknüpft werden können. Der hohe Aufwand in der Versorgung der einzelnen Standorte wird europaintern größtenteils durch LKW-Transporte bewältigt. Heutige Sonderladungsträgerkonzepte beruhen dabei größtenteils auf der Verwendung von Stahl, da dieser Werkstoff vergleichsweise billig ist und eine hohe Verfügbarkeit aufweist. Darüber hinaus weißt Stahl gute

¹¹ Vgl. Schäfer (2011a).

¹² Vgl. Schäfer (2011b).

¹³ Quelle: Becker (2010), S. 9.

Eigenschaften in Bezug auf seine Verarbeitung und seine Handhabbarkeit auf und ist trotz hoher dynamischer Belastungen während eines LKW-Transports stabil. In der Folge sind Ladungsträger aus Stahl zwar sehr robust, weisen aber auch ein hohes Eigengewicht auf. Der Transport von Leichtbaukomponenten, wie sie aktuell in der Automobilindustrie weit verbreitet sind, führt daher zu einem Missverhältnis zwischen dem Gewicht des Ladungsträgers und des Ladungsgutes. Durch einen geringen Füllgrad der Ladungsträger zur Vermeidung von Beschädigungen und Verunreinigungen der zu transportierenden Komponenten wird diese Problematik noch verschärft. Die Verbesserung des Verhältnisses zwischen dem Gewicht des Ladungsträgers und des Ladungsgutes ist daher erstrebenswert und soll im Rahmen eines aktuellen Projektes der sprintBOX GmbH mit einer Hochschule und weiteren Praxispartnern durch die Entwicklung von Leichtbaukonzepten für (Sonder)-Ladungsträger realisiert werden. Bei dieser Entwicklung steht die Substitution von Stahl durch Kunststoffe, Aluminium und nachwachsende Rohstoffe im Vordergrund. Zusätzlich zu Leichtbaukonzepten soll im Rahmen dieses Projektes die Entwicklung von klappbaren Ladungsträgern verfolgt werden. Ziel ist speziell die Entwicklung eines integrierten Logistikkonzepts für leichte, sperrige Ladungsgüter, die bisher nur sehr unwirtschaftlich transportiert werden können. Hierbei soll ein ganzheitlicher Ansatz zur effizienten Herstellung und Nutzung von Sonderladungsträgern entwickelt werden. Ganzheitlich bedeutet, dass ein neues Geschäftsmodell entwickelt werden soll, das auf der Verknüpfung von Produkt (Ladungsträger) und Dienstleistung (Logistik) beruht. Diese Verknüpfung führt zu der Erstellung eines sogenannten Produkt-Service-Systems. Kunden der Ladungsträgerbranche sollen maßgeschneiderte, integrierte Logistikkonzepte angeboten werden, die den eigentlichen Transport inklusive der verwendeten Sonderladungsträger beinhalten.

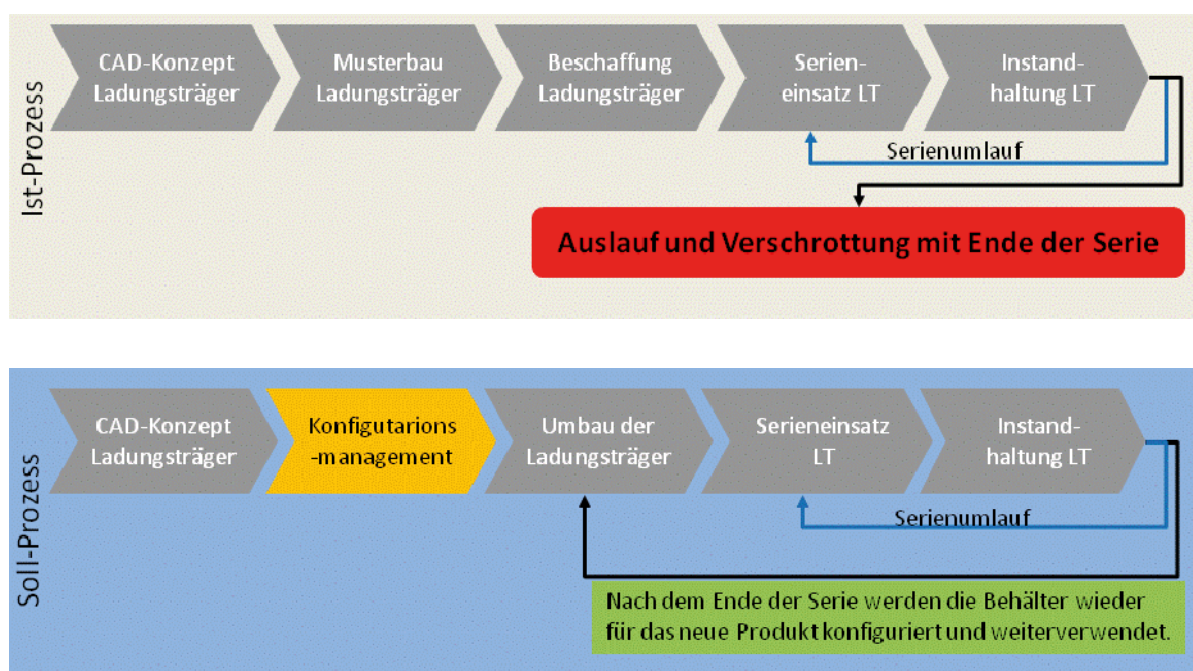


Abbildung 5: Darstellung der Prozessveränderungen

Kernthema der Neudefinition eines innovativen Behältermanagements in Verbindung mit Leichtbauladungsträgern ist die Steuerung eines Modulbaukastens von Ladungsträgern und Ladungsträgerkomponenten und nicht wie bisher eineindeutig zugeordnete Beziehungen von Produkt und Ladungsträger. Dies bedeutet, dass die Partner in einem vordefinierten Liefernetzwerk (Forward Sourcing) die Möglichkeit haben, bereits zu einem frühen Zeitpunkt eines Produktentwicklungsprozesses eine Prozesssimulation mit einfach konfigurierbaren neuen Ladungsträgern durchführen können. Dies ermöglicht eine verbesserte Abschätzung zukünftiger Aufwendungen (Kosten) der Wertschöpfungskette. Durch den modularen Aufbau müssen die Sonderladungsträger am Ende des Produktlebenszyklus des darin transportierten Bauteils nicht mehr verschrottet werden. Sie können stattdessen für neue Produkte konfiguriert und umgebaut werden.

Durch Volumenreduzierung, Leichtbaumaterialien und modulare Ladungsträger können ökologische und ökonomische Interessen verbunden werden.

4.2 Real-Time-Überwachung der Ladungsträgerbewegungen

Einen wichtigen Punkt um die Transparenz der Prozesse sicherzustellen, stellt das Tracking von einzelnen Sendungen oder Ladungsträgern dar.

Ziel ist es, die Ladungsträgerbewegungen über die gesamte Supply Chain in real time zu überwachen. In den meisten Supply Chains werden Ladungsträgerkreisläufe noch nicht systematisch gesteuert. Um die Ladungsträgermodule optimal steuern zu können, ist eine zentrale Kontrolle von hoher Bedeutung. Heute werden in jedem Unternehmen eigene Ladungsträgerkonten geführt. Das Problem dabei ist, dass die Behälter nur über Buchungen in den eigenen Systemen den Konten zu – bzw. abgeführt werden. Hier erfolgt kein Überblick über die gesamte Supply Chain. Eine real time Überwachung der Behälter kann somit zu jeder Zeit Aufschluss über Menge und Ort des Ladungsträgers geben (Transparenz in Bewegung und Bestand). Schwund vermeiden und sichtbar machen reduziert dabei deutlich die Kosten für Nachkäufe (Ersatzbeschaffung). Für die Real-Time-Überwachung der Ladungsträgerbewegung eignet sich die RFID-Technik sehr gut.

Die RFID Technik bietet die Möglichkeit der Datenerfassung ohne Berührung oder Sichtkontakt. Hier entfällt durch die automatische Erfassung der Behälter an den unterschiedlichen Positionen des Kreislaufs die zeitaufwendige und fehleranfällige manuelle Aufnahme der Behälter. Durch automatisch angestoßene Bestandsbuchungen bei Registrierung der RFID-Chips können alle Bestände zu jedem Zeitpunkt erfasst werden. Es muss nicht auf die manuellen Eingangs- oder Ausgangsbuchungen gewartet werden, um eine Übereinstimmung des Systembestands mit dem physischen Bestand sicherzustellen.

Ein Bestandteil des in Kapitel 4.1 vorgestellten Projektes ist deshalb auch die Entwicklung eines Gesamtkonzeptes für das Ladungsträger-Tracking. Ziele dieses Konzeptes sind:

- Tracking des gesamten Behälters (z.B. über Außenrahmen)

- Wenn intelligente Inlays eingeführt werden, können diese mittels RFID gesteuert werden (z.B. Ladezustand, welches Produkt kann gerade damit transportiert werden, ...)
- Bestandsüberwachung der einzelnen Module
- Überwachung des Materialflusses:
 - Einheitliche Identifikation
 - Lückenlose Darstellung der Prozesskette
 - Digitale Bereitstellung der Dokumente (Lieferscheine, Frachtpapiere, etc.)
 - Weltweiter Zugriff auf Qualitäts- und Produktionsdaten

4.3 *Transportoptimierung*

Der Trend der industriellen Produktion zur vernetzten Wertschöpfung hat dazu geführt, dass viele Produkte nicht mehr zentral in einem Werk, sondern an europaweit, bzw. sogar global verteilten Standorten gefertigt werden. Transporte nehmen deswegen eine immer wichtigere Rolle in Wertschöpfungsnetzwerken ein. Vor dem Hintergrund der Transportoptimierung ist es deswegen wichtig, das Netzwerk von Kunden, Lieferanten und Depots so zu gestalten, dass Transportwege minimiert werden. Ladungsträger müssen dazu optimal gesteuert und disponiert werden um Bedarfe und Bestellungen zu befriedigen. Somit können Transportkosten und Lieferzeiten deutlich reduziert werden.

Die Analyse der aktuellen Situation eines bestehenden sprintBOX-Kunden ergab, dass durch die Einführung eines Behälterpoolings und die damit verbundene optimierte Zuordnung der Kreislauftteilnehmer zu den vorhandenen Depots eine durchschnittliche Ersparnis von monatlich 153000 Palettenkilometern erreicht werden kann. Hierzu wurde jeder Kreislauftteilnehmer fest dem Depot zugeordnet, von dem er auf der kürzesten Strecke erreichbar ist. Dies hat eine Transportkostensparnis von etwa 14% zur Folge. Weiterhin kann durch die Transportoptimierung die Emission von monatlich 3200 kg CO₂¹⁴ eingespart werden. Die folgende Grafik zeigt beispielhaft die gesparten Transportstrecken anhand drei Lieferanten eines sprintBOX-Kunden (rot = alte Relation, schwarz = neue Relation). Die Marken 1-4 stellen Depots, die Marken 5-7 stellen Lieferanten dar.

¹⁴ Bei einem Verbrauch von 38,2 l/100km, 2,6 kg CO₂/l und 66 Paletten pro LKW.

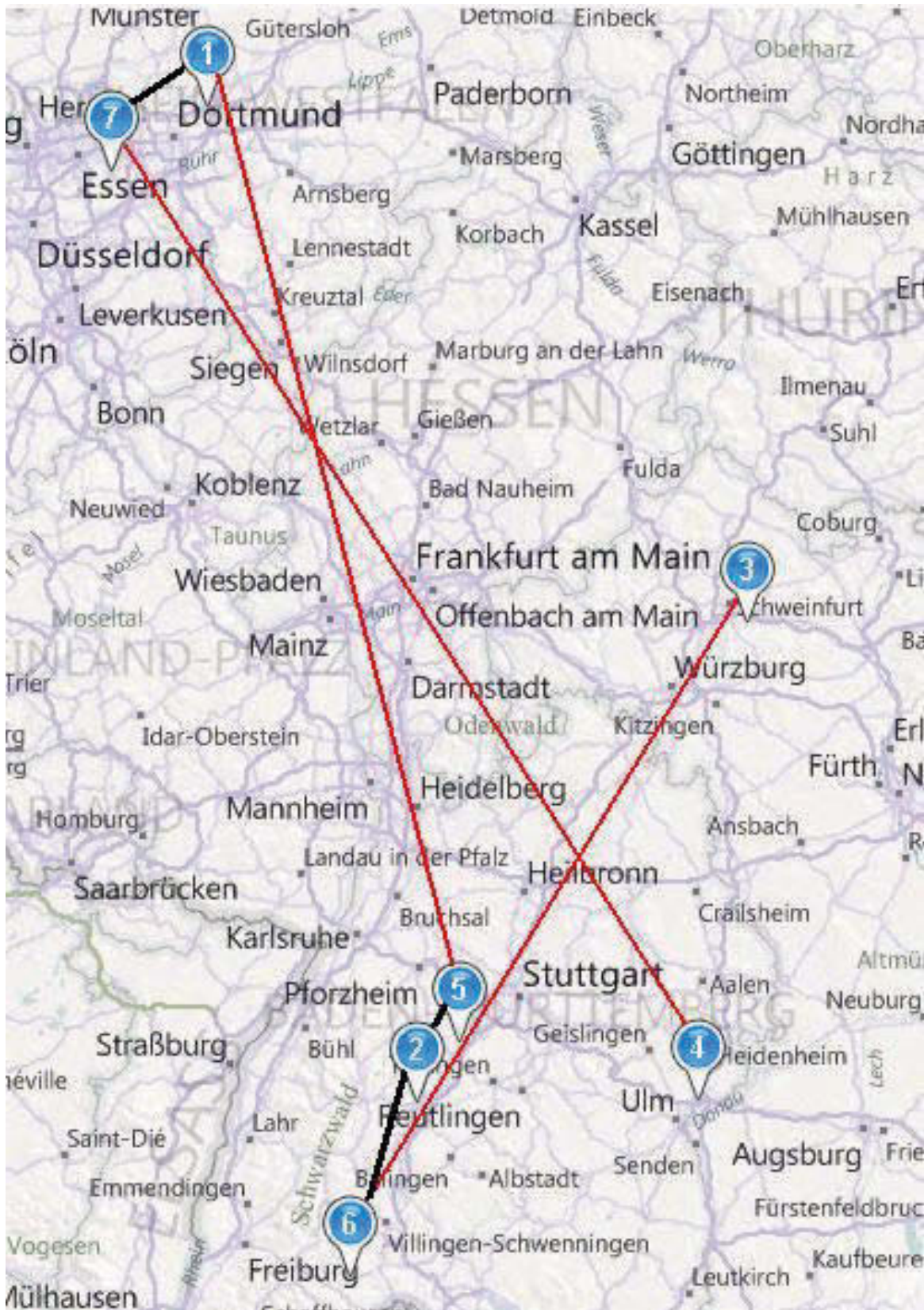


Abbildung 6: Beispielhafte Optimierung der Transportrelationen¹⁵

¹⁵ Quelle: Bing Maps.

Für das in Kapitel 4.1 eingeführte Projekt ist auch die Entwicklung eines solchen Pooling-Konzeptes wichtig, um die neu entwickelten Ladungsträger optimal zu verwalten. Eine Herausforderung ist hier der modulare Aufbau der Ladungsträger. Derzeit basiert das Behältermanagementsystem der sprintBOX GmbH auf dem Sachverhalt der einfachen Bedarfssteuerung in Kunden-/Lieferantenbeziehungen ohne Einbeziehung von Programmvorschau, Behälterbedarfsanalyse und Entwicklung, Konfiguration und produktgerechte Konstruktion von neuen Ladungsträgern, da derzeit in der Regel sogenannte Universalladungsträger gemanagt werden. Dieser Sachverhalt ändert sich nachhaltig in Verbindung mit den zukünftigen Produkten der Kooperationspartner in Sachen Leichtbau-Ladungsträger.

Neben der optimierten Zuordnung von Kreislaufteilnehmern zu Depots zur Transportstreckenverkürzung ist es denkbar, Milkruns mit einer Kombination von Voll- und Leergut einzuführen. So könnten mit einer Fahrt sowohl die Versorgung eines Werkes mit Material und die Abholung von Leergut erfolgen. Problematisch ist hier allerdings die Generierung einer kompletten Datenbasis zur Optimierung. sprintBOX als Dienstleister hat nur Einblick in die Leergutflüsse und nicht in die Materialtransporte. Es müssten deswegen zunächst die Kunden überzeugt werden, ihre Daten zur Verfügung zu stellen, obwohl sie für sich möglicherweise eine optimale Transportplanung durchgeführt haben. Für ein Supply-Chain-weites Optimum muss aber die Gesamtheit aller beteiligten Partner betrachtet werden. Steigen die Kosten bei einem Kunden durch eine ganzheitliche Optimierung, wird er allerdings schwer von der Umsetzung eines Supply-Chain-weiten Optimums zu überzeugen sein.

4.4 Weitere Potenziale für Green Logistics im Ladungsträgermanagement

Neben den oben aufgeführten Haupt-Nutzenpotenzialen eines optimierten Ladungsträgermanagements können noch weitere Maßnahmen in Zusammenhang mit einem umweltverträglichen Ladungsträgermanagement ergriffen werden.

Gute Reinigungscenter verfügen über moderne Reinigungsanlagen. Diese sind im Vergleich zu älteren Anlagen sparsamer im Energie-, Wasser- und Reinigungsmittelverbrauch bei gleichzeitig besserem Reinigungsergebnis. Die benötigte Wärme zur Wassererhitzung und Trocknung der Behälter wird bspw. durch die Abwärme eines zur Stromerzeugung vorhandenen Blockheizkraftwerkes gewonnen. Somit geht diese Energie nicht verloren.

Die sprintBOX GmbH unterstützt solche Depotpartner bei Maßnahmen zu einem nachhaltig optimierten Ressourcenverbrauch. Ein weiteres Potenzial ergibt sich bei der LKW-Flotte und den Fahrern. Moderne LKW haben bessere Emissionswerte als veraltete. Sind zusätzlich die Fahrer in spritsparem Fahren geschult, können die Emissionen weiter niedrig gehalten werden.

Im Zusammenhang mit ökologischen Einsparpotenzialen ist die heute zwingend notwendige IT-Ausstattung zu nennen. Bei der Anschaffung neuer Geräte sollte dort auf stromsparende Alternativen zurückgegriffen werden. Die Nutzung von Notebooks statt Desktop-Rechnern ist zum Beispiel bis zu 50% energieeffizienter. Ein weiterer Punkt

ist die Einsparung von Verpackungsmaterial. Durch die Nutzung von Mehrwegbehältern (z.B. VDA-KLT) können Ressourcen geschont und Transportvorgänge zur Abfallentsorgung reduziert werden. Durch die Nutzung von Mehrwegbehältern werden allerdings Leerguttransporte nötig. Es ist deshalb wichtig, unter Nutzung geeigneter Netzwerke auch Transporte zu optimieren. Hierzu können Tourenplanungs- und Routenoptimierungsprogramme eingesetzt werden. So können Transportstrecken minimiert und die Auslastungen der Verkehrsträger erhöht werden (Vgl. Kapitel 4.3). Für Strecken ab 500 Kilometern bietet sich außerdem die Nutzung des kombinierten Verkehrs an. Hier werden für die Gesamtstrecke mindestens zwei Verkehrsträger (z.B. Bahn und LKW) genutzt. Die flexiblen LKW können so zum Beispiel für längere Strecken auf die sparsame Bahn geladen werden.¹⁶

5 Fazit

Ladungsträgermanagement war in der Vergangenheit oft eine vernachlässigte Disziplin und bietet beträchtliches Optimierungspotenzial. Durch die steigenden Rohstoff-/Treibstoffpreise, der Forderungen nach CO₂-Reduzierung und der ständigen Suche nach Kosteneinsparpotenzialen rückt das Thema verstärkt in den Fokus von Industriebetrieben. Unser Anliegen ist, Lösungen zu entwickeln und daraus entstehend Dienstleistungen anzubieten.

6 Literaturverzeichnis

- Becker, M. (2010): Fraunhofer IML - Ladungsträgermanagement-Studie 2010, Stuttgart.
- Bode, W. u.a. (2011): Praxisleitfaden „Grüne Logistik“, http://www.ris-logis.net/Gruene_Logistik/pdf/Praxisleitfaden.pdf (aufgerufen am 14.06.2011).
- Fraunhofer IML (2011): <http://www.ladungstraegermanagement.de> (aufgerufen am 10.06.2011).
- Haßmann, V. (2011): Grüner Einkauf braucht Grüne Logistik, in: BIP – Best in Procurement, 3/2011, S.44-47.
- Koether, R. u.a. (2004): Taschenbuch der Logistik, Leipzig.
- Lohre, D./Herschlein, S. (2010): Grüne Logistik – Studie zu Begriffsverständnis, Bedeutung und Verbreitung „Grüner Logistik“ in der Speditions- und Logistikbranche, Bonn.
- Schäfer (2011a): <http://www.ssi-schaefer.de/lagern-foerdern/kaesten-und-behaelter/unsere-produkte/vda-kleinladungstraeger.html> (aufgerufen am 09.06.2011).
- Schäfer (2011b): <http://www.ssi-schaefer.de/lagern-foerdern/kaesten-und-behaelter/unsere-produkte/falt-und-klappbare-behaelter.html> (aufgerufen am 09.06.2011).
- ten Hompel, M./Schmidt, T./Nagel, L. (2007): Materialflusssysteme, Berlin u.a.

¹⁶ Vgl. Bode u.a. (2011), S. 19, 41ff, 51ff.

Entwurf von Reverse Logistics-Lösungen mit Methoden des Enterprise Architecture

Bernd Hellingrath

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Logistik,
Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster,
bernd.hellingrath@wi.uni-muenster.de

Carsten Böhle

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Logistik,
Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster,
carsten.boehle@wi.uni-muenster.de

Sebastian Terlunen

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Logistik,
Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster,
sebastian.terlunen@wi.uni-muenster.de

Zusammenfassung

Reverse Logistics-Lösungen werden auf Grund gesetzlicher Anforderungen zunehmend wichtig und bieten großes Potenzial für neue Dienstleistungen. Enterprise Architecture befasst sich mit dem Aufbau eines Unternehmens, seiner strategischen Ziele und der Abstimmung mit der IT-Infrastruktur. Im Folgenden wird beschrieben, wie sich Methoden des Enterprise Architecture nutzen lassen, um in einem strukturierten Verfahren Reverse Logistics-Lösungen zu entwickeln und in die bestehenden Prozesse und Systeme eines Unternehmens zu integrieren. Das beschriebene Vorgehen wurde in Zusammenarbeit mit einem großen Logistikdienstleister und einem Beratungsunternehmen durchgeführt und bietet somit Einblick in die unternehmerische Praxis.

1 Einleitung

1.1 Motivation

Im Zuge wachsenden Umweltbewusstseins, von Klimaschutzmaßnahmen und abnehmender Verfügbarkeit von Rohstoffen hat das Forschungsfeld Reverse Logistics in den letzten Jahren in Wissenschaft und Praxis zunehmende Aufmerksamkeit erfahren. Die Gründe sind hierbei u.a. gesellschaftlicher, ökonomischer als auch legislativer Natur.

Motiviert durch die Gesetzgebung der Europäischen Union als auch der Vereinigten Staaten in den vergangenen Jahren (vgl. bspw. WEEE-Richtlinie, Batterie-Richtlinie oder Verpackungsrichtlinie), haben heutige Unternehmen eine höhere Verantwortlichkeit für die von ihnen hergestellten Endprodukte samt deren Verpackungen zugesprochen bekommen.¹ (siehe Tab. 1)

Gesetz	Gegenstand	RL-Aufgabengebiet
Altautoverordnung (EU)	Rücknahme und Wiederverwendung von Altfahrzeugen	Entsorgungslogistik
WEEE-Richtlinie / ElektroG (EU / D)	Rücknahme und Wiederverwendung von Elektrogeräten	
KrW-/AbfG (D)	Produktverantwortung und Hersteller für Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfall	Entsorgungslogistik / Behälterlogistik
VerpackungsV (D)	Wiederverwertung von Verpackungen, Pfand für Einweggetränkeverpackungen	
TREAD-Act (USA)	Meldung sicherheitsrelevanter Mängel, Dokumentation und Kennzeichnung sicherheitsrelevanter Fahrzeugteile	Retourenlogistik
EG-Verordnung 178/2002 (EU)	Rückverfolgung von Lebensmitteln	

Tab. 1: Ausschnitt amerikanischer (USA), europäischer (EU) und deutscher (D) Gesetze für Reverse Logistics-Lösungen

Neben einer legislativen Motivation sind ökonomische Vorteile als weiterer Grund zu nennen.² Nach Schätzungen des Reverse Logistics Executive Councils können durch eine adäquate Anwendung von Reverse Logistics-Lösungen ca. \$53 Milliarden alleine bei amerikanischen Industrien, wie beispielsweise in der Luftfahrt-, der Computer-, Automobil- und Chemieindustrie eingespart werden, was 0,5% des Brutto-Inlandsproduktes der USA entspricht. Reverse Logistics kann des Weiteren als Hilfsmittel zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit betrachtet werden. Endkunden und Einzelhändler verwenden beispielsweise Lösungen des Reverse Logistics für Warenrücksendungen, die auf Grund von Fehleinkäufen, Reklamationen oder auf Grund des

¹ Vgl. Dowlatshahi (2005), S. 3455

² Vgl. Jayaraman, Luo (2007), S. 56

Erreichens des Endes des Produktlebenszyklus auftreten. Einzelne Unternehmen oder Unternehmensnetzwerke können einen Mehrwert aus Kundensicht und somit Wettbewerbsvorteile schaffen, falls diese gegenüber Mitbewerbern bessere Reverse Logistics-Lösungen anbieten.³

Strategische Faktoren	Beschreibung
Ökonomische Faktoren	Besonders bei dem Design und der Implementierung von Reverse Logistics-Lösungen sind die ökonomischen Faktoren in Form von Erstellungskosten von hoher Bedeutung. In vielen Fällen sind in dem existierenden logistischen System noch keine Reverse Logistics-Lösungen vorhanden. Die entstehenden Kosten sind beispielsweise durch die Bereitstellung von zusätzlichen Betriebsmitteln oder durch die Einstellung von zusätzlichem Personal begründet. Besondere strategische Bedeutung wird der Wiederverwendung von bestehenden Ressourcen zugeschrieben. Nach Dowlatshahi ist „the efficient use of a company’s current resources, methods, and technologies as a part of strategic costs important for the success of a Reverse Logistics System“. ⁴
Ökologische Faktoren	Wesentliches Ziel des Reverse Logistics ist die Erreichung von ökologischen Verbesserungen für das jeweilige Produkt. Hersteller werden durch unterschiedliche Interessengruppen ermutigt, ihre Produkte ökologischer herzustellen bzw. eine ökologische Entsorgung/Wiederverwendung anzustreben.
Kundenservice	Die Erfüllung der gesteigerten Nachfrage nach Lösungen des Reverse Logistics ist ein wesentlicher Bestandteil des Reverse Logistics, um bspw. eine Wiederverwendung von Produkten bzw. von Produktteilen zu ermöglichen oder dem Kunden die Rückgabe von Produkten möglichst komfortabel zu gestalten. An das Produkt bzw. an den Kunden angepasste Reverse Logistics-Lösungen werden von dem Kunden als gesteigerter Service wahrgenommen und führen somit zu einer gesteigerten Wettbewerbsfähigkeit.
Strategische Qualität	Die strategische Qualität bezeichnet den Grad der qualitativen Übereinstimmung zwischen einem wiederverwendeten Produkt und einem neu erstellten Produkt. Ziel bei der Anwendung von Reverse Logistics-Lösungen ist, dass „remanufactured/recycled products should conform to the product’s original quality standards and product performance“. ⁵
Politische/Gesetzliche Faktoren	Der politische und gesetzliche Einfluss auf die Anwendung von Reverse Logistics-Lösungen ist von hoher strategischer Relevanz. Durch politische/gesetzliche Bestimmungen können zu Veränderungen in den bestehenden, zum anderen neue Produktions- und Transportprozesse erwirken.

Tab. 2: Strategische Faktoren in Reverse Logistics

Als dritter Grund können gesellschaftliche Gründe für die Anwendung von Reverse Logistics-Lösungen angeführt werden. So kann die Bedürfnisbefriedigung der End-

³ Vgl. Stock et al. (2006), S. 16

⁴ Dowlatshahi (2005), S. 3549

⁵ Dowlatshahi (2005), S. 3460

kunden nach nachhaltigen, ökologischen Produktions- und Logistikkonzepten durch eine „development that meets the needs of the present generation without comprising the ability of future generations to meet their own needs“ erfüllt werden.⁶

Wie die oben beschriebenen Beispiele zeigen, kann die Anwendung von Reverse Logistics-Lösungen strategisch motiviert sein. Basierend auf einer Literaturrecherche von Dowlatsahi können fünf strategische Faktoren identifiziert werden (siehe Tab. 2).⁷

Ein weiteres Beispiel ist das von Dowlatsahi entwickelte und in Abb. 1 dargestellte Framework. Jede Nummer bzw. jeder Buchstabe entspricht in diesem Framework einer strategischen Frage, die es bei dem Design und der Implementierung von Reverse Logistics-Lösungen zu beantworten gilt. Positiv hervorzuheben ist die intuitive Anwendungsmöglichkeit des Frameworks. Nachteilig ist jedoch, dass das Framework keine Vergleichsmöglichkeiten alternativer Reverse Logistics-Lösungen bietet. Des Weiteren verbleibt das Framework auf der strategischen Anwendungsebene und bietet kein strukturiertes Vorgehen für die Umsetzung einer Reverse Logistics-Lösung auf taktischer und operationaler Ebene.

Ein weitreichenderes Framework für strategisches Design und die Implementierung von Reverse Logistics-Lösungen ist das aus dem Forschungsfeld des Enterprise Architecture stammende The Open Group Architecture Framework (TOGAF), welches von der Open Group entwickelt und im folgenden Kapitel näher erläutert wird. In Zusammenarbeit mit einem führenden deutschen Logistikdienstleister (LDL) und einer auf das TOGAF-Framework spezialisierten Unternehmensberatung wurde an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Logistik eine Fallstudie unter Verwendung des TOGAF-Frameworks erarbeitet. Ziel der Fallstudie war es zu überprüfen, ob für den Logistikdienstleister die Einführung von Reverse Logistics-Lösungen strategisch sinnvoll ist, welche neuen Geschäftsmodelle sich für den Logistikdienstleister aus der Einführung von Reverse Logistics-Lösungen ergeben, welche sich am besten für diesen eignen und wie Design und Implementierung der Lösungen aussehen könnten.

2 Enterprise Architecture

2.1 Kernelemente des Enterprise Architecture

Für die Entscheidung in der Fallstudie, ob Reverse Logistics-Lösungen durch den betrachteten Logistikdienstleister angeboten werden sollen, wurde ein Framework aus dem Forschungsbereich des Enterprise Architecture (EA) angewendet.

⁶ Presley et al. (2007), S. 4596

⁷ Vgl. Dowlatsahi (2005), S. 3455-3465

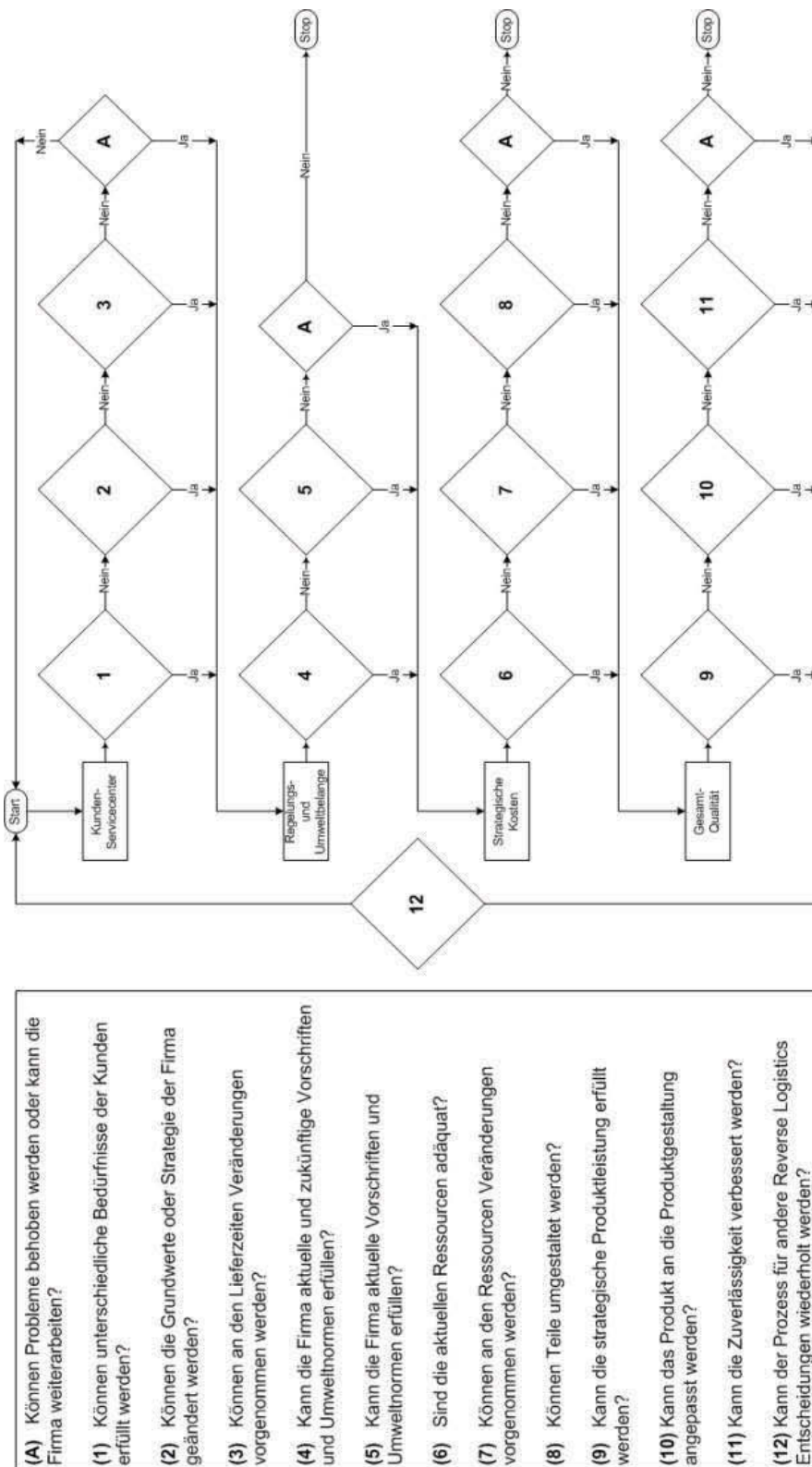


Abb. 1: Strategisches Framework für ein Design und eine Implementierung von Reverse Logistics-Lösungen⁸

⁸ Dowlathshahi (2005), S. 3475

Der Forschungsbereich EA ist relativ jung und hat in der letzten Dekade durch die wissenschaftliche Literatur zunehmend Interesse erlangt.⁹ Der Forschungsbereich EA bietet nach Lankhorst „[...] a coherent [set] of principles, methods, and models that are used in the design and realization of an enterprise’s organizational structure, business process, information systems, and [technology] infrastructure [with respect to corporate strategy].“¹⁰ Gemäß der Definition kann EA für verschiedene Zwecke in einem Unternehmen eingesetzt werden (s. Tab. 3). Zunächst ermöglicht EA, die aktuelle organisationale Architektur (As-Is-Situation) hinsichtlich der Geschäfts-, der Informations- und der Technologiearchitektur zu erfassen. Die As-Is-Situationsbeschreibung fördert zum einen ein gemeinsames Verständnis unter den beteiligten Akteuren und ist zum anderen die Grundlage für eine Stärken-Schwächen Analyse (Gap-Analyse) zwischen der aktuellen und zukünftig gewünschten organisationalen Architektur (To-Be-Situation). Aufbauend auf der aktuellen Architekturbeschreibung kann in einem weiteren Schritt EA dazu verwendet werden, um neue Möglichkeiten der strategischen Ausrichtung des Unternehmens zu finden, auszuwählen und entsprechende Schritte für das Erreichen einer Lösungsarchitektur zu planen.

Anwendungsmöglichkeiten	Beschreibung
Situationsbeschreibung	Erfassung der aktuellen organisationalen Unternehmensarchitektur und Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses unter den Akteuren.
Strategische Ausrichtung	Ermittlung neuer Möglichkeiten der strategischen Ausrichtung unter Berücksichtigung der aktuellen organisationalen Unternehmensarchitektur.
Aufstellung von Lösungsalternativen	Erstellung von Lösungsalternativen für zukünftige Unternehmensarchitekturen unter Berücksichtigung der neuen strategischen Ausrichtung.
Auswahl von Lösungsalternativen	Unterstützung der Akteure bei der Auswahl der passendsten Lösungsalternative durch geeignete Bewertungsmethoden.
Gap-Analyse	Stärken-Schwächen Analyse der aktuellen im Verhältnis zur neuen organisationalen Unternehmensarchitektur. Entwicklung von Migrationsplänen aufbauend auf der Stärken-Schwächen-Analyse.
Projektplanung	Unterstützung bei der Durchführung und Kontrolle der Migrationspläne.

Tab. 3: Kernanwendungsgebiete des Enterprise Architecture (EA)¹¹

2.2 The Open Group Architecture Framework

Für eine Anwendung von Konzepten des Enterprise Architecture ist die Verwendung eines Enterprise Architecture-Frameworks zu empfehlen, welches die jeweiligen Kon-

⁹ Vgl. bspw. Schöenherr (2009); Kappelman et al. (2008)

¹⁰ Lankhorst (2009), S. 3

¹¹ Vgl. Op't Land (2009), S. 30-32

zepte und deren Ergebnisse strukturell miteinander verbindet (bspw. Architekturbeschreibungen, Modelle, Bewertungsmethoden, Richtlinien, etc.). Des Weiteren kann die Anwendung eines Frameworks als Kommunikationsgrundlage zwischen den beteiligten Akteuren dienen.

Für die Bearbeitung der Fallstudie wurde das von der Open Group 2009 veröffentlichte The Open Group Architecture Framework (TOGAF) in der Version 9 verwendet. Dieses Framework erfährt im Gegensatz zu anderen Frameworks eine zunehmende Akzeptanz in der Praxis, wie beispielsweise dem Zachman Framework, dem Federal Enterprise Architecture Framework oder dem Department of Defense Architecture Framework. Dies ist u. a. darin zu begründen, dass es domänenunabhängig ist und am weitreichendsten strukturiert Werkzeuge und Methoden zur Verfügung stellt.¹²

Das TOGAF-Framework setzt sich aus den folgenden sieben Komponenten zusammen:¹³

- Architecture Development Method (ADM)
- Richtlinien und Techniken für die ADM
- Architecture Content Framework (ACF)
- Enterprise Continuum (EC)
- Architecture Repository
- Architecture Reference Models
- Architecture Capability Framework

Für die Lösung der Fallstudie wurden insbesondere die Framework-Komponenten Architecture Development Method (ADM) verwendet, die im Folgenden kurz erläutert wird.

Architekturebene	Beschreibung
Geschäftsarchitektur	Darstellung der Geschäftsstrategie und -prozesse, der Aufbauorganisation und der Unternehmensrichtlinien.
Anwendungsarchitektur	Darstellung der existierenden Anwendungen, deren Abhängigkeiten untereinander und zu den wichtigsten Geschäftsprozessen.
Datenarchitektur	Darstellung der Daten und der Daten Management Ressourcen mit ihren gegenseitigen Abhängigkeiten, die für Realisierung der Geschäftsprozesse benötigt werden.
Technologiearchitektur	Darstellung der Architekturelemente, die für den Aufbau und Betrieb der Unternehmensarchitektur notwendig sind. Dies umfasst sowohl Soft- und Hardwarekomponenten als auch IT-Infrastruktur, Middleware, Netzwerke und Kommunikationsstrukturen.

Tab. 4: Architekturebenen des TOGAF-Frameworks¹⁴

¹² Vgl. Peyret et al. (2009)

¹³ Vgl. hierzu und im Folgenden Buckl et al. (2009), S. 35; The Open Group (2010), S. 41-43

¹⁴ Vgl. The Open Group (2010), S. 10

Durch die ADM Framework-Komponenten wird ein Prozess definiert, mit dessen Hilfe Unternehmen durch iterative Anwendung strukturiert eine neue Unternehmensarchitektur unter Berücksichtigung neuer Geschäftsstrategien und der vorhandenen Unternehmensarchitektur entwickeln können. Hierbei wird die Unternehmensarchitektur üblicherweise in die vier Architekturebenen Geschäfts-, Anwendungs-, Daten- und Technologiearchitektur unterteilt, wodurch verschiedene Blickwinkel und Detailierungsstufen möglich sind. (siehe Tab. 4)

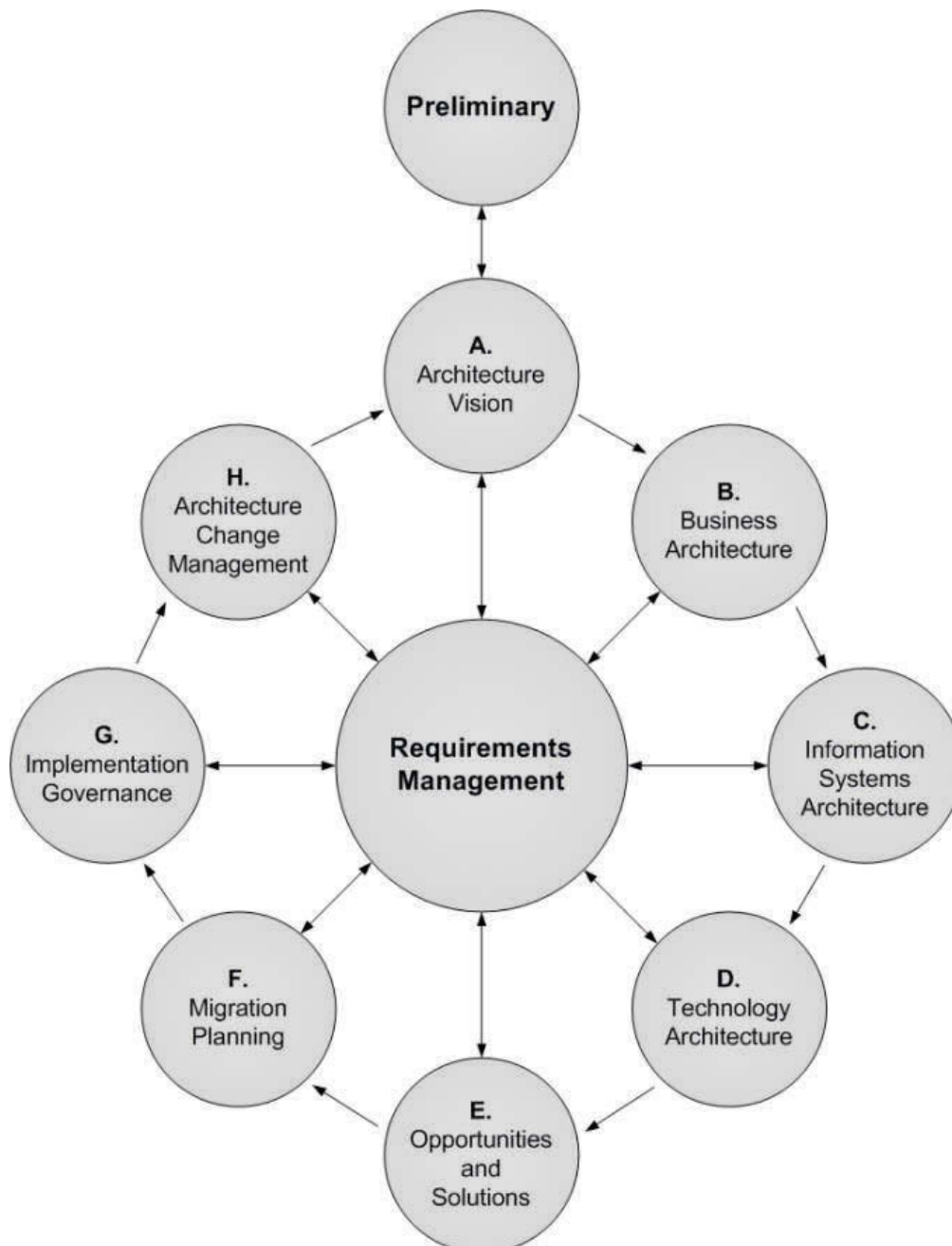


Abb. 2: Phasen der Architecture Development Method¹⁵

¹⁵ The Open Group (2010), S. 54

Die ADM Framework-Komponente besteht aus insgesamt 10 Phasen (siehe Abb. 2), wobei die Preliminary Phase möglichst nur einmal und die Requirements Management Phase jeweils in Verbindung mit den restlichen 8 Phasen (A: Architecture Vision – H: Architecture Change Management) durchlaufen wird. Die Phase A legt die Ziele und die involvierten Akteure für eine Erneuerung der Unternehmensarchitektur fest. Die Phasen B-D beschreiben die Geschäfts-, Anwendungs-, Informations- / Daten- und Technologiearchitektur der aktuellen (As-Is-Situation) und der angestrebten (To-Be-Situation) Unternehmensarchitektur, wobei die markanten Unterschiede in den jeweiligen Phasen herausgearbeitet werden. Die Phase E legt danach die Transformationschritte und ihre nötigen Ergebnisse fest, welche zur Erreichung der angestrebten To-Be-Situation durchzuführen sind. Im Anschluss wird mit Hilfe der Phase F ein Migrationsplan erstellt, in dem die Transformationsschritte in Projekten unterteilt werden. Der Migrationsplan wird in Phase G überwacht. In Phase H werden noch ausstehende Anforderungen und Änderungswünsche an den aktuellen Entwicklungsstand der Unternehmensarchitektur gesammelt, die bei einem erneuten Durchlauf der Phasen A-H aufgegriffen werden.

3 Entwicklungsphasen

Der zuvor beschriebene Architecture Development Cycle ist das zentrale Konzept des TOGAF-Frameworks. Er enthält insgesamt acht aufeinanderfolgende Phasen von denen im Folgenden jedoch nur die ersten vier betrachtet werden. Diese decken den technologieunspezifischen Teil der Fragestellung ab. Eine Implementierung wurde innerhalb der Fallstudie nicht angestrebt. Innerhalb der Phasen, die ihrerseits in Schritte unterteilt sind, wird auf die Aufgaben fokussiert, die Reverse Logistics betreffen. Allgemeine Aufgaben, bspw. zum Projekt- oder Kommunikationsmanagement, werden auf Grund ihres nicht gegebenen thematischen Bezugs ausgelassen.

3.1 Preliminary Phase

Die Preliminary Phase befasst sich noch nicht direkt mit Projektaufgaben, sondern bereitet dieses vor. Sie befasst sich mit den „wo, was, wer und wie“-Fragen der Architektur.¹⁶ In dieser Hinsicht ist die Preliminary Phase das Fundament für die darauf folgenden Phasen. Ziel ist es, den organisationalen Kontext sowie die Beweggründe für das Projekt klar zu definieren.

Für dieses Projekt wurden keine Vorgaben gemacht, außer eine standardisierbare Reverse Logistics-Lösung zu entwickeln. Insbesondere wurden vom Management keine weiteren Vorgaben definiert. Ein völlig vom Tagesgeschäft losgelöstes kreatives Arbeiten sollte so ermöglicht werden. Auch die bestehende Unternehmensarchitektur wurde nicht übernommen, da ein Blick von außen auf das Unternehmen gewünscht wurde.

¹⁶ Vgl. The Open Group (2010), S. 68

Da keine Vorgaben erfolgten, wurden die notwendigen Schritte innerhalb der Preliminary Phase angepasst, um eine konkrete Aufgabenbeschreibung zu konzipieren. Als erster Schritt erfolgte die Untersuchung der strategischen Ziele, die die langfristige Ausrichtung und das Handeln des Unternehmens bestimmen. Diese wurden anschließend gemäß ihrem Bezug zu Reverse Logistics bewertet. Die Aufgabe wurde methodisch in einer Baumstruktur umgesetzt, die allgemeine Ziele aufzeigt und schrittweise in Komponenten zerlegt. Weiß hinterlegte Ziele wurden als sehr relevant für Reverse Logistics eingestuft, graue als potenziell relevant und schwarze als nicht relevant. Dieses Artefakt wird später dazu dienen, das Projekt an den übergeordneten Unternehmenszielen auszurichten. Die Struktur ist in Abb. 3 dargestellt.

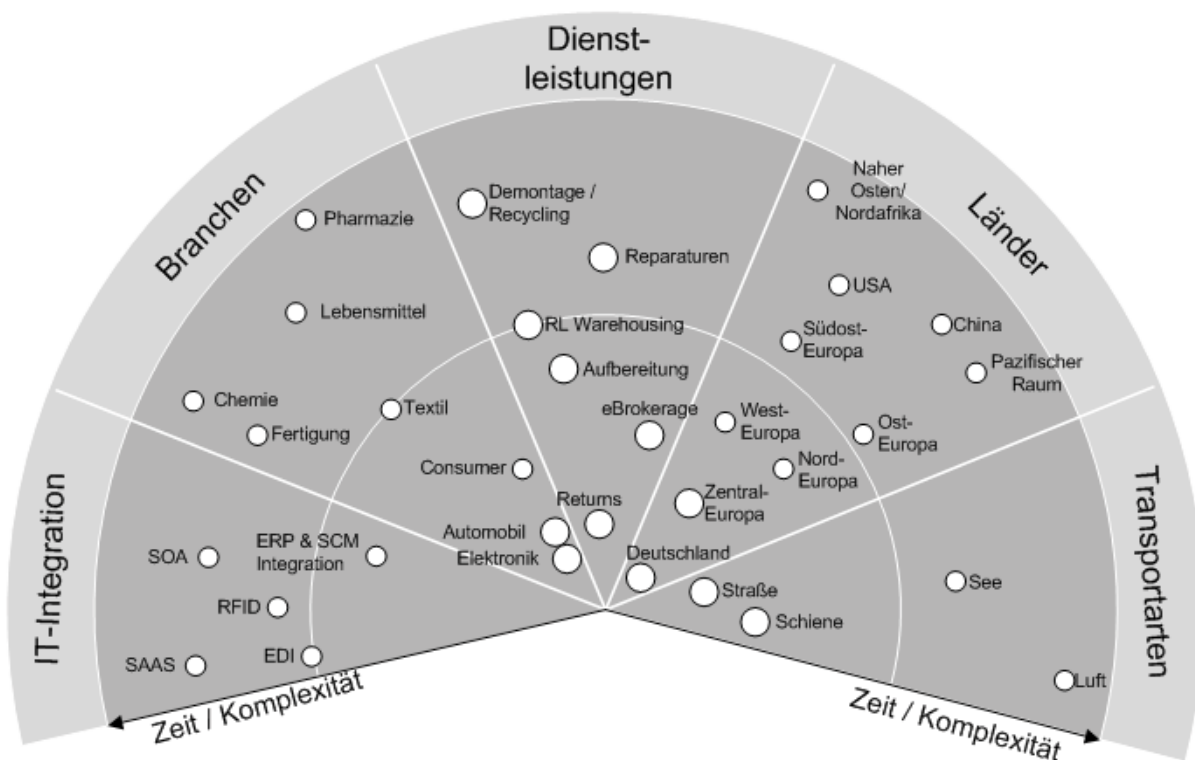


Abb. 3: Geschäftschancen im Bereich Reverse Logistics

Als Hauptziele wurden identifiziert:

- *Qualität*
Der LDL ist bestrebt, hochwertige und ggfs. maßgeschneiderte Lösungen anzubieten. Eine kontinuierliche Verbesserung der Leistungen wird ebenso angestrebt wie stetiges Wachstum.
- *Nachhaltigkeit*
Nachhaltigkeit ist eines der bedeutendsten Ziele für Logistikunternehmen. Es muss sowohl die organisatorische Möglichkeit geschaffen werden, Vorgänge klimafreundlich abzuwickeln und nachzuverfolgen, als auch ein ökologisch orientiertes Produktangebot zu offerieren.
- *Integrierte Dienstleistungen*
Es wird angestrebt, Produkte anzubieten, die Forward und Reverse Logistics oder konstant nachverfolgbaren multimodalen Transport umfassen.

- *Internationalisierung*
Wachstum und weltweite Präsenz sind vorrangige Ziele für den Logistikdienstleister. In Folge dessen kommt es zu Akquisitionen und neuen Produkten.
- *Informationstransparenz und Standardisierung*
Es ist ein vorrangiges Ziel, die gewachsene IT-Landschaft zu vereinheitlichen und Abläufe unternehmensweit zu standardisieren.

Anschließend wurden generelle Geschäftschancen für Reverse Logistics-Lösungen analysiert und in eine „Radar“-Darstellung überführt. Dieses Radar besitzt fünf Sektoren (IT-Integration, Branchen, Dienstleistungen, Länder und Transportarten) innerhalb derer verschiedene Ausprägungen abgetragen sind, denen je nach Entfernung vom Mittelpunkt eine größere Komplexität bzw. ein höherer Zeitaufwand zur Umsetzung zugeschrieben wird. Beispielsweise sind reine Rücktransporte leichter umzusetzen als Produkte, die die Einbindung weiterer Dienstleister erfordern, etwa Reparaturen. Es ist zu beachten, dass die Analyse für ein bestimmtes Unternehmen durchgeführt wurde und keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erhebt. Das Radar stellt den ersten Schritt zu einer Reverse Logistics-Roadmap dar.

Im folgenden Schritt wurden, basierend auf der zuvor erfolgten Einschätzung der Geschäftschancen, mögliche Geschäftsmodelle für Reverse Logistics identifiziert. Dazu wurden verschiedene Methoden angewandt, bspw. Brainstorming, Literaturrecherchen und Marktanalysen. Fünf Szenarien wurden, angelehnt an die TOGAF-Empfehlung für Geschäftsszenarien¹⁷, definiert:

- *Rücknahme und Verwertung von Automobilen*
Der betrachtete Logistikdienstleister ist bereits erfolgreich in der Automobilindustrie tätig und besitzt eine große Kundenbasis. Auch werden bereits Lösungen für Reverse Logistics angeboten, diese sind jedoch nicht standardisiert und fokussieren auf den Transport. Da die Richtlinie 2000/53/EC des Europäischen Parlaments strengere Regeln zur Rückführung und Verwertung von Altfahrzeugen vorsieht, ergeben sich neue Geschäftschancen. Der Logistikdienstleister kann sich als zentraler Dienstleister für die Verwertung von Altfahrzeugen positionieren, da er die Informations- und Warenflüsse steuern und ggfs. Subunternehmer beauftragen kann. Die Automobilhersteller könnten so die Aufgaben der Zerlegung, Bewertung und Verwertung von Automobilen und Teilen ausgliedern. Abb. 4 zeigt die bestehenden und hinzukommenden Warenflüsse.
- *eBrokerage für Konsumgüter*
Dieses Szenario sieht vor, dass der Logistikdienstleister eine Handelsplattform betreibt, auf der vom Einzelhandel zurückgegebene Waren an geprüfte Verwerter verkauft werden. Vielfach nehmen die Hersteller Rückführung, Bewertung und Verwertung selbst vor, was oft zu schlecht ausgelasteten Transporten führt.¹⁸ Der

¹⁷ Vgl. The Open Group (2010), S. 306 ff.

¹⁸ Vgl. Tibben-Lembke, Rogers (2002), S. 50

Logistikdienstleister könnte daher als Zwischeninstanz fungieren, die für die Rückführung und Verwertung nicht verkaufter oder reklamierter Produkte sorgt. Zum einen werden so Skaleneffekte in Transport und Lagerung erzielt, zum anderen entsteht ein zentraler Marktplatz für Retouren.

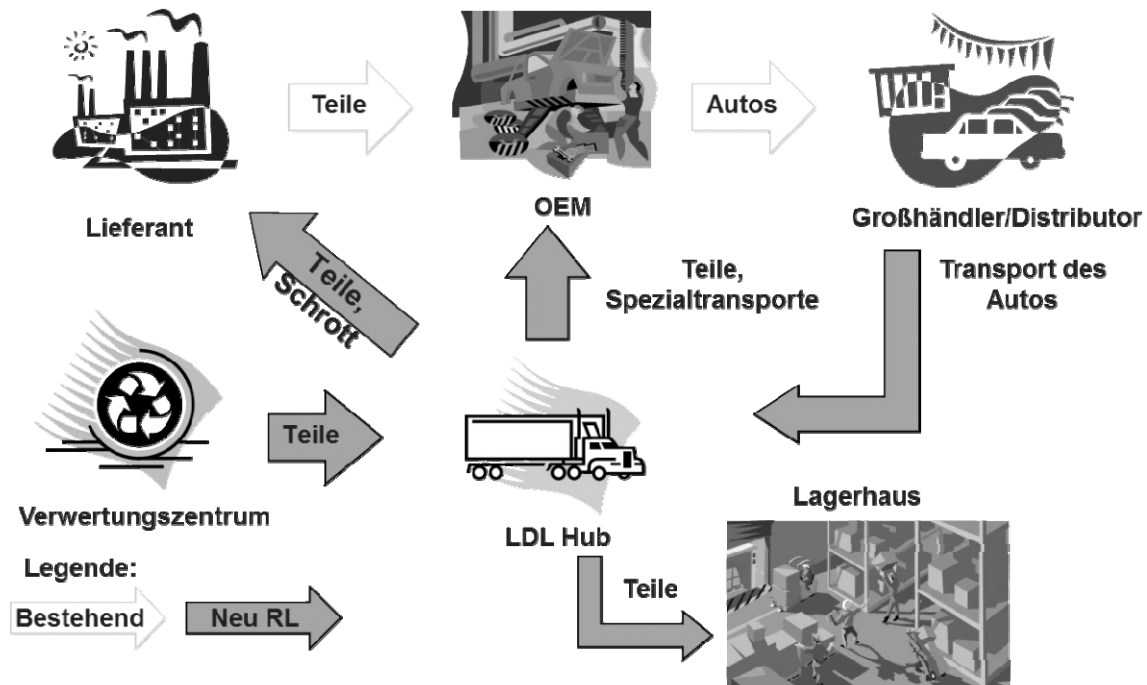


Abb. 4: Bestehende und neue Warenflüsse im Automobil-Szenario

- *Rücknahme und Verwertung von Elektronik, Konsumgütern oder Pharmazie*
Diese Szenarien wurden auf Grund ihrer Gleichartigkeit zusammengefasst. Grundlegend sind sie dem für Automobile ähnlich und benötigen Prozesse für Abholung, Redistribution, Verifikation, Inspektion, Entsorgung, Tracking und Reparaturen. Allerdings wird ein jeweils vollkommen anderer Markt bedient und der Transport gestaltet sich grundlegend anders. So stellt Elektronik insbesondere hohe Anforderungen an Zerlegung und Wiederverwendung, während für die am häufigsten zurückgegebenen Güter (bspw. Zeitschriften, Bücher und Grußkarten¹⁹) ein spezielles Behältermanagement definiert werden muss. Pharmazeutische Güter stellen hingegen besondere Anforderungen an Nachverfolgung, Weiterverwendung und Vernichtung, z. B. um Fälschungen zu vermeiden oder Arzneimittel korrekt zu entsorgen.

Um eines dieser Szenarien für das Projekt auszuwählen, musste ein Bewertungsschema definiert werden. Dieses teilte sich in die Dimensionen Funktionsnutzung, Kosten / Risiken, Nutzen, Marktumfeld und Umsetzung auf. In der Kategorie Funktionsnutzung wird mittels neun Kriterien u. a. ermittelt, in welchem Umfang das Szenario auf bereits bestehende Unternehmensfähigkeiten zurückgreift, welchen Grad von Standardisierung erzielt werden kann, in wie weit es mit bestehenden IT-Infrastrukturen und Orga-

¹⁹ Vgl. Tibben-Lembke, Rogers (2002), S. 7

nisationsstrukturen kompatibel ist und welcher Marketingaufwand benötigt wird, um das Produkt am Markt zu platzieren. Kosten / Risiken umfasst fünf Kriterien, die eine subjektive Einschätzung der Risiken bspw. bei der Einführung oder im operativen Betrieb widerspiegeln.

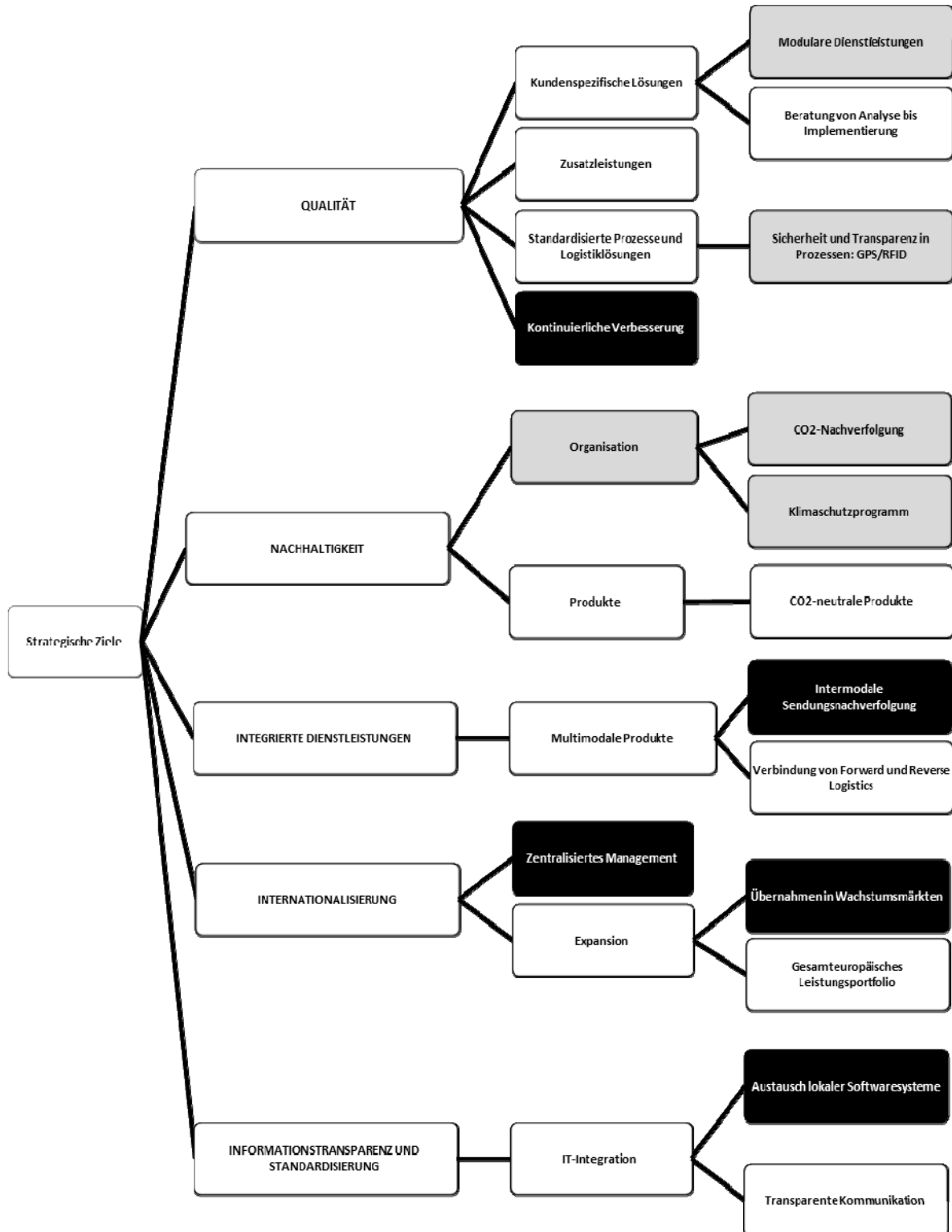


Abb. 5: Strategische Ziele

In der Kategorie Nutzen sind sechs Kriterien angeführt, die u. a. der Innovationsgrad, Auswirkungen auf das Image des Unternehmens oder zukünftige Aktivitäten bewerten. Unter Marktumfeld sind neun Kriterien zusammengefasst, die u. a. den Wettbewerb und die Branchenflexibilität bewerten. Zuletzt geben in der Dimension Umsetzung vier Kriterien u. a. an, ob das Szenario Speziallösungen erfordert und wie lange die Markteinführung dauern wird. Alle Kriterien wurden für jedes Szenario mit Werten zwischen eins und fünf bewertet und innerhalb der Kategorie als Mittelwert zusammengefasst. Die Resultate aus den fünf Dimensionen wurden zur Einschätzung der Qualität des Szenarios in einer Übersicht dargestellt.

Innerhalb dieser Phase wurden Strategien und Trends mit Bezug zu Reverse Logistics untersucht und Lösungskonzepte entworfen, die mittels dafür aufgestellter Evaluationskriterien zur Entscheidungsfindung aufbereitet wurden. Am Ende der Preliminary Phase wurden dem Logistikunternehmen diese Ergebnisse präsentiert. Die Entscheidungsträger erteilten zur weiteren Bearbeitung den „Request for Architecture Work“ für das Automotive-Konzept, für das jedoch auch Möglichkeiten der Implementierung des eBrokerage-Konzeptes validiert werden sollen.

3.2 *A: Architecture Vision*

In der Architecture Vision-Phase wird nach der vorbereitenden Phase mit der Arbeit an der Architektur begonnen. Die maßgeblichen Ziele dazu sind die Identifikation der Schlüsselakteure und deren Anforderungen, Risikoidentifikation und Risikominierungsmaßnahmen, Validierung der Geschäftsziele und Prinzipien, sowie die Architecture Vision und das Statement of Architecture Work. Letzteres dokumentiert die Übereinkunft das Projekt betreffend und enthält grundlegende Eckpunkte an denen der Erfolg nach Abschluss gemessen werden kann. Für den Kontext Reverse Logistics ist die Evaluierung der Geschäftsfähigkeiten (Business Capabilities) von Bedeutung. Das hieraus resultierende Domänenmodell stellt die grundlegende Architektur des Unternehmens dar.

Der Ansatz sieht vor, dass zunächst der Umfang des Projektes genauer spezifiziert wird, bevor die Architecture Vision erstellt wird. Als Input verwendet wird der zuvor generierte Request for Architecture Work, sowie ein Organisationsmodell und soweit vorhanden ein gefülltes Architecture Repository. Der entscheidende themenbezogene Schritt ist „Evaluate Business Capabilities“, also die Untersuchung der vorhandenen Unternehmensfähigkeiten unter Bezugnahme auf Projekt- und strategische Ziele. Dazu wurde zunächst das Domänenmodell erstellt, d. h. eine strukturierte Abbildung der Unternehmensfähigkeiten (s. Abb. 6). Diese wurden aus verschiedenen Quellen erhoben, z. B. Selbstdarstellungen des Unternehmens und Interviews mit Schlüsselakteuren. Als Ergebnis wurden sieben Domänen identifiziert, die jeweils einen speziellen Geschäftsbereich repräsentieren. Logistik als der bedeutendste wurde zentral platziert. Links davon befinden sich mit „Kunde“ und „Partner“ die Domänen mit Bezug zu externen Geschäftspartnern, rechts mit „Infrastruktur“ und „Dienstleistungen“ diejenigen, die interne Ressourcen und Dienste zur Verfügung stellen. Eingefasst werden diese fünf Domänen vom darüber liegenden „Strategischem Management“ sowie den

„Unterstützenden Funktionen“. Insgesamt wurden 60 solcher Fähigkeiten erkannt. Beispiele für Fähigkeiten sind „Tracking & Tracing“, also Sendungsnachverfolgung einschließlich Lieferzeitabschätzung und Leistungsmessung, in der Domäne „Logistik“ oder „Human Resource Management“ in der Domäne „Unterstützende Funktionen“. Nach der Gegenüberstellung des Domänenmodells mit der Definition des gewählten Geschäftsszenarios und der darin definierten Geschäftsprozesse wurde ersichtlich, dass fünf Dienstleistungs-Funktionen benötigt werden, um dies umzusetzen:

- *Bewertung*
Werte und Zustände des Autos und seiner Bestandteile einschätzen
- *Test*
Funktionalität eines Autos oder einzelner Bestandteile evaluieren
- *Reparatur*
Einfache Reparaturen zur Wiederverwendung einzelner Bestandteile durchführen
- *Zerlegung*
Ausbau wiederverwendbarer Komponenten aus dem Auto
- *eBrokering*
Implementation, Management und Betrieb einer Handelsplattform für gebrauchte Automobilteile

Ohne diese Fähigkeiten kann das definierte Reverse Logistics-Produkt nicht angeboten werden. Eine Entscheidung darüber, ob diese Fähigkeiten selbst aufgebaut oder von externen Dienstleistern bezogen werden, wird an dieser Stelle jedoch noch nicht getroffen. Weiterhin wurden bestehende Fähigkeiten identifiziert, die für das Produkt unverändert verwendet werden können und ebenso solche, die verwendet werden, aber ggfs. angepasst werden müssen.

Im Anschluss ist zu evaluieren, wie die vorhandenen und neu definierten Fähigkeiten mit den strategischen Zielen (s. Abb. 5) übereinstimmen. Dafür wurden diejenigen Fähigkeiten und Ziele in einer Matrix gegenübergestellt, die einen Bezug zu Reverse Logistics haben (siehe Ausschnitt in Tab. 5). Jede Fähigkeit wird daraufhin bewertet, ob sie die Ziele in hohem Maße (3 Punkte), in normalem Maße (2 Punkte) oder gar nicht (1 Punkt) unterstützt. Durch diese Analyse konnten Schlüsselziele und –fähigkeiten identifiziert werden, die durch das Automobil-Szenario betroffen sind und denen bei der Umsetzung besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte. Eine Anschlussfrage ergibt sich daraus, wie die übrigen Ziele besser verfolgt werden können. Gemessen an den insgesamt erreichbaren Punkten wurde über alle Ziele ein Durchschnitt gebildet, der etwa 79% beträgt, sodass die Unterstützung der strategischen Ziele als gegeben angenommen werden kann. Jedoch unterstützen einige der neu definierten Fähigkeiten, bspw. „Reparatur“, die strategischen Ziele nur in geringem Maße, sodass ein Aufbau im Unternehmen langfristig wenig sinnvoll scheint.

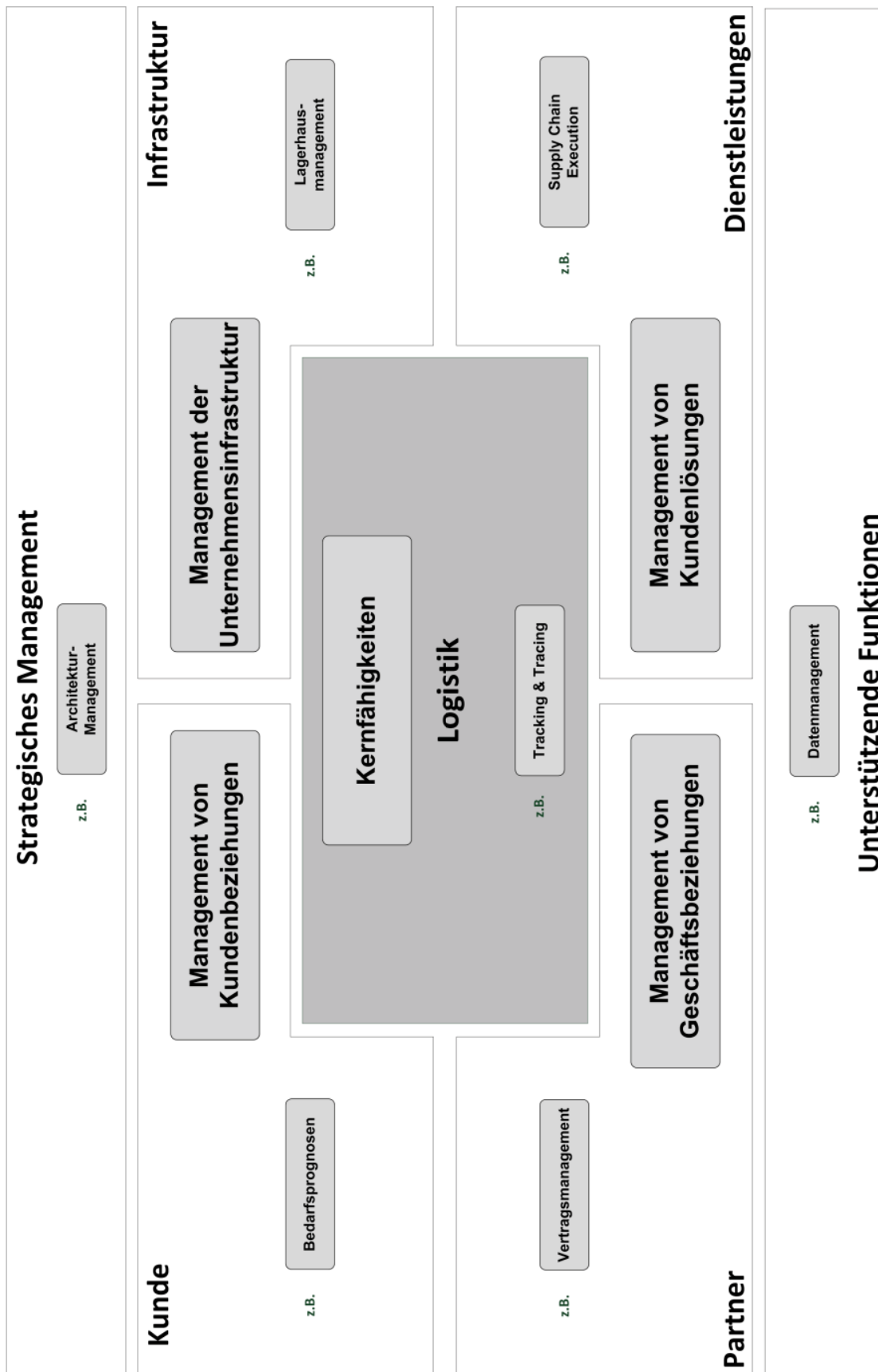


Abb. 6: Domänenmodell

– Domäne	Fähigkeit	Kundenspezifische Lösungen	Zusatzleistungen	Standardisierte Prozesse u. Logistiklösungen	Nachhaltige Produkte	Multimodale Produkte	Expansion	IT-Integration	GESAMT
SM	Arch.-Mgmt.	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	21
K	Bedarfspr.	↑	↑	↔	↔	↔	↔	↔	16
INF	Lagerhausmgmt.	↔	↔	↔	↔	↑	↔	↔	15
P	Vertragsmgmt.	↔	↔	↔	↓	↔	↑	↑	15
DL	Reparatur	↑	↑	↔	↓	↓	↔	↓	13
UF	Datenmgmt.	↔	↔	↑	↓	↔	↑	↑	16

Tab. 5: Ziel-Fähigkeits-Matix (Ausschnitt)

Zuletzt wurde, aufbauend auf einem simplen Metamodell, das Applikationen, Fähigkeiten und Prozesse miteinander in Beziehung setzt, eine chronologisch angeordnete und in drei Schichten getrennte Ziel-Architektur skizziert. Die Daten- und Technologieschichten werden aus den bereits eingangs genannten Gründen nicht eingeschlossen. Die chronologische Abfolge wird durch die vier aufeinanderfolgenden Zeithorizonte „Grundlagen“, „Lösungsentwicklung“, „Architektur-Anpassung“ und „Operative Ausführung“ beschrieben. Aus dem bestehenden Architecture Repository konnten die Prozesse zur Umsetzung von Kontraktlogistik als Ausgangsarchitektur (Baseline Architecture) genutzt werden, da sich starke Übereinstimmungen im Vorgehen finden ließen. Ein Ausschnitt, der Prozesse, Fähigkeiten und IT-Systeme zeigt, die im Zeithorizont „Operative Ausführung“ genutzt werden, findet sich in Abb. 7.

Der Output dieser Phase besteht neben den beschriebenen Artefakten und Erkenntnissen in umfassenden Analysen der beteiligten Akteure und der möglichen Risiken. Die Ziel-Architektur ermöglichte es den Entscheidungsträgern, den Zwischenstand des Projekts zu bewerten, den weiteren Aufwand einzuschätzen und einen spezifizierten weiteren Arbeitsauftrag zu erteilen.

3.3 B: Business Architecture

Vorrangiges Ziel dieser Phase ist es, gemäß der Architecture Vision eine Business Architecture zu entwickeln. Entscheidend ist, die zu schließenden Lücken zu identifizieren.

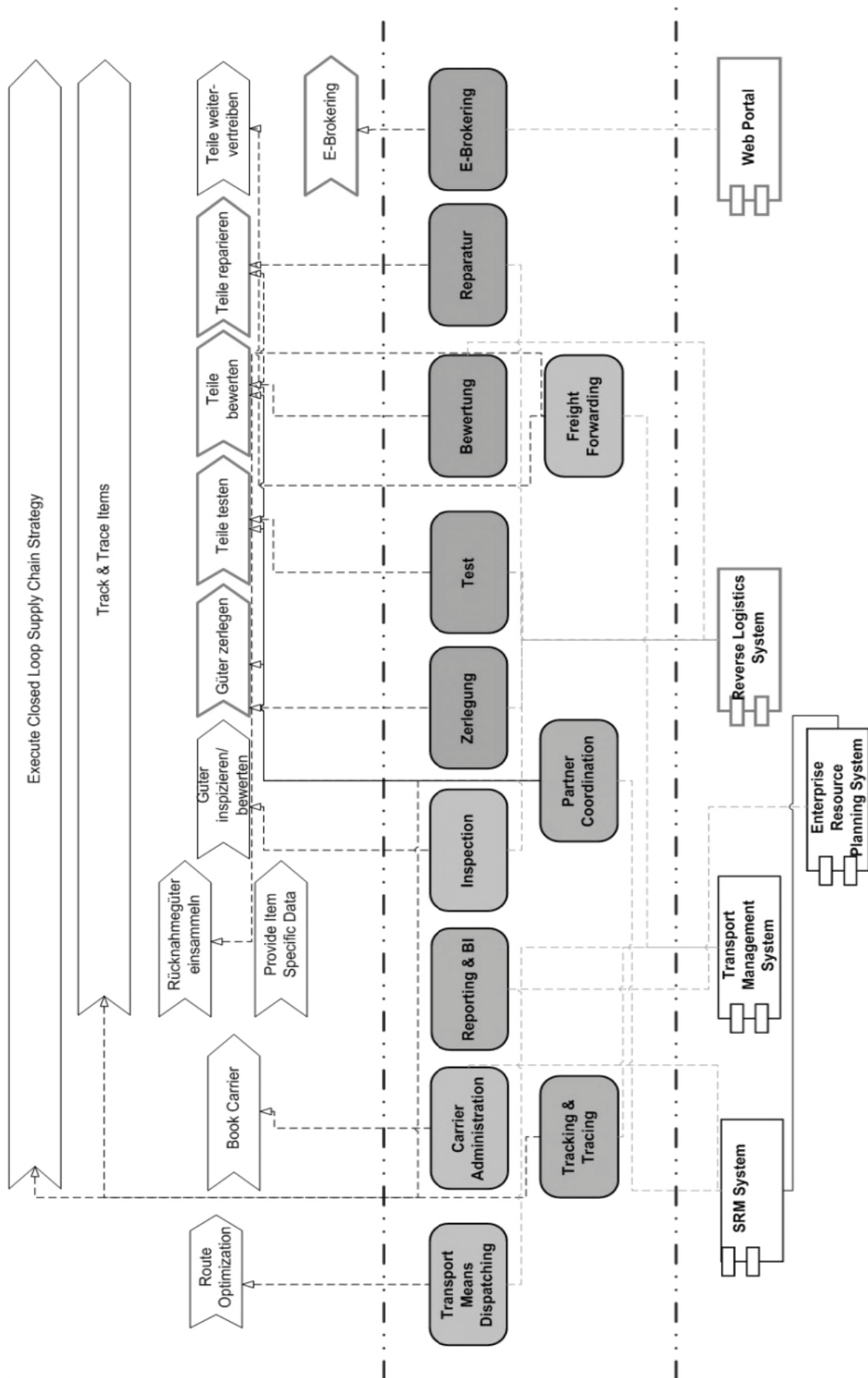


Abb. 7: Erste Version der Zielarchitektur (Ausschnitt)

Dazu werden zunächst die in der vorherigen Phase übernommenen Prozesse genauer spezifiziert. Die neu definierten Prozesse wurden entgegen der übernommenen Prozesse, die lediglich durch kurze Zusammenfassungen dargestellt wurden, als ereignisgesteuerte Prozessketten modelliert, um eine feinere Granularität und eine hohe Exaktheit zu erreichen. In einem nächsten Schritt wurden die zu den Fähigkeiten gehörigen Logischen Dienste (s. Abb. 8) beschrieben. Diese zeigen auf, welchen konkreten Handlungen mit einer Fähigkeit verbunden sind und spezifizieren sie somit genauer. In Abb. 8 sind diese für die Fähigkeit „Tracking&Tracing“ aufgezeigt. Kombiniert mit der Architecture Vision und dem Domänenmodell können nun zusätzliche Informationen gewonnen werden. So wird etwa aufgezeigt, zu welchem Zeitpunkt der Umsetzung welche Unternehmensfähigkeiten betroffen sind und auf welche IT-Systeme, Applikationen und Funktionalitäten diese abgebildet werden.

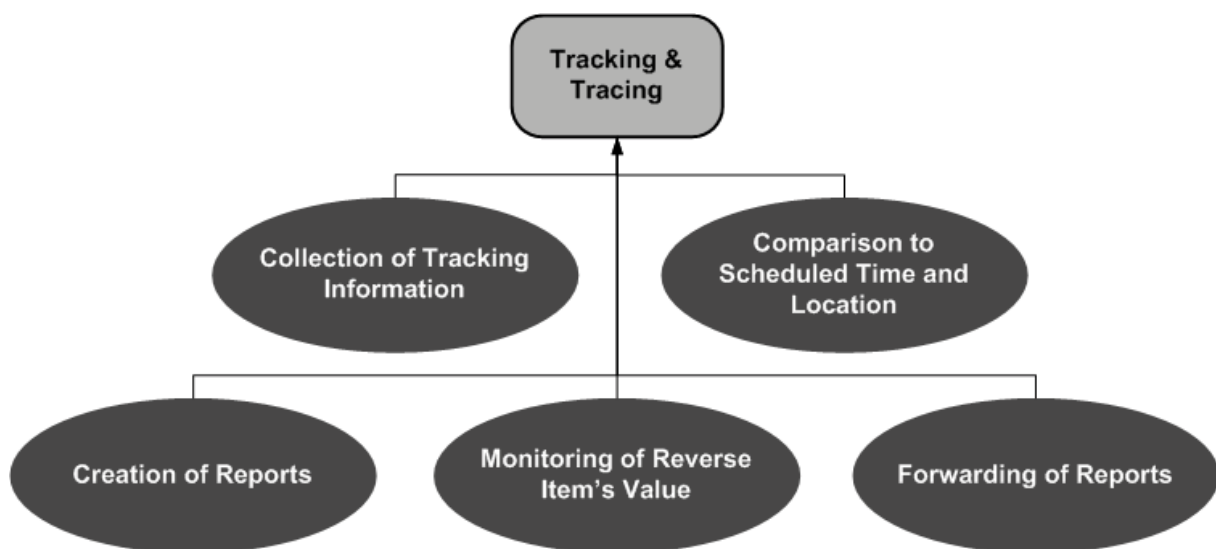


Abb. 8: Beispiel für einen Logischen Dienst

Weiterhin durchgeführt wurde in dieser Phase die Gap-Analyse, die herausstellte, welche Fähigkeiten Anpassungen benötigen bzw. neu eingeführt müssen. Diese Aufgaben wurden innerhalb der Architecture Roadmap priorisiert und dokumentiert. Zuletzt wurde untersucht in wie weit die neuen und überarbeiteten Fähigkeiten auf andere Einsatzgebiete transferiert werden können. Dazu wurden die strategischen Ziele und das Trend-Radar genutzt. Wiederverwendung und Übertragbarkeit sind zentrale Konzepte des Enterprise Architecture, sodass dieses Potenzial immer untersucht und für das weitere Vorgehen in Betracht gezogen werden sollte.

3.4 C: Information Systems Architecture

Diese Phase teilt sich in Data Architecture und Application Architecture auf. Sie beschreibt die Informationssystem-Architektur, jedoch keine spezifischen Software-Lösungen. Vielmehr werden die benötigten Komponenten und ihre Beziehungen untereinander dargelegt. Durch die getroffene Vereinbarung zum Umfang der Architekturarbeiten wurden lediglich die Funktionalitäten der Applikationen beschrieben und in Beziehung zu den Logischen Diensten der Fähigkeiten gesetzt. Dies geschieht mit

Hilfe einer so genannten Applikationsdienste-Übersicht. Hierbei werden Logische Dienste genau einer Applikation, ggfs. aber mehreren Applikationsdiensten, zugeordnet (siehe. Abb. 9). Andererseits benötigen bestimmte Logische Dienste keine Applikationsunterstützung. Die Identifikation der benötigten Applikationsdienste hilft den Architekten, Entwicklungsprojekte oder Beschaffungen zu organisieren, da die Informationen detaillierter sind als auf generische Systeme zu verweisen. Die zwei Domänen „Strategisches Management“ und „Unterstützende Dienste“ wurden nicht betrachtet, da sie keinen direkten Logistik-Bezug aufweisen. Die Übersicht visualisiert verschiedene wichtige Informationen und ermöglicht hilfreiche Erkenntnisse. Zunächst zeigt sie die Applikations-Landschaft auf, was die Basis für die tatsächliche Applikations-Architektur bildet. Zum anderen wird so deutlich, welche Systeme am umfangreichsten von Änderungen betroffen sind. Zuletzt wird auch die Verbindung zwischen Unternehmensfunktionen und Systemen geschaffen. Auf diese Weise können die betroffenen Akteure identifiziert und ggfs. geschult werden.

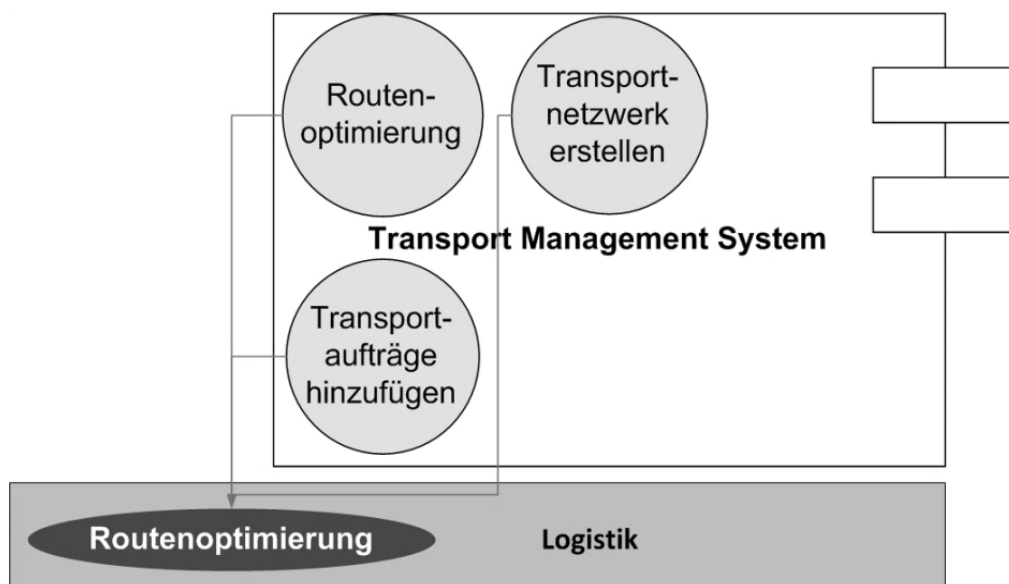


Abb. 9: Beispiel für die Verbindung von Logischem Dienst und Applikationsdiensten

Damit wurde abschließend eine vollständige Verknüpfung, angefangen von der Geschäftsstrategie über Unternehmensfähigkeiten und Prozesse bis zu IT-Systemen geschaffen.

3.5 *Anschließende Phase*

In der anschließenden Phase D wird von der abstrakt-funktionalen zur technologie-spezifischen Planung übergegangen. So ist es das Ziel, die „Technology Architecture“ festzulegen, d. h. die Abbildung der Daten- und Applikationsarchitektur aus Phase C auf marktübliche Technologiekomponenten.

4 **Zusammenfassung und Ausblick**

Die Ergebnisse der Fallstudie zeigen, dass für den betrachteten Logistikdienstleister neue Reverse Logistics-Konzepte entwickelt werden konnten. Hierfür wurden insbe-

sondere die Preliminary Phase bis Information Systems Architecture Phase der Architecture Development Method (ADM) des TOGAF-Frameworks unter Berücksichtigung des Requirements Management intensiv betrachtet. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Verwendung des TOGAF-Frameworks für den Entwurf neuer Reverse Logistics-Lösungen, bzw. allgemein für neue Lösungen im Bereich der Logistik, ein vielversprechender Ansatz ist. Besonders die durch die ADM Framework-Komponente definierte strukturierte Vorgehensweise ist sehr hilfreich, um eine mögliche Realisierung neuer Geschäftschancen unter Berücksichtigung der bestehenden Unternehmensarchitektur allgemein zu identifizieren und zu bewerten. Durch eine kritische Reflexion des in der Fallstudie vollzogenen Vorgehens können jedoch folgende Schwachpunkte identifiziert werden:

Gemäß der Dokumentation der Open Group ist das TOGAF-Framework „a generic framework and intended to be used in a wide variety of environments, it provides a flexible and extensible content framework that underpins a set of generic architecture deliverables.“²⁰ Besonders aus dem Anspruch heraus, eine große Anwendbarkeit für möglichst viele Domänen bereitzustellen und der daraus ableitbaren hohen Notwendigkeit an Generalisierbarkeit ergeben sich einige Nachteile. So fehlen dem TOGAF-Framework domänenspezifische methodische Ergänzungen, die eine Anwendbarkeit in der jeweiligen Domäne vereinfachen würden. Zwar wird dem TOGAF-Framework von der Open Group eine hohe Adaptierbarkeit zu andern Frameworks bescheinigt, jedoch fehlt es an konkreten Vorgehensempfehlungen bei der Durchführung einer Adaption.

Für die Analyse von neuen möglichen Geschäftsfeldern im Bereich Reverse Logistics war die Verwendung des TOGAF-Frameworks an manchen Stellen nur bedingt geeignet. Besonders für eine Identifizierung und einem bewerteten Vergleich von alternativen Geschäftschancen im Hinblick auf nicht-technische Fragestellungen bietet das TOGAF-Framework nur bedingt eine methodische Hilfestellung. Hier musste auf alternative Verfahren zurückgegriffen werden. So fehlen die Einbettung einer betriebswirtschaftlichen oder Mitarbeiter-bezogenen Bewertung der Zwischen- und Endergebnisse. Die betriebswirtschaftliche Bewertung ist jedoch insbesondere von hoher Bedeutung, wenn Entscheidungsträger von der Akzeptanz des TOGAF-Frameworks und der damit gewonnenen Erkenntnisse überzeugt werden müssen.

Für eine Bearbeitung der identifizierten Schwachstellen des TOGAF-Frameworks hinsichtlich der Eignungsfähigkeit für Fragestellungen aus dem Forschungsbereich des Reverse Logistics ist beispielsweise eine Erweiterung um das Supply Chain Reference Modell (SCOR) denkbar. Das erweiterte Framework wäre zusätzlich befähigt, bestehende und zukünftig gewünschte Unternehmensarchitekturen aus dem logistischen Kontext zu bewerten. Besonders die im SCOR Modell definierten logistischen Prozesse und zugehörigen Kennzahlen könnten hierzu verwendet werden. Dies wird Gegenstand der Forschung sein.

²⁰ The Open Group (2010), S. 18

5 Literaturverzeichnis

- Blackburn, J. D.; Guide Jr., V. D. R.; Souza, G. C.; van Wassenhove, L. N. (2004): Reverse Supply Chains for Commercial Returns. In: CALIFORNIA MANAGEMENT REVIEW 46 (2), S. 6.
- Buckl, S.; Ernst, A. M.; Matthes, F.; Ramacher, R.; Schweda, C. M. (2009): Using enterprise architecture management patterns to complement TOGAF. In: 2009 IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference. IEEE, S. 34-41.
- Dowlatsahi, S. (2005): A strategic framework for the design and implementation of remanufacturing operations in reverse logistics. In: International Journal of Production Research 43 (16), S. 3455–3480.
- Genchev, S. E. (2009): Reverse logistics program design: A company study. In: Business Horizons 52 (2), S. 139–148. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681308001602>.
- Jayaraman, V.; Luo, Y. (2007): Creating competitive advantages through new value creation: a reverse logistics perspective. In: The Academy of Management Perspectives ARCHIVE 21 (2), S. 56–73.
- Kappelman, L.; McGinnis, T.; Pettite, A.; Sidorova, A. (2008): Enterprise Architecture: Charting the Territory for Academic Research. In: AMCIS 2008 Proceedings, Toronto, C, S. 96-110. Online verfügbar unter <http://aisel.aisnet.org/amcis2008/162>.
- Land, M. Op 't (2009): Enterprise architecture. Creating value by informed governance. Berlin: Springer. Online verfügbar unter <http://www.worldcat.org/oclc/233932762>.
- Lankhorst, M. M. (2009): Enterprise architecture at work. Modelling, communication and analysis. 2nd. Berlin [etc.]: Springer. Online verfügbar unter <http://www.worldcat.org/oclc/501933600>.
- Peyret, H.; Cullen, A.; An, M. (2009): Use TOGAF 9 As Your Next EA Framework. In: Cambridge, Forrester Research Report.
- Presley, A.; Meade, L.; Sarkis, J. (2007): A strategic sustainability justification methodology for organizational decisions: a reverse logistics illustration. In: Int. J. of Prodn. Res 45 (18), S. 4595–4620.
- Schönherr, M. (2009): Towards a Common Terminology in the Discipline of Enterprise Architecture, S. 400–413.
- Stock, J.; Speh, T.; Shear, H. (2006): Managing product returns for competitive advantage. In: MIT Sloan Management Review 48 (1), S. 57-62.
- The Open Group (2010): TOGAF Version 9, Zaltbommel
- Tibben-Lembke, R. S.; Rogers, D. S. (2002): Differences between forward and reverse logistics in a retail environment. In: Supply Chain Management: An International Journal 7 (5), S. 271–282.

Disassembly planning considering linear price-consumption functions

Christian Ullerich

Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insb. Industrielles Management,
Technische Universität Dresden, 01062 Dresden,
christian.ullerich@tu-dresden.de

Abstract/Zusammenfassung

In general, publications in disassembly planning assume an anonymous market for acquiring cores and distributing items and/or material. On the other hand, contracting issues (i.e., pricing and quantities from a game theoretic view) in reverse logistics can be found in the literature, too. But a combination of both aspects, i.e., disassembly planning (i.e., determining quantities of cores, items, material, and disposal) and quantity dependent pricing, cannot be found. Thus, an approach for disassembly planning is presented, that considers linear price-consumption functions for acquiring cores (recovered products), distributing items and material, and disposal. To keep the approach straight forward only complete disassembly and a static deterministic model are considered. Furthermore, material purity aspects as well as fractions of defective, non-genuine, and non-recyclable items of cores are considered, too. The model is characterised by a quadratic and concave objective function, which is to be maximised subject to linear constraints. The solution is obtained in a two-stage approach and an exemplary study illustrates the methodology.

1 Introduction

In times of increasing environmental consciousness the optimal planning of remanufacturing processes does not only help in reducing the cost, but could evolve to a key factor for business when the recovery of products is rated high and more accepted by the consumers. One aspect within the remanufacturing framework is the planning of the quantities of cores (recovered products) to acquire, quantities of items and material to distribute, and lastly the quantity to dispose of. The incoming and outgoing quantities are related to each other. This relation is – more or less simplified – the disassembly process. Thereby, the disassembly can be done completely, i.e., down to the last item, or incomplete, i.e., certain modules (subassemblies) remain intact.¹ To keep the considerations straight forward a static planning approach is favoured. Therefore, the decision of which module is kept out of which core is not changed. Thus, such a module can also be modelled as an item and the planning situation equals the one of a complete disassembly.

In disassembly planning mainly objectives of minimising quantities or cost or maximising profit with quantity independent unit cost and prices can be found. Thus, an anonymous market is assumed. But this assumption does not hold in all situations, because of limited resources, regional focus of the disassembling companies, etc. Hence, an inclusion of a basic economic market mechanism, i.e., the dependency of price and consumption (or demand) expressed by a price consumption function, is favourable and presented in this paper. The resulting model is a quadratic mixed integer program, which is solved with a two-stage solution approach.

The paper is organised as follows. In section 2 the considered disassembly planning problem is outlined. In the following section the price and unit cost development for increasing quantities and the resulting revenue or cost function is derived. In section 4 the relevant revenue and cost functions together with problem specific constraints – like core condition, purity requirements, and quantity limits – are combined to a model, which is illustrated by a numerical example in section 5. After demonstrating the solution approach the paper is summarised in section 6.

2 Problem description

We consider the planning and control of completely disassembling cores (i.e., recovered products from the product users) into items, material, and waste. Thereby, we focus on a single company. The items are demanded by customers for reuse. Therefore, they must be original items and functioning. All other gained items of the disassembled cores can only be used to meet the demand for recyclable material or will be disposed of (cf. section 4). The decision of which item is used for what depends on its condition and the result of the planning. Furthermore, the customers, that recycle material, have certain purity requirements, that need to be abided. This means, that it is

¹ Cf. Clegg/Williams/Uzsoy (1995), p. 188, as well as Lambert (1999), p. 725.

not allowed to fill half of a container or box with plastics and on top some steel and sell it for recycling steel.²

The cores are acquired from one or several suppliers (e.g., collecting points). We assume that the cost for acquiring a core is independent of the actual supplier. Nevertheless, the quantity of cores available on the market is limited and depends on the return behaviour of the product users. Of course, not all cores are still entire when they are brought to a collecting point by a product user. But, this is neglected in our consideration for simplicity.

Publications on disassembly planning consider no costs or revenues,³ costs minimisation,⁴ or profit maximisation.⁵ Thereby, the prices and cost rates are fix for any quantity realised. Thus, an anonymous market is assumed. This might be valid for some cases, but in terms of an interaction between market subjects and contracting issues usually price and quantity are relevant and depend on each other.⁶ The functional dependency can be modelled by a price consumption function. Usually the consumption is the endogenous variable and the price the exogenous, i.e., the price is set and the consumption levels according to the functional dependency. For one-to-one price consumption relationships the function can be inverted to the inverse price consumption function (IPCF) where the consumption is set and the prices is levelling, like discount levels for certain quantities. In addition, an aggregated IPCF is used, which means that the quantity splitting between the market subjects is not relevant for the company and the quantities are acquired and distributed for that price level. The general determination of the IPCF is illustrated in the subsequent section and the application for the disassembly planning in section 5.

3 Profit maximisation with consumption dependent price

The profit to maximise is calculated by subtracting the cost from the revenues. The decision relevant revenues are the ones from selling items and selling material. Whereas the costs include core acquisition cost, disassembly cost, and disposal cost. Certainly, further cost might exist, but the mentioned shall represent the relevant cost. For all but the disassembly cost a consumption dependency is assumed.

Certain items and material is demanded by the customers. The general assumption here is the decreasing price with increasing quantity, because the supply exceeds the demand. When acquiring cores that are only available up to a certain limit the price increases for increasing demand. For example it is possible that with increasing price (i.e., a bonus for returning the product as with the so called “Umweltprämie” for cars

² Cf. Ullerich/Buscher (2010), p. 915.

³ Cf. Kim et al. (2006), p. 1475, as well as Taleb/Gupta/Brennan (1997), p. 258 et seqq.

⁴ Cf. Kim/Lee/Xirouchakis (2007), p. 4468 et seq., Langella (2007), p. 559 et seqq., as well as Lee/Xirouchakis (2004), p. 289 et seq.

⁵ Cf. Kongar/Gupta (2006), p. 552 et seqq., as well as Inderfurth (2004), p. 329.

⁶ Cf. Walther/Schmid/Spengler (2008), p. 337 et seqq.

in Germany)⁷ the quantity of available cores increases. Furthermore, when thinking of a rather regional character of the product recovery scenario it might be possible that further distances need to be spanned in order to get more cores. Then again, this leads to higher acquisition cost because of higher transport cost. Lastly, the disposal cost is also quantity dependent. We assume that no demand exist for waste, because otherwise it could be sold as material. Though, one tangible aspect is the limited space for land-filling. But not only this; in general, the resource earth is limited, too, and thus, every additional unit of waste leads to increasing disposal cost. Reasons could be increasing distances, legal regulations, etc. Even though the ultimate goal is avoiding any waste we know that it is practically not realisable, yet.

The four discussed functions (item revenue, material revenue, acquisition cost, and disposal cost) together with the disassembly cost form the profit function, which is to be maximised. Thereby, both IPCF for the revenues of items and material decrease, both IPCF for the acquisition and disposal cost increase, and the disassembly cost per unit stay constant for increasing quantities. Hence, the resulting profit function is decreasing with increasing quantities. Since all four IPCF show the same behaviour in the profit function the revenue function for items is taken exemplarily in the sequel.

The actual IPCF may be a nonlinear arbitrary curve. Even though the overall tendency of the IPCF is decreasing segments with increasing prices might exist. But the determination of the correct IPCF might be too difficult or impossible, e.g., because of missing information for every possible consumption price combination. Thus, an approximation is advisable. One approach is the approximation by piecewise linear functions. The parameters for the particular sections (pieces) are fairly easy to determine and by adding more sections the approximation becomes better. Since we assume a generally decreasing IPCF we therefore assume a monotonic decrease of the IPCF. This means that at no consumption level the price increases with increasing consumption. Furthermore, we assume that in each successive section the price reduction per unit is greater or equal than before, i.e., a concave function.

Exemplary piecewise linear IPCFs are depicted in Figure 1. The left case represents an anonymous market, i.e., the basic price $\bar{p}$ does not depend on the consumption. Hence, the slope of the function is $\pi_1 = 0$. The middle case is an extension by a part with a negative slope π_2 where the price decreases with an increasing quantity x . Here, the quantity $\bar{x}_1$ is a limit up to which the price is constant. If π_1 is set to a value smaller than zero the price already decreases with the very first unit. The right case extends the middle case by another partial linear section of the curve. This can be continued even further, but it increases the number of variables x_s to model this function. In terms of a good approximation of the actual price consumption function one might want to add many sections but this has a trade-off in adding extra decision variables and constraints to the later presented model.

⁷ Cf. BAFA (2009).

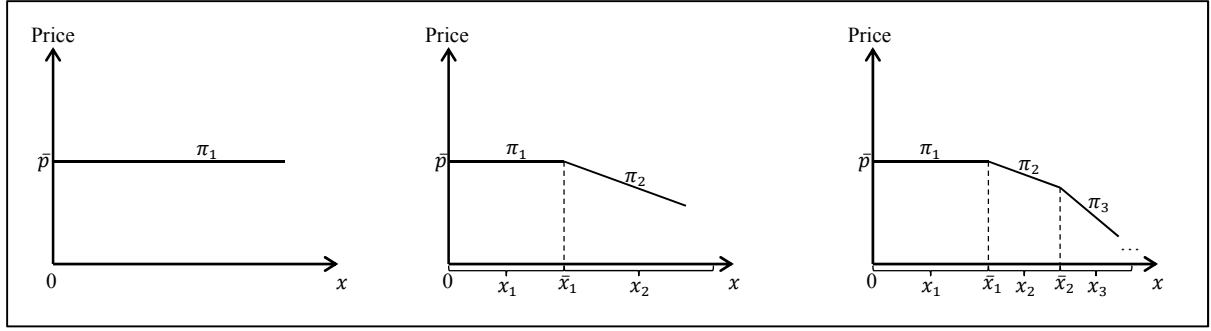


Figure 1: Price consumption functions (piecewise linear)

The price p of the right case (cf. Figure 1) can be determined by the function

$$p = \bar{p} + \pi_1 x_1 + \pi_2 x_2 + \pi_3 x_3 = \bar{p} + \sum_{s=1}^3 \pi_s x_s. \quad (1)$$

Thereby, the distributed quantity x is split into x_1 , x_2 , and x_3 , i.e., $x = x_1 + x_2 + x_3$ and the first two variables are limited by

$$0 \leq x_1 \leq \bar{x}_1 - 0 \quad (2)$$

$$0 \leq x_2 \leq \bar{x}_2 - \bar{x}_1, \quad (3)$$

whereas variable x_3 must not be negative and has no upper limit. With this the generating of the price function with more sections should be comprehensible. The revenues $p(x) x$ that result from a distributed quantity x are

$$p(x) x = \left(\bar{p} + \sum_s \pi_s x_s \right) x, \quad (4)$$

where s denotes the indices of the sections. The result is a nonlinear (quadratic) function, because of the multiplication of two decision variables. When using quadratic objective functions in mathematical modelling, the functions need to have certain properties for finding an optimal solution. For a maximisation the objective function should be concave for the feasible values of the decision variables. This can be checked by the second order derivative of the function (cf. appendix).

The price development for every demanded item is independent (in terms of market, i.e., no cannibalisation) of the other items and therefore the revenues are independent also. Thus, for every demanded item an individual independent concave revenue function exists and adding those for all distributed items results in an overall concave revenue function. The same applies to the remaining three functions. Adding all four concave functions and the linear disassembly cost function an overall concave quadratic profit/objective function results.

4 Model formulation

We start with the objective function, i.e., the profit function. As explained above the profit P equals the revenues R minus the decision relevant cost C and is to be maximised.

$$P = R - C \quad (5)$$

The revenues R are the sum of the revenues of sold items and sold material. The demanded items are indexed by e and the material by b . The quantities of items and material are denoted by Q_e^I and Q_b^B and the quantity dependent prices by $r_e^I(Q_e^I)$ (in €/unit) and $r_b^B(Q_b^B)$ (in €/kg), respectively.

$$R = \sum_e Q_e^I r_e^I(Q_e^I) + \sum_b Q_b^B r_b^B(Q_b^B) \quad (6)$$

Thereby, the individual revenue functions are derived from equation (4). The $\bar{r}_e^I$ and $\bar{r}_b^B$ denote the basic price, the $\hat{r}_{e,s}^I$ and $\hat{r}_{b,s}^B$ the (negative) slope of the section s and $\bar{Q}_{e,s}^I$ and $\bar{Q}_{b,s}^B$ the quantity where the section ends. The $Q_{e,s}^I$ and $Q_{b,s}^B$ represent the quantities within the sections.

$$r_e^I(Q_e^I) = \bar{r}_e^I + \sum_s \hat{r}_{e,s}^I Q_{e,s}^I \quad (7)$$

$$r_b^B(Q_b^B) = \bar{r}_b^B + \sum_s \hat{r}_{b,s}^B Q_{b,s}^B \quad (8)$$

Thus, the revenues are

$$R = \sum_e Q_e^I \left(\bar{r}_e^I + \sum_s \hat{r}_{e,s}^I Q_{e,s}^I \right) + \sum_b Q_b^B \left(\bar{r}_b^B + \sum_s \hat{r}_{b,s}^B Q_{b,s}^B \right). \quad (9)$$

The same transformation is applied to the acquisition and disposal cost. The basic cost factors are $\bar{c}_p^A$ and $\bar{c}_d^D$, the corresponding slopes $\hat{c}_{p,s}^A$ and $\hat{c}_{d,s}^D$, and the quantities of every section $Q_{p,s}^C$ and $Q_{d,s}^D$, respectively. The disassembly cost are constant for each core. Thus, the cost factor for disassembling c_p^I is multiplied with the quantity of acquired cores Q_p^C .

$$C = \sum_p Q_p^C \left(\bar{c}_p^A + \sum_s \hat{c}_{p,s}^A Q_{p,s}^C \right) + \sum_d Q_d^D \left(\bar{c}_d^D + \sum_s \hat{c}_{d,s}^D Q_{d,s}^D \right) + \sum_p Q_p^C c_p^I \quad (10)$$

The set of restrictions can be separated into the five classes:

- quantity splitting for the price level,
- material flow,
- purity,
- core/item condition, and
- acquisition/distribution limits.

The **quantity splitting** constraints assure that the quantities of items, material, cores, and waste are correctly allocated to the sections of the IPCF. Depending on the number of sections of the IPCF more or less extra variables are necessary. The quantity limits $\bar{Q}_{e,s}^I$, $\bar{Q}_{b,s}^B$, $\bar{Q}_{p,s}^C$, and $\bar{Q}_{d,s}^D$ for each section are given and determine the quantity splitting. For the items the following equations are necessary.

$$Q_e^I = \sum_s Q_{e,s}^I \quad \forall e \quad (11)$$

$$0 \leq Q_{e,1}^I \leq \bar{Q}_{e,1}^I \quad \forall e \quad (12)$$

$$0 \leq Q_{e,s}^I \leq \bar{Q}_{e,s}^I - \bar{Q}_{e,s-1}^I \quad \forall e, 2 \leq s < S \quad (13)$$

$$0 \leq Q_{e,S}^I \quad \forall e \quad (14)$$

When $\bar{Q}_{e,0}^I = 0$ and $\bar{Q}_{e,S}^I = \infty$ are introduced the remaining constraints for material, cores, and disposal can be summarised to

$$Q_b^B = \sum_s Q_{b,s}^B \quad \forall b, \quad Q_p^C = \sum_s Q_{p,s}^C \quad \forall p, \quad Q_d^D = \sum_s Q_{d,s}^D \quad \forall d \quad (15)$$

$$0 \leq Q_{b,s}^B \leq \bar{Q}_{b,s}^B - \bar{Q}_{b,s-1}^B \quad \forall b, s \quad (16)$$

$$0 \leq Q_{p,s}^C \leq \bar{Q}_{p,s}^C - \bar{Q}_{p,s-1}^C \quad \forall p, s \quad (17)$$

$$0 \leq Q_{d,s}^D \leq \bar{Q}_{d,s}^D - \bar{Q}_{d,s-1}^D \quad \forall d, s. \quad (18)$$

Of course not all IPCF must have the same number of sections. This can easily be modified as illustrated in the case study (cf. section 5).

If only one section exists (i.e., no discount classes) a splitting is not necessary, because equations (11) and (12) would reduce to $Q_e^I = Q_{e,1}^I$ and $\bar{Q}_{e,1}^I = \infty$. Hence, the quantity Q_e^I can be used directly in the IPCF like:

$$r_e^I(Q_e^I) = \bar{r}_e^I + \hat{r}_e^I Q_e^I. \quad (19)$$

So far the quantities to external parties are considered. The item and material flow within the company needs to be modelled, also. The following equations form the set of **material flow** constraints. A quantity Q_p^C of core p is acquired by the company and each core is disassembled into its items. Generally, each item can either be sold as item (X_{pi}^I) or material (X_{pib}^B) or be disposed of (X_{pid}^D).

$$Q_p^C = X_{pi}^I + \sum_b X_{pib}^B + \sum_d X_{pid}^D \quad \forall p, i \in \{1, \dots, \bar{I}_p\} \quad (20)$$

A core p consists of $\bar{I}_p$ items and the items are indexed with i . X_{pi}^I denotes the quantity of items i of core p to be sold as items. X_{pib}^B and X_{pid}^D denote the quantity of items to be sold as material or be disposed of, respectively. Thereby, items for a specific material type are collected in container or box b and for a specific disposal type in contain-

er or box d . Since material and waste are not sold in (piecewise) units but in weight units a transformation with the weight w_{pi} of an item is necessary.

$$Q_b^B = \sum_p \sum_{i=1}^{\bar{I}_p} w_{pi} X_{pib}^B \quad \forall b \quad (21)$$

$$Q_d^D = \sum_p \sum_{i=1}^{\bar{I}_p} w_{pi} X_{pid}^D \quad \forall d \quad (22)$$

Identical items can be found multiple times in one core or different cores (multiplicity and commonality). Hence, the demand for these items can be met by many combinations. The information of items that can be used to meet the demand is given in the set $\mathcal{P}_e$ for each demand position e . The set contains core item combinations (p, i) which mean that item i of core p can be used to meet the demand.

$$Q_e^I = \sum_{(p,i) \in \mathcal{P}_e} X_{pi}^I \quad \forall e \quad (23)$$

On the contrary, all quantities X_{pi}^I of non-demanded items must equal zero.

$$X_{pi}^I = 0 \quad \forall (p, i) \notin \bigcup_e \mathcal{P}_e \quad (24)$$

The selection of certain items not only exists for the items to sell. Also the items put into the material or disposal boxes is co-determined by the recipient. For example a recipient takes steel and a metal mix from the company. But in order to have a box accepted by the recipient as a box with steel content it must contain at least 90 % steel. Otherwise it will be treated as a metal mix or it might be rejected. The required **purity** is given by the parameter ω_b . Each item contributes more or less to the overall purity of the box and this individual beneficial fraction is given by π_{pib} . Thus,

$$\omega_b Q_b^B \leq \sum_p \sum_{i=1}^{\bar{I}_p} \pi_{pib} w_{pi} X_{pib}^B \quad \forall b \quad (25)$$

must hold. A further limitation exists in form of the disposal type. Depending on the cores it might be necessary to differentiate between several types of disposal. This could be regular and hazardous (e.g., batteries, oil, etc.) disposal. For every item that is rated as hazardous item the core item combination (p, i) is given in the set $\mathcal{H}$. A placing of an element in $\mathcal{H}$ into an arbitrary material box or the regular disposal must be prevented.

$$X_{pib}^B = 0 \quad \forall (p, i) \in \mathcal{H}, b \quad (26)$$

$$X_{pid}^D = 0 \quad \forall (p, i) \in \mathcal{H}, d \in \{1\} \quad (27)$$

In equation (27) it is assumed that box number $d = 1$ is the one for regular disposal and $d = 2$ for hazardous disposal. Thus, hazardous items can only be sold if specifically demanded or be disposed of as hazardous disposal in box $d = 2$.

Another major influence of the planning is the **condition of a core**. Depending on the consumer items might be defective (or worn) and/or replaced. If they are replaced they could be replaced by a genuine spare part or one of the same material or something totally different. Only genuine and functioning items can be used for selling. All other items must either be sold as material or disposed of. (Of course a genuine and functioning item can also be sold as material or be disposed of.) Genuine defective items and non-genuine item consisting of the same material as the original ones can be sold for material recycling or be disposed of. All non-genuine items made off a different material must be disposed of. This is summarised in Figure 2 with ρ_{pi} denoting the probability of a non-genuine item i of core p , γ_{pi} denoting the probability of a defective item, and β_{pi} denoting the probability of an item that even cannot be used for material recycling.

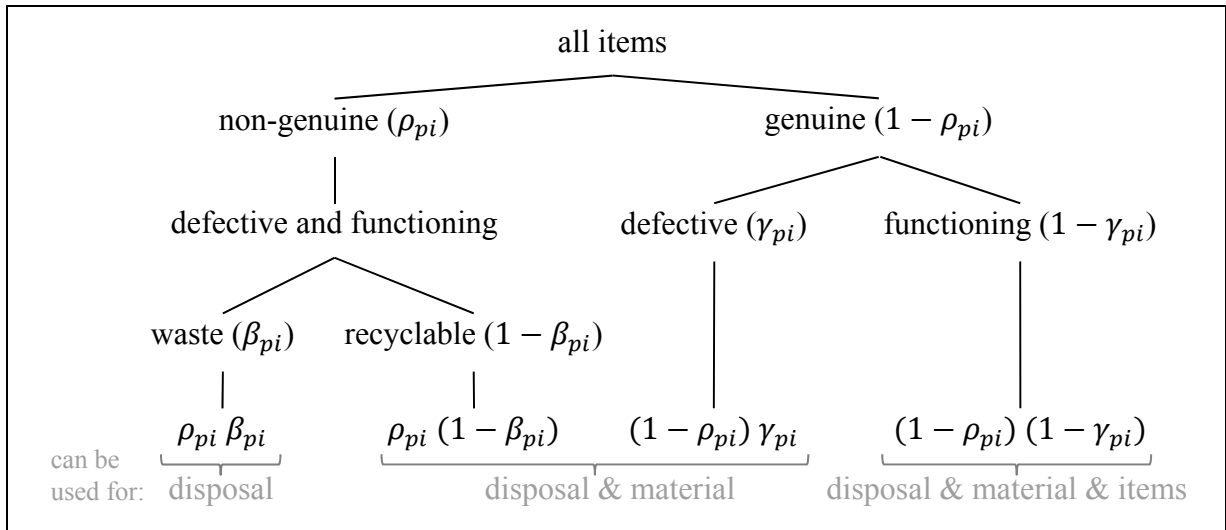


Figure 2: Probabilities of item allocations

The resulting constraints are

$$\sum_d X_{pid}^D \geq Q_p^C \rho_{pi} \beta_{pi} \quad \forall p, i \in \{1, \dots, \bar{I}_p\} \quad (28)$$

and

$$\sum_b X_{pib}^B + \sum_d X_{pid}^D \geq Q_p^C ((1 - \rho_{pi}) \gamma_{pi} + \rho_{pi}) \quad \forall p, i \in \{1, \dots, \bar{I}_p\}. \quad (29)$$

Further limitations a disassembling company might face are already fixed acquisition and **distribution limits**. This could be induced by existing contracts or legal enforcement. Theoretically upper and lower limits for acquisition and distribution could exist, but our approach focuses on the law of supply and demand. Hence, the decreasing price or the increasing cost should limit the quantities by economical means. There-

fore, only lower limits for core acquisition $\underline{Q}_p^C$, demanded items to sell $\underline{Q}_e^I$, and material to recycle $\underline{Q}_b^B$ exist.

$$\underline{Q}_p^C \leq Q_p^C \quad \forall p \quad (30)$$

$$\underline{Q}_e^I \leq Q_e^I \quad \forall e \quad (31)$$

$$\underline{Q}_b^B \leq Q_b^B \quad \forall b \quad (32)$$

Lastly, all variables must be non-negative and at least real-valued. Moreover, the following variables must be integer-values.

$$Q_p^C, X_{pib}^B, X_{pid}^D, X_{pi}^I, Q_e^I \in \mathbb{Z}^+ \quad \forall p, i, b, d, e \quad (33)$$

Further constraints depending on the actual problem situation can be complemented – like limited disassembly time or quantity handling –, but for a general understanding of the disassembly planning the here presented constraints can be seen as the smallest useful intersection.

5 Case study

5.1 Description

The disassembly planning shall be illustrated by a simplified case of three types of fork lift trucks. One is powered by diesel, a second by gas, and the third by electricity. The general construction of these three is identical and is depicted in Figure 3. The (abstract) six items A through F may be identical across the three types or unique. This information is listed in Table 1. All cores (1–3) and items (A–F) are listed and item A is identical in all three cores, which can be identified by the tuple (1, A) in all three rows of column $i = A$. Also the chassis of the gas and electricity powered trucks are identical, too. On the contrary, the engines of all three cores are unique.

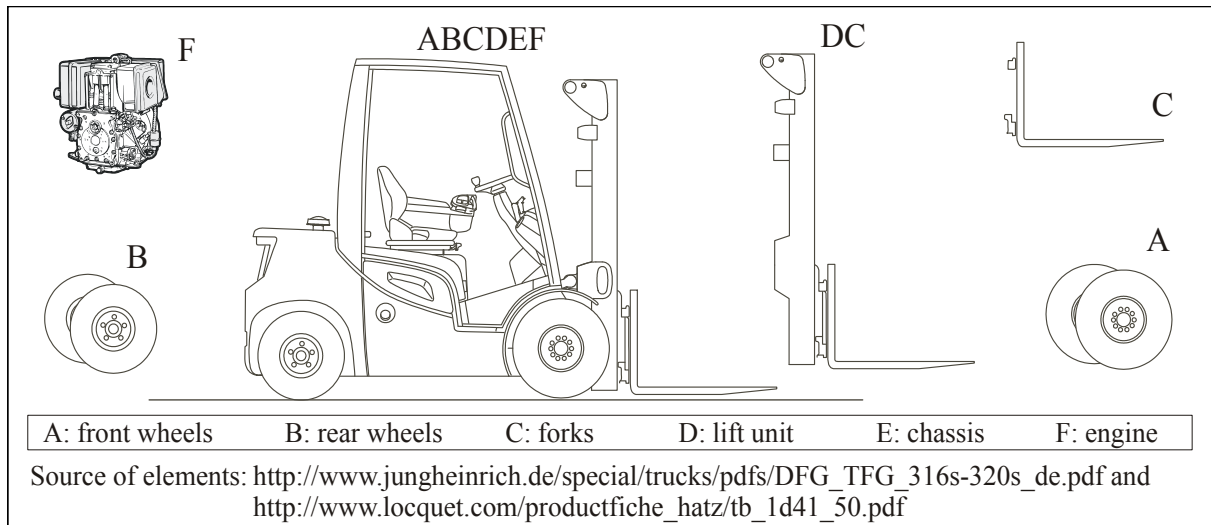


Figure 3: Bill of materials of fork lift truck

core p	type	items i					
		A	B	C	D	E	F
1	diesel	(1, A)	(1, B)	(1, C)	(1, D)		
2	gas	(1, A)		(1, C)	(1, D)	(2, E)	
3	electricity	(1, A)	(1, B)		(1, D)	(2, E)	

Table 1: Item commonalities

The disassembling company now wants to know what the profit optimal policy looks like. The necessary data can be found in the succeeding subsection.

5.2 Data for the study

The order the data is given follows more or less the flow in the disassembly process, i.e., from incoming cores to outgoing items and material. All three cores consist of six items each, thus $\bar{I}_p = 6 \forall p$ (cf. Table 2). For each core certain quantities of cores to acquire are already fix and given by $\underline{Q}_p^C$. Exceeding the quantity $\bar{Q}_{p,1}^C$ the acquisition cost $\bar{c}_p^A$ per unit start to increase by $\hat{c}_{p,2}^A$ per unit. Up to the first and only section border $\bar{Q}_{p,1}^C$ the cost factor is constant. The disassembly of each core costs c_p^J . For the transformation into kg of each item the weights w_{pi} are given. The total weight of core $p = 1$ of 1,408 kg is split into the weights for each item.

p	w_{pi}						$\underline{Q}_p^C$	$\bar{Q}_{p,1}^C$	$\bar{c}_p^A$	$\hat{c}_{p,1}^A$	$\hat{c}_{p,2}^A$	c_p^J	$\bar{I}_p$
	A	B	C	D	E	F							
1	22	16	40	180	950	200	300	250	2,000	0	0.02	31	6
2	22	10	40	180	900	150	200	300	2,200	0	0.02	29	6
3	22	16	36	180	900	100	100	400	2,500	0	0.02	25	6

Table 2: Item weight, core acquisition cost and limit, disassembly cost, number of items per core

When the core is completely disassembled into its items hazardous items need to be handled in a special way. The diesel engine shall be the only hazardous item in the case study. Thus, the set $\mathcal{H}$ contains only one core item combination and that is (1, F): $\mathcal{H} = \{(1, F)\}$. Further important core item related information is the condition of the acquired cores. The probabilities of items in cores being non-genuine, defective, and only valid for disposal are ρ_{pi} , γ_{pi} , and β_{pi} , respectively, and they are given in Table 3. For example, 15 % of all cores $p = 1$ contain a non-genuine item B and in every second core item A and B are defective. Note that the probabilities are independent of each other.

	$p = 1$						$p = 2$						$p = 3$					
	i						i						i					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
ρ_{pi}	0.1	0.15	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0.15	0	0	0	0
γ_{pi}	0.5	0.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.5	0.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.5	0.5	0.01	0.05	0.01	0.01
β_{pi}	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0

Table 3: Probability of item being non-genuine, defective, and waste only

Once the cores are disassembled the resulting items are either sold for reuse, for material recycling, or disposed of. Out of the possible 11 items (three cores times six item minus the common items, cf. Table 1) three are demanded for reuse. These are item A of core one (1, A), item C of core one (1, C), and item E of core two (2, E) including the identical items in other cores. For each demand position e the core item combination that meet the demand are stored in the set $\mathcal{P}_e$. Thus, the three sets are as follows: $\mathcal{P}_1 = \{(1, A), (2, A), (3, A)\}$, $\mathcal{P}_2 = \{(1, C), (2, C)\}$, and $\mathcal{P}_3 = \{(2, E), (3, E)\}$.

The quantities $\underline{Q}_e^I$ to minimally distribute as well as section borders $\bar{Q}_{e,s}^I$ for the price changes are listed in Table 4. Furthermore, the basic prices $\bar{r}_e^I$ as well as the price changes per additional unit $\hat{r}_{e,s}^I$ are given, too. For demand position $e = 1$ the price decrease starts with the very first unit and no sections exist. Hence, one constant decreasing price is applied. Position $e = 2$ represents the left case of Figure 1, i.e., a constant quantity independent price. Lastly, demand position $e = 3$ illustrates the right case in Figure 1 – here with three sections.

e	$\underline{Q}_e^I$	$\bar{Q}_{e,1}^I$	$\bar{Q}_{e,2}^I$	$\bar{r}_e^I$	$\hat{r}_{e,1}^I$	$\hat{r}_{e,2}^I$	$\hat{r}_{e,3}^I$
1	20	-	-	50	-0.001	-	-
2	0	-	-	250	0	-	-
3	10	100	150	2,200	0	-0.001	-0.002

Table 4: Demand limits, prices and limits

The quantities, prices and cost factors for the material distribution and disposal are listed in Table 5. The disposal box $d = 2$ holds the hazardous items. Therefore, the cost factors are higher than the one of the regular disposal.

b	$\underline{Q}_b^B$	$\bar{Q}_{b,1}^B$	$\bar{r}_b^B$	$\hat{r}_{b,1}^B$	$\hat{r}_{b,2}^B$	d	$\bar{Q}_{d,1}^D$	$\bar{c}_d^D$	$\hat{c}_{d,1}^D$	$\hat{c}_{d,2}^D$
1	2,000	100,000	1.25	0	-1.25E-06	1	30,000	0.2	0	0.00002
2	0	100,000	0.95	0	-0.95E-06	2	3,000	0.4	0	0.00004
3	0	100,000	0.60	0	-0.60E-06					
4	0	100,000	0.45	0	-0.45E-06					

Table 5: Quantity limits and cost information for material selling and disposal

Lastly, the purity requirements for the distribution need to be considered. In total four categories of boxes for collecting material exist: steel, metal, rubber, and plastics. The minimum purity ω_b of a steel box is 95 % and of a metal mix box 85 % (cf. Table 6). Each item contributes more or less to this purity and this is expressed by the beneficial fraction π_{pib} for each item i of core p in regard to box b . For example, item A consists of 50 % steel and 50 % rubber. Thus, the beneficial fraction of the weight of this item is 50 % for the steel and 50 % for the rubber box. But also for the metal mix box the steel percentage of the item benefits to it. So, 50 % is also beneficial to box $b = 2$. On the contrary, item E consists of metal (e.g., aluminium) and plastics. The beneficial fraction for the steel box is zero, because aluminium is no steel. For the metal mix box the complete fraction of aluminium is beneficial. (Even though the minimum purity for plastics is not achievable the box $b = 4$ is listed for illustration.)

b	ω_b	beneficial fraction π_{pbi}																	
		$p = 1$						$p = 2$						$p = 3$					
		i						i						i					
		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
1 steel	0.95	0.5	0.5	1	0.99	0	0.1	0.5	0.5	1	0.99	0	0.15	0.5	0.5	1	0.99	0	0.1
2 metal	0.85	0.5	0.5	1	0.99	0.7	0.97	0.5	0.5	1	0.99	0.7	1	0.5	0.5	1	0.99	0.7	1
3 rubber	0.50	0.5	0.5	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
4 plastics	0.95	0	0	0	0.01	0.3	0	0	0	0	0.01	0.3	0	0	0	0	0.01	0.3	0

Table 6: Minimum purity requirement and beneficial fractions

5.3 Objective function and quantity splitting constraints

As mentioned in section 4, the objective function and quantity splitting constraints for this exemplary case study shall explicitly be shown. Equation (5), (9), and (10) become:

$$\text{Maximise } P = R - C \quad (34)$$

$$\begin{aligned} R = & Q_1^I(50 - 0.001 Q_1^I) + Q_2^I(250) + Q_3^I(2200 - 0.001 Q_{3,2}^I - 0.002 Q_{3,3}^I) \\ & + Q_1^B(1.25 - 1.25 \cdot 10^{-6} Q_{1,2}^B) + Q_2^B(0.95 - 9.5 \cdot 10^{-7} Q_{2,2}^B) \\ & + Q_3^B(0.60 - 6 \cdot 10^{-7} Q_{3,2}^B) + Q_4^B(0.45 - 4.5 \cdot 10^{-7} Q_{4,2}^B) \end{aligned} \quad (35)$$

$$\begin{aligned} C = & Q_1^C(2000 + 0.02 Q_{1,2}^C) + Q_2^C(2200 + 0.02 Q_{2,2}^C) + Q_3^C(2500 + 0.02 Q_{3,2}^C) \\ & + Q_1^D(0.2 + 0.00002 Q_{1,2}^D) + Q_2^D(0.4 + 0.00004 Q_{2,2}^D) \\ & + 31 Q_1^C + 29 Q_2^C + 25 Q_3^C. \end{aligned} \quad (36)$$

Since no sections are necessary for the first two demand positions the variables $Q_{1,s}^I$ and $Q_{2,s}^I$ are not introduced. Therefore, no quantity splitting is necessary for these variables. The remaining variable Q_3^I needs to be split according to equations (11)–(14) which results in the following equations. Note, that the inequalities assuring the varia-

bles being greater or equal zero are not explicitly listed here, but need to be considered.

$$Q_3^I = Q_{3,1}^I + Q_{3,2}^I + Q_{3,3}^I \quad (37)$$

$$Q_{3,1}^I \leq 100 \quad (38)$$

$$Q_{3,2}^I \leq 50 \quad (39)$$

For the material distribution, core acquisition, and the disposal the equations (15)–(18) result in:

$$Q_b^B = Q_{b,1}^B + Q_{b,2}^B \quad \forall b, \quad Q_p^C = Q_{p,1}^C + Q_{p,2}^C \quad \forall p, \quad Q_d^D = Q_{d,1}^D + Q_{d,2}^D \quad \forall d \quad (40)$$

$$Q_{b,1}^B \leq 100000 \quad \forall b \quad (41)$$

$$Q_{1,1}^C \leq 250, \quad Q_{2,1}^C \leq 300, \quad Q_{3,1}^C \leq 400 \quad (42)$$

$$Q_{1,1}^D \leq 30000, \quad Q_{2,1}^D \leq 3000. \quad (43)$$

Appending the constraints (20)–(33) gives the complete deterministic disassembly planning model. Solving this model with a solver software like LINGO will result in some local optimum, because the special structure of the section variables (i.e., quantity splitting variables) $Q_{e,s}^I$ and their dependence from the actual decision variable Q_e^I is not considered. For solver software like this, these variables are independent of each other.

Therefore, a quadratic mixed integer programming (QMIP) based solution approach is sketched here. At first, the integrality constraints (cf. equation (33)) is neglected and the model solved to optimum, e.g., with LINGO 10. Subsequent, the solution is analysed with special focus on the sections and their variables of the objective function. All section variables of sections the solution is not in are fixed with the current value. Afterwards, the objective function is modified in a way that the remaining section variables (the ones that correspond to sections the solution is in) are expressed by the decision variables. Hence, only the decision variables remain in the modified model. Subsequently, this modified model including the integrality constraints is solved to optimum. Here, a range of solvers can be used that support quadratic objective functions with positive definite matrixes, e.g., CPLEX and GUROBI. If the values of the decision variables of the real-valued model are not sufficiently far away from the section borders, the neighbouring section should be tested also (cf. section 5.4).

5.4 Results

The solution of the problem is conducted in two steps as described in the section above. At first the real-valued model with all section variables is solved to optimum. For the development of the modified model the values of section variables are of interest. They are listed in Table 7 (rounded to one decimal place). Thereby, only the varia-

bles appearing in equations (35)–(43) are relevant. The objective is 422,302.9 € and is gained in a fraction of a second solving time.

Decision variables											
Q_1^I	1561.8	Q_1^B	661208.7	Q_3^B	79091.6	Q_1^C	300	Q_3^C	100	Q_1^D	30000
Q_2^I	3336.9	Q_2^B	722596.5	Q_4^B	0	Q_2^C	3070.6			Q_2^D	60000
Q_3^I	3138.9										
Section variables											
$Q_{3,1}^I$	100	$Q_{1,1}^B$	100000	$Q_{3,1}^B$	79091.6	$Q_{1,1}^C$	250	$Q_{3,1}^C$	100	$Q_{1,1}^D$	30000
$Q_{3,2}^I$	50	$Q_{1,2}^B$	561208.7	$Q_{3,2}^B$	0	$Q_{1,2}^C$	50	$Q_{3,2}^C$	0	$Q_{1,2}^D$	0
$Q_{3,3}^I$	2988.9	$Q_{2,1}^B$	100000	$Q_{4,1}^B$	0	$Q_{2,1}^C$	300			$Q_{2,1}^D$	3000
		$Q_{2,2}^B$	622596.5	$Q_{4,2}^B$	0	$Q_{2,2}^C$	2770.6			$Q_{2,2}^D$	57000

Table 7: Solution of the real-valued model

To illustrate the quantity splitting the demand position $e = 3$ shall be an example. In total 3,138.9 units shall be distributed. The preceding section border is $\bar{Q}_{3,2}^I = 150$. Thus, Q_3^I lies within the third section. The corresponding quantity splitting is $Q_{3,1}^I = 100$, $Q_{3,2}^I = 50$, and $Q_{3,3}^I = 2,988.9$. All but the decision variable Q_1^D are sufficiently far away from section borders. Q_1^D is exactly on the section border $\bar{Q}_{1,1}^D$. Therefore, two modified QMIP models should be created and solved and the better solution is chosen. One modified model is gained by fixing the variables $Q_{3,1}^I = 100$, $Q_{3,2}^I = 50$, $Q_{1,1}^B = Q_{2,1}^B = 100,000$, $Q_{3,2}^B = Q_{4,2}^B = 0$, $Q_{1,1}^C = 250$, $Q_{2,1}^C = 300$, $Q_{3,2}^C = 0$, $Q_{1,2}^D = 0$, and $Q_{2,1}^D = 3,000$. The section variables without a fix value are replaced by the respective decision variable according to equations (37) and (40). The resulting parts of the objective function are the following:

$$R = Q_1^I(50 - 0.001 Q_1^I) + Q_2^I(250) + Q_3^I(2200.25 - 0.002 Q_3^I) + Q_1^B(1.375 - 1.25 \cdot 10^{-6} Q_1^B) + Q_2^B(1.045 - 9.5 \cdot 10^{-7} Q_2^B) + Q_3^B(0.60) + Q_4^B(0.45) \quad (44)$$

$$C = Q_1^C(1995 + 0.02 Q_1^C) + Q_2^C(2194 + 0.02 Q_2^C) + Q_3^C(2500) + Q_1^D(0.2) + Q_2^D(0.28 + 0.00004 Q_2^D) + 31 Q_1^C + 29 Q_2^C + 25 Q_3^C. \quad (45)$$

In addition, the decision variables must be limited to the corresponding sections.

$$Q_3^I \geq 150 \quad (46)$$

$$Q_1^B, Q_2^B \geq 100000, \quad Q_3^B, Q_4^B \leq 100000 \quad (47)$$

$$Q_1^C \geq 250, \quad Q_2^C \geq 300, \quad Q_3^C \leq 400 \quad (48)$$

$$Q_1^D \leq 30000, \quad Q_2^D \geq 3000 \quad (49)$$

The second modified model equals the first one the exception that $Q_{1,1}^D = 30,000$, $Q_{1,2}^D$ is replaced by a term with Q_1^D , and $Q_1^D \geq 30,000$. Furthermore, the quantity splitting equations (37)–(43) are taken out of the model and the integrality constraints are included. These two models are solved to optimum (the objective functions contain positive semi definite matrixes) and the first one results in a profit of 422,202.8 € and the second of 422,200.2 €. (The time to solve each takes less than ten seconds with GUROBI 4.5 on an Intel Core2 6300 CPU with 1.86 GHz.) Thus, the solution of the first modified model is deemed optimal for the example. The optimal quantities of cores, items, material, and disposal are given in Table 8.

Q_1^I	1575	Q_1^B	666760	Q_3^B	79718	Q_1^C	300	Q_3^C	100	Q_1^D	29982
Q_2^I	3366	Q_2^B	727050	Q_4^B	0	Q_2^C	3100			Q_2^D	60000
Q_3^I	3168										

Table 8: Optimal quantities

6 Conclusion

In this work a disassembly planning in the context of a non-anonymous market is investigated. Thereby, the economic aspects of the market law (i.e., increasing prices for decreasing supply or increasing demand and decreasing prices for increasing supply or decreasing demand) are considered by piecewise linear approximations of the inverse price consumption functions. Included characteristics of the disassembly planning for the company are the acquisition of cores with possible lower quantity limits, the distribution of items and material (also here with lower quantity limits), various disposal options, the condition of the items within the cores, the required material purity for recycling, and item commonality and multiplicity.

The planning problem and the solution approach are illustrated by a numerical example of multiple cores. The solution of the problem is obtained by a two-stage approach. The first stage is solving the relaxed problem to optimum. The second stage is the fixing of the decision variables within the price development sections followed by the solving of this reduced problem considering the integrality constraints, i.e., a quadratic mixed integer program.

The model can be further extended by capacity constraints such as a workload limitation, space limitations, etc. Furthermore, a solution approach that incorporates the property of the concave objective function, i.e., the special relation of decision and section variables, might be favourable to speed up the solving.

7 List of symbols

b	index of boxes for material recycling
C	cost [€]
$\bar{c}_p^A$	basic cost factor for acquisition [€/unit]

$\hat{c}_{p,s}^A$	factor of acquisition cost change with increasing quantity [€/unit ²]
$\bar{c}_d^D$	basic cost factor for disposal [€/kg]
$\hat{c}_{d,s}^D$	factor of disposal cost change with increasing quantity [€/kg ²]
c_p^J	cost factor for disassembly of core p [€/unit]
d	index for disposal
$\mathcal{H}$	set of item core combinations of hazardous items
i	index of items
$\bar{I}_p$	number of items core p consists of
p	index of cores
P	profit [€]
$\bar{p}$	basic price
$p(x)$	price function
$\mathcal{P}_e$	set of item core combinations to meet demand e
Q_b^B	quantity of material to sell [kg]
$\underline{Q}_b^B$	lower limit of quantity of material to sell [kg]
$Q_{b,s}^B$	quantity of material within section s [kg]
$\bar{Q}_{b,s}^B$	quantity limit of material up to section s [kg]
Q_p^C	quantity of cores to disassemble [units]
$\underline{Q}_p^C$	lower limit of quantity of cores to acquire [units]
$Q_{p,s}^C$	quantity of cores within section s [units]
$\bar{Q}_{p,s}^C$	quantity limit of cores up to section s [units]
Q_d^D	quantity to dispose of [kg]
$Q_{d,s}^D$	quantity to dispose of within section s [kg]
$\bar{Q}_{d,s}^D$	quantity limit of waste up to section s [kg]
Q_e^I	quantity of items to meet demand e to sell [units]
$\underline{Q}_e^I$	lower limit of quantity to meet demand e to sell [units]
$Q_{e,s}^I$	quantity of items within section s [units]
$\bar{Q}_{e,s}^I$	quantity limit of items up to section s [units]
R	revenues [€]
$r_b^B(\cdot)$	price function for material in box b to sell [€/kg]
$\bar{r}_b^B$	basic price of material in box b to sell [€/kg]
$\hat{r}_{b,s}^B$	factor of material price change with increasing quantity [€/kg ²]
$r_e^I(\cdot)$	price function for item meeting demand e to sell [€/unit]
$\bar{r}_e^I$	basic price of item meeting demand e to sell [€/unit]
$\hat{r}_{e,s}^I$	factor of item price change with increasing quantity [€/unit ²]

$s, \tilde{s}$	index of sections
S	maximum number of sections
w_{pi}	weight of item i of core p [kg/unit]
x	quantity
x_s	quantity within section s
$\bar{x}_s$	quantity limit of section s
X_{pib}^B	number of items i of core p to put in material box b [units]
X_{pid}^D	number of items i of core p to put in disposal box d [units]
X_{pi}^I	number of items i of core p to sell [units]
β_{pi}	probability that item i of core p is waste only
γ_{pi}	probability that item i of core p is defective
π_s	slope of section s
π_{pib}	beneficial fraction of item i of core p for material in box b
ρ_{pi}	probability that item i of core p is non-genuine
ω_b	minimum purity level of box b

8 Appendix

For showing that the revenue function is concave we derive from the general revenue function a function for an arbitrary section $\tilde{s}$ with $x = \sum_s x_s$ between $\bar{x}_{\tilde{s}-1}$ and $\bar{x}_{\tilde{s}}$ is:

$$p(x) x = \left(\bar{p} + \sum_{s=1}^{\tilde{s}} \pi_s x_s \right) x = \left(\bar{p} + \sum_{s=1}^{\tilde{s}-1} \pi_s (\bar{x}_s - \bar{x}_{s-1}) + \pi_{\tilde{s}} (x - \bar{x}_{\tilde{s}-1}) \right) x \quad (1)$$

with $\bar{x}_0$ being zero. The first order derivative of this function is

$$\frac{\partial}{\partial x} \Big|_{\bar{x}_{\tilde{s}-1} \leq x \leq \bar{x}_{\tilde{s}}} = \bar{p} + \sum_{s=1}^{\tilde{s}-1} \pi_s (\bar{x}_s - \bar{x}_{s-1}) + \pi_{\tilde{s}} (2x - \bar{x}_{\tilde{s}-1}) \quad (2)$$

and the second order derivative is

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \Big|_{\bar{x}_{\tilde{s}-1} \leq x \leq \bar{x}_{\tilde{s}}} = 2 \pi_{\tilde{s}} \leq 0. \quad (3)$$

Thus, for each section the function is concave. In addition, the first order derivative of section $\tilde{s}$ must be greater or equal than the one in section $\tilde{s} + 1$ for $x \rightarrow \bar{x}_{\tilde{s}}$, i.e., the quantity x where the change from one to the next section appears.

$$\bar{p} + \sum_{s=1}^{\tilde{s}-1} \pi_s (\bar{x}_s - \bar{x}_{s-1}) + \pi_{\tilde{s}} (2x - \bar{x}_{\tilde{s}-1}) \geq \bar{p} + \sum_{s=1}^{\tilde{s}} \pi_s (\bar{x}_s - \bar{x}_{s-1}) + \pi_{\tilde{s}+1} (2x - \bar{x}_{\tilde{s}}) \quad (4)$$

$$\pi_{\bar{s}}(2x - \bar{x}_{\bar{s}-1}) \geq \pi_{\bar{s}}(\bar{x}_{\bar{s}} - \bar{x}_{\bar{s}-1}) + \pi_{\bar{s}+1}(2x - \bar{x}_{\bar{s}}) \quad (5)$$

$$\pi_{\bar{s}}(2x - \bar{x}_{\bar{s}}) \geq \pi_{\bar{s}+1}(2x - \bar{x}_{\bar{s}}) \quad (6)$$

For $x \rightarrow \bar{x}_{\bar{s}}$ the inequality reduces to

$$\pi_{\bar{s}}\bar{x}_{\bar{s}} \geq \pi_{\bar{s}+1}\bar{x}_{\bar{s}} \quad (7)$$

and since $\bar{x}_{\bar{s}} > 0$ we get

$$\pi_{\bar{s}} \geq \pi_{\bar{s}+1}. \quad (8)$$

This inequality is true, because the IPCF is concave. Furthermore, the IPCF is continuous and therefore the revenue function, too. Consequently, the revenue function is concave, because it has no saltus, it is concave within the sections, and concave at the section changes.

9 References

- BAFA (2009): Richtlinie zur Förderung des Absatzes von Personenkraftwagen, url: http://www.bafa.de/bafa/de/wirtschaftsfoerderung/umweltpraemie/dokumente/foederrichtlinie_umweltpraemie.pdf, download: 16 Jun 2011.
- Clegg, A. J.; Williams, D. J.; Uzsoy, R. (1995): Production Planning for Companies with Remanufacturing Capability, in: Proceedings of the 1995 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, 1995. ISEE. May 1995, Orlando, Florida, pp. 186–191.
- Inderfurth, K. (2004): Optimal policies in hybrid manufacturing/remanufacturing systems with product substitution, in: Int. J. Production Economics 90(3), pp. 325–343.
- Kim, H.-J.; Lee, D.-H.; Xirouchakis, P. (2007): Disassembly scheduling: literature review and future research directions, in: International Journal of Production Research 45(18–19), pp. 4465–4484.
- Kim, J.-G.; Jeon, H.-B.; Kim, H.-J.; Lee, D.-H.; Xirouchakis, P. (2006): Disassembly scheduling with capacity constraints: minimizing the number of products disassembled, in: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers -- Part B -- Engineering Manufacture 220(9), pp. 1473–1481.
- Kongar, E.; Gupta, S. M. (2006): Disassembly to order system under uncertainty, in: Omega 34(6), pp. 550–561.
- Lambert, A. J. D. (1999): Linear programming in disassembly/clustering sequence generation, in: Comp. & Ind. Eng. 36(4), pp. 723–738.
- Langella, I. M. (2007): Heuristics for demand-driven disassembly planning, in: Computers & Operations Research 34(2), pp. 552–577.
- Lee, D.-H.; Xirouchakis P. (2004): A two-stage heuristic for disassembly scheduling with assembly product structure, in: Journal of the Operational Research Society 55(3), pp. 287–297.
- Taleb, K. N.; Gupta, S. M.; Brennan, L. (1997): Disassembly of complex structures with parts and materials commonality, in: Production Planning and Control 8(3), pp. 255–269.
- Ullerich, C.; Buscher, U. (2010): Multi-Period Product Recovery Considering Disassembly Depth, in: Arlbjörn, J. S. (ed.), Logistics and Supply Chain Management in a Globalised Economy, Proceedings of the 22nd NOFOMA conference, Kolding, pp. 909–924.
- Walther, G.; Schmid, E.; Spengler, T. S. (2008): Negotiation-based coordination in product recovery networks, in: International Journal of Production Economics 111(2), pp. 334–350.

Strategische Planung des Recyclings von Lithium-Ionen-Traktionsbatterien

Claas Hoyer

Institut für Automobilwirtschaft und Industrielle Produktion,
Lehrstuhl für Produktion und Logistik, Technische Universität Braunschweig,
Katharinenstraße 3, 38106 Braunschweig,
claas.hoyer@tu-braunschweig.de

Karsten Kieckhäfer

Institut für Automobilwirtschaft und Industrielle Produktion,
Lehrstuhl für Produktion und Logistik, Technische Universität Braunschweig,
Katharinenstraße 3, 38106 Braunschweig,
k.kieckhaefer@tu-braunschweig.de

Thomas S. Spengler

Institut für Automobilwirtschaft und Industrielle Produktion,
Lehrstuhl für Produktion und Logistik, Technische Universität Braunschweig,
Katharinenstraße 3, 38106 Braunschweig,
t.spengler@tu-braunschweig.de

Abstract

In diesem Beitrag wird ein Ansatz zur langfristigen Abschätzung und ökonomischen Bewertung des zukünftig zu erwartenden Aufkommens gealterter Lithium-Ionen-Batterien aus Elektrofahrzeugen vorgestellt. Der auf einem integrierten szenariobasierten systemdynamischen Simulationsmodell basierende Ansatz erlaubt, Stückzahl, Masse und Wert des Altbatterieaufkommens über die Zeit anhand von Erwartungen zur zukünftigen Entwicklung des Elektrofahrzeugmarkts und der Batterietechnologie abzuschätzen und dient damit politischen und industriellen Entscheidungsträgern als Grundlage für Fragestellungen der strategischen Planung des Recyclings der Batterien. Zur exemplarischen Anwendung wird das Modell mit einem Szenario auf Grundlage der Zielsetzung des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität der deutschen Bundesregierung, bis 2020 einen Bestand von einer Million batteriebetriebener Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen zu erreichen, parametrisiert. Die Ergebnisse der Simulation zeigen, dass das Recycling der Batterien mit großen Herausforderungen für die heutigen Redistributionsnetzwerke von Automobilherstellern, jedoch auch mit einem hohen ökonomischen Potential einhergeht.

1 Motivation und Zielsetzung

Strengere Emissionsgrenzwerte, steigende Marktpreise fossiler Energieträger und Subventionen des Gesetzgebers werden in den nächsten Jahren voraussichtlich zu einer steigenden Nachfrage nach batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen führen. Mit dem Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität hat sich die deutsche Bundesregierung diesbezüglich zum Ziel gesetzt, Forschung und Entwicklung sowie die großflächige Marktvorbereitung und -einführung voranzutreiben, um bis 2020 eine Million batteriebetriebener Elektrofahrzeuge auf deutsche Straßen zu bringen. Dies soll der Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele dienen und Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität befördern.¹

Ein Schlüssel zur elektrischen Automobilität ist die Lithium-Ionen-Batterietechnologie, die sich gegenüber anderen Speicherkonzepten durch ihre hohe spezifische Energie und ihre lange Lebensdauer auszeichnet.² In der Herstellung der Batterien werden große Mengen von Nichteisenmetallen wie Lithium, Cobalt, Nickel, Mangan und Kupfer verwendet. Dies führt zu zwei hauptsächlichen Problemen. Auf der einen Seite gehen mit der Gewinnung der Metalle teilweise hohe Umweltbelastungen und hoher Energieeinsatz einher. Auf der anderen Seite sind die Vorkommen teilweise geographisch konzentriert. So stammten im Jahr 2008 neunzig Prozent des weltweit gewonnenen Lithiums aus lediglich vier Ländern.³ Für die EU könnte dies zu einer neuen Importabhängigkeit führen.

Einen Lösungsansatz stellt das Recycling der Traktionsbatterien dar, welches die Reichweite der Vorkommen verlängern, die energieintensive Primärproduktion reduzieren und neben der Verringerung von Umweltbelastungen strategische Vorteile bezogen auf Preise und Abhängigkeit von Rohstoffimporten mit sich bringen könnte. Überdies ist die Beseitigung der Batterien durch Verbrennung oder Deponierung verboten. Hersteller sind verpflichtet, flächendeckende Rücknahmesysteme anzubieten. Derzeit sind jedoch weder die notwendige Infrastruktur zum Recycling der Batterien noch ausgereifte Aufbereitungsverfahren vorhanden, sodass diese frühzeitig geplant und ausgestaltet werden müssen. Dies beinhaltet neben der Entwicklung eines grundlegenden Sammelkonzepts Entscheidungen über Anlagenstandorte zur Behandlung der Batterien, deren Kapazitäten und die dort einzusetzenden Demontage- und Aufbereitungsverfahren. Entsprechende Reverse-Logistics-Ansätze für verwandte Fragestellungen der strategischen Netzwerkplanung sind in der Literatur beispielsweise für das Altfahrzeugrecycling⁴, Gerätebatterierecycling⁵ und Elektro- und Elektronikgeräte-

¹ Vgl. Deutsche Bundesregierung (2009), S. 18. Der Zielbestand von einer Million Elektrofahrzeuge schließt ausdrücklich Hybridfahrzeuge aus (ebenda, S. 7).

² Vgl. Gaines und Cuenca (2000).

³ Vgl. U. S. Geological Survey (2010).

⁴ Vgl. Püchert (1996).

⁵ Vgl. Schultmann et al. (2003).

cycling⁶ zu finden. Analogien bestehen weiterhin zur strategischen Planung von vorwärtsgerichteten Wertschöpfungsketten.⁷ Im Gegensatz zu diesen Ansätzen sind die marktseitigen und technologischen Rahmenbedingungen im vorliegenden Problem aufgrund des frühen Entwicklungsstandes jedoch derart unsicher, dass Standortplanungsansätze zur konkreten Ausgestaltung produktionsseitiger und logistischer Strukturen nicht zu belastbaren Ergebnissen führen würden. Wesentliche vorgelagerte Fragestellungen politischer und industrieller Entscheidungsträger betreffen die Abschätzung der ökonomischen und ökologischen Relevanz des Recyclings, die Dimensionierung zukünftiger Recyclingsysteme und die Vorteilhaftigkeit einzelner Aufbereitungsverfahren zur Rückgewinnung insbesondere der metallischen Materialien.

Vor diesem Hintergrund besteht das Ziel dieses Beitrags in der Abschätzung der Entwicklung des Altbatterieaufkommens in Deutschland und dessen ökonomischer Bewertung. Hierzu werden zunächst die Rahmenbedingungen und Determinanten sowie bestehende Ansätze zur langfristigen Abschätzung und Bewertung des Altbatterieaufkommens vorgestellt. Anschließend wird ein szenariobasiertes systemdynamisches Simulationsmodell entwickelt, mit dem die Entwicklung des Altbatterieaufkommens unter Berücksichtigung verschiedener Batterievarianten sowie der Marktentwicklung unterschiedlicher Antriebskonzepte abgeschätzt werden kann. Die ökonomische Bewertung erfolgt dabei auf Grundlage der potentiellen Erlöse für die wichtigsten Metalle, die durch eine Aufbereitung zurückgewonnen werden können. Zur exemplarischen Anwendung wird das Modell abschließend mit einem beispielhaften Szenario parametrisiert und das Altbatterieaufkommen bis 2025 auf Basis der Zielsetzung der deutschen Bundesregierung abgeschätzt und ökonomisch bewertet. Die erzielten Ergebnisse werden dabei einer Sensitivitätsanalyse unterzogen und es werden Handlungsempfehlungen abgeleitet.

2 Grundlagen der langfristigen Abschätzung und Bewertung des Altbatterieaufkommens

2.1 Rahmenbedingungen und Determinanten des Altbatterieaufkommens

Im zu planenden Recyclingnetzwerk sind für verschiedene Akteure unterschiedliche Fragestellungen hinsichtlich des zukünftig zu erwartenden Altbatterieaufkommens von Bedeutung. Batteriehersteller, nach dem Batteriegesetz im Allgemeinen die Fahrzeughersteller, müssen den Aufbau und Betrieb eines Rücknahmesystems gewährleisten.⁸ Hier ist im Wesentlichen ein effizientes logistisches System zur Sammlung der Batterien zu gestalten; ausreichende Transport-, Umschlag- und Lagerkapazitäten sind zu schaffen. Für diese Planung grundlegend sind die zukünftigen **Stückzahlen des Altbatterieaufkommens**. Anschließend an die Sammlung können die Batterien auf verschiedene Weisen recycelt werden. Grundlegend können zunächst demontierende

⁶ Vgl. Walther und Spengler (2005).

⁷ Vgl. Walther et al. (2010a).

⁸ Vgl. §8 i. V. m. §2 Absatz 15 Batteriegesetz vom 25. Juni 2009.

Schritte angewandt werden, um Bestandteile wie Plastik- oder Edelstahlgehäuse und Stromleiter bereits vorhandenen Recyclingnetzwerken zuzuführen. Zur Abschätzung der für die Demontage benötigten Kapazitäten ist ebenfalls die Ermittlung der zukünftigen Stückzahlen nötig. Des Weiteren sind zur Rückgewinnung der Nichteisenmetalle aus den Batteriezellen mechanische und metallurgische Verfahren anwendbar, wobei derzeit unterschiedliche Verfahrenskombinationen diskutiert und entwickelt werden.⁹ Für die Planung der benötigten Kapazitäten ist insbesondere die **Masse des Altbatterieaufkommens** relevant. Darüber hinaus spielt bei der Auslegung großtechnischer Recyclinganlagen, die die Wahl der Verfahren und zu errichtenden Kapazitäten im Zeitverlauf einschließt, neben den erwähnten Mengengerüsten insbesondere auch der **ökonomische Wert des Altbatterieaufkommens** eine entscheidende Rolle.

Die drei für die Planung des Recyclingnetzwerks relevanten Größen – Stückzahl, Masse und Wert – hängen von vielfältigen Einflussfaktoren ab. Die Stückzahl des Altbatterieaufkommens über die Zeit ist unmittelbar abhängig von den **abgesetzten Elektrofahrzeugen und ihrer Nutzungsdauer** bis zur Verschrottung. Zudem unterliegt die Batterie wie jede Komponente eines Fahrzeugs einem Verschleiß, so dass sie unter Umständen ersetzt werden muss. Deshalb ist die Stückzahl der Altbatterien auch von der **Nutzungsdauer der Batterien** abhängig. Weitergehend ist anzunehmen, dass ein bestimmter Anteil der aus Fahrzeugen entnommenen Batterien für eine gewisse Zeit zwar nicht mehr für die Traktion von Fahrzeugen, jedoch noch in stationären Anwendungen verwendbar ist.¹⁰ Entsprechend haben der **Anteil und die Dauer der Weiterverwendung** einen Einfluss auf die zu behandelnden Altbatterien. Ist die Stückzahl des Altbatterieaufkommens sowie die **Masse einer Batterie** bekannt, kann daraus die Masse der zu verarbeitenden Batterien abgeleitet werden. Der ökonomische Wert des Aufkommens ergibt sich abschließend aus der Bewertung der Stückzahlen mit den in einer Batterie enthaltenen **Wertstoffmengen** sowie deren **Marktpreisen**. Eine Herausforderung bei der Abschätzung der genannten Größen besteht dabei darin, dass die genannten Einflussgrößen zwischen verschiedenen **Antriebskonzepten und Batterievarianten** variieren.

Vor dem Hintergrund der Diskussionen zur Elektromobilität werden derzeit verschiedene Elektrofahrzeuge auf Basis vielfältiger Antriebskonzepte entwickelt und in den Markt eingeführt, deren Marktpotential noch mit sehr großen Unsicherheiten belegt ist. Grundlegend lassen sich auf Basis der Antriebskonzepte folgende Elektrofahrzeuge unterscheiden: Hybridfahrzeuge (*Hybrid Electric Vehicles*, im Folgenden HEV), Plug-

⁹ So zum Beispiel in den Projekten LithoRec (kombinierter mechanischer und hydrometallurgischer Prozess, <http://www.lithorec.de>) und LiBRi (kombinierter pyro- und hydrometallurgischer Prozess, <http://www.pt-elektromobilitaet.de/projekte/batterierecycling/libri>).

¹⁰ Vgl. Gaines und Cuenca (2000), Cready et al. (2003).

In-Hybridfahrzeuge (*Plug-in Hybrid Electric Vehicles*, PHEV) und reine Elektrofahrzeuge (*Battery Electric Vehicles*, BEV).¹¹

Abhängig vom Antriebskonzept werden unterschiedliche Anforderungen an die benötigten Batterien gestellt, die in Batterievarianten unterschiedlicher Masse und Wertstoffmengen resultieren. Hybridfahrzeuge müssen wegen des dominierenden konventionellen Antriebs vergleichsweise wenig elektrische Energie speichern, entsprechend weisen die Batterien typischerweise relativ geringe Kapazitäten, Abmessungen und somit Massen (etwa 30 bis 50 Kilogramm) auf. Hingegen müssen die Batterien in reinen Elektrofahrzeugen, um eine zufriedenstellende Reichweite erzielen zu können, eine sehr hohe Kapazität aufweisen und besitzen somit eine weitaus größere Masse (etwa 250 bis 350 Kilogramm). Als Technologie für diese Batterien wird derzeit vor allem die Lithium-Ionen-Technologie diskutiert. Durch die Verwendung unterschiedlicher Aktivmaterialien, welche die Energie- und Leistungsdichte, jedoch auch die Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Kosten der Batterien beeinflussen, ergeben sich dabei weitere Batterievarianten.¹² Für das Recycling relevante Differenzen bestehen insbesondere hinsichtlich der metallischen Wertstoffe, die zurückgewonnen werden können: Während die Varianten Lithium-Nickel-Mangan-Cobaltoxid (NMC) und Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminiumoxid (NCA) jeweils Cobalt und Nickel in unterschiedlichen Massenanteilen enthalten, kommen die Varianten Lithium-Eisenphosphat (LFP) und Lithium-Manganoxid (LMO) ohne diese besonders wertvollen Metalle aus. Der hohe Cobalt-Preis war bislang Treiber des Recyclings kleinerer Batterien, gleichzeitig jedoch auch der Grund, Cobalt teilweise oder gänzlich durch andere Materialien, zum Beispiel Mangan, zu substituieren.¹³ Weitere relevante Wertstoffe der Batterien sind variantenunabhängig Lithium sowie Kupfer und Aluminium, die zur Stromsammlung und -leitung eingesetzt werden.

Neben dem Einfluss auf die Batteriemasse und Wertstoffmenge besitzt das genutzte Antriebskonzept auch Einfluss auf die Nutzungsdauer einer Batterie. Batterien unterliegen einem Alterungsprozess, der mit Verlust der speicherbaren Energie und somit der elektrischen Reichweite des Fahrzeugs verbunden ist. Verursacht wird die Alterung durch chemische Reaktionen zwischen Aktivmaterial und Elektrolyt sowie durch Strukturänderungen des Aktivmaterials. Beeinflussend wirken dabei die Lagerbedingungen (Temperatur, Ladezustand) respektive die Lade- und Entladecharakteristika (Ladestrom, Entladetiefe). Da letztere je nach Antriebskonzept sehr unterschiedlich ausfallen, kann hier von erheblichen Abweichungen der Batterienutzungsdauern zwischen den Antriebskonzepten ausgegangen werden. Schätzungen zufolge beträgt die maximale Nutzungsdauer bestimmter Batterievarianten in BEV etwa fünf, in PHEV

¹¹ Vereinfachte Kategorisierung ähnlich Walther et al. (2010b), S. 261; Biere et al. (2009), S. 73 f. Hier wird noch weiter zwischen BEV und Stadt-BEV unterschieden. Anders Deutsche Bundesregierung (2009), S. 7, hier zählen Hybridfahrzeuge nicht zu den Elektrofahrzeugen.

¹² Vgl. Gaines und Cuenca (2000), S. 11–12. Für eine umfassende Übersicht über aktuelle und zukünftige Batteriematerialien siehe Shukla und Prem Kumar (2008), S. 314 ff.

¹³ Vgl. Gaines und Cuenca (2000), S. 45.

zehn und in HEV fünfzehn Jahre.¹⁴ Hier gilt jedoch zu beachten, dass diese Studien auf Extrapolation basieren. Zudem bleibt unklar, wie die Nutzungsdauern der Batterien verteilt sein werden und welchen Einfluss die individuelle Beanspruchung des Fahrzeugnutzers sowie die chemische Zusammensetzung der Aktivmaterialien haben. Desweiteren stellt sich die Frage, welche der Batterien sich anschließend an die Nutzung im Fahrzeug für die Weiterverwendung eignen.

Zusammenfassend können demnach folgende **Anforderungen** an die langfristige Abschätzung und Bewertung des Altbatterieaufkommens gestellt werden:

- Einbezug verschiedener Antriebskonzepte und Batterievarianten mit unterschiedlichen Wertstoffmengen,
- Abbildung von Fahrzeugverschrottungen durch Abbildung von Absatz und Nutzungsdauer,
- Separate Abbildung von Batterieersatz durch Abbildung der in Fahrzeugen installierten Batterien sowie deren Nutzungsdauern,
- Abbildung der möglichen Weiterverwendung der aus Fahrzeugen deinstallierten Batterien und die dadurch entstehende Verzögerung,
- Beachtung der hohen marktseitigen und technischen Unsicherheiten.

2.2 Ansätze zur langfristigen Abschätzung des Altbatterieaufkommens

Der zukünftige Rücklauf von Produkten wird grundlegend für verschiedene Problemstellungen der strategischen und taktischen Planung geschätzt. Meist betrifft die Abschätzung allerdings bereits im Markt etablierte Produkte, sodass der Rücklauf entweder als gegeben angenommen oder mit analytischen Prognoseverfahren wie der Zeitreihenanalyse oder Regressionsmodellen auf Basis von Vergangenheitsdaten ermittelt wird.¹⁵ Aufgrund der noch bevorstehenden angenommenen Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen kann zur Abschätzung des Altbatterieaufkommens jedoch nicht auf Vergangenheitsdaten oder Erfahrungswerte zurückgegriffen werden.

Grundlegend besser eignen sich für derartig langfristige und neuartige Fragestellungen mit hohen Unsicherheiten eher intuitive Methoden wie die Szenariotechnik¹⁶ sowie (systemdynamische) Simulationsmodelle, mit denen die Marktdiffusion neuartiger Technologien beschrieben werden kann.¹⁷ Dabei ist festzustellen, dass sich bis heute keine Methode zur langfristigen Prognose vollständig etabliert hat. Jedoch findet vor dem Hintergrund der Einführung alternativer Antriebskonzepte insbesondere die Kombination beider Methoden vermehrt Anwendung.¹⁸ Hierbei werden zunächst unterschiedliche Szenarien erarbeitet, die Annahmen über die Umfeldentwicklung im

¹⁴ Vgl. Sarre et al. (2004), Marano et al. (2009).

¹⁵ So bspw. Püchert (1996), S. 35 für die Planung des Altfahrzeugrecyclings und Walther und Spengler (2005), S. 346 für die Planung des Elektro- und Elektronikaltgeräte-recyclings.

¹⁶ Vgl. Götze (1993), S. 31; vgl. Dudenhöffer und Borscheid (2004), S. 199.

¹⁷ Vgl. Sterman (2000).

¹⁸ Vgl. Mock (2010); vgl. Walther et al (2010b); vgl. Weikl (2010).

Automobilmarkt beschreiben. Hierzu zählen beispielsweise Annahmen bezüglich zukünftiger Entwicklungen des Ölpreises, der Energieversorgung, des Klimawandels oder der Emissionsgesetzgebung. Diese Annahmen bzw. daraus abgeleitete Größen finden anschließend als exogene Parameter Eingang in ein Simulationsmodell, mit dem dann die abzuschätzenden Größen quantifiziert werden (z. B. Marktentwicklung der Antriebskonzepte).

Auch für den vorliegenden Fall scheint dieses Vorgehen erfolgsversprechend. Mit Hilfe der Szenariotechnik können die hohen Unsicherheiten bezüglich des Elektrofahrzeugabsatzes, der in den Fahrzeugen installierten Batterievarianten sowie der Nutzungsdauern der Fahrzeuge und Batterien abgebildet werden. Zudem kann auf gängige Studien zur Elektrofahrzeugmarktentwicklung zurückgegriffen werden, die sich ebenfalls der Szenariotechnik bedienen, um den Absatz oder den Bestand verschiedener Antriebskonzepte zu spezifischen Zeitpunkten für unterschiedliche Märkte auf aggregierter Ebene zu schätzen.¹⁹ Demgegenüber eignet sich die systemdynamische Simulation zur Abbildung des zeitlichen Verlaufs der Marktdiffusion verschiedener Antriebskonzepte auf Basis der Szenariovorgaben sowie zur Ermittlung des Mengengerüsts des Altbatterieaufkommens. Das Mengengerüst kann hierbei auf Basis der Modellierung der in Abschnitt 2.1 beschriebenen Wirkungsketten und Verzögerungen endogen ermittelt werden: Ausgehend vom simulierten Absatz können Fahrzeug- und Batteriebestand sowie deren Altersstrukturen fortgeschrieben werden. Die Abbildung von Fahrzeugverschrottungen, Batterieersatz und Altbatteriemengen über die Zeit wird hierdurch möglich. Unter Beachtung der Wertstoffanteile der Altbatterien und der hierfür erzielbaren Marktpreise können somit auf Basis der Integration von Szenariotechnik und systemdynamischer Simulation sämtliche relevanten Größen des Altbatterieaufkommens – Stückzahl, Masse und Wert – anforderungsgerecht abgeschätzt werden. Aufgrund dieser grundsätzlichen Eignung wird der vorgestellte Ansatz im Folgenden weiterverfolgt und ein entsprechendes systemdynamisches Modell entwickelt.

3 Modell zur Simulation des Altbatterieaufkommens

3.1 Konzept des Modells

Das systemdynamische Modell zur Simulation des Altbatterieaufkommens ist konzeptionell in fünf Module gegliedert (siehe Abbildung 1). Im **Fahrzeugabsatzmodul** wird der Absatz von Neufahrzeugen verschiedener Antriebskonzepte über die Zeit simuliert. Die abgesetzten Neufahrzeuge finden Eingang in das **Fahrzeugbestandmodul**, in dem der Bestand der Fahrzeuge modelliert ist. Der Bestand der Fahrzeuge ist die Summe aus kumulierten Neuzulassungen abzüglich kumulierter Verschrottungen. Die Anzahl der Verschrottungen über die Zeit wird in dem Modul durch die Simulation der Fahrzeugalterung ermittelt. Die in den Fahrzeugen verbauten Batterien unterschiedlicher Varianten werden im **Batteriebestandmodul** erfasst, in dem die Alterung und die

¹⁹ Vgl. Book et al. (2009); vgl. Walther et al. (2010).

anschließende Deinstallation und der Ersatz von Batterien der Fahrzeuge im Fahrzeugbestand simuliert werden. Die Summe aus Fahrzeugverschrottungen und Batterieersatz ist das Aufkommen deinstallierter Batterien. Das für das Recycling zur Verfügung stehende Altbatterieaufkommen wird mit Berücksichtigung der Verzögerung durch mögliche Weiterverwendung im **Altbatterieaufkommenmodul** abgebildet. Die Altbatterien werden im **Bewertungsmodul** anhand der Mengengerüste der wichtigsten in den Batterien enthaltenen Wertstoffe und deren Marktpreise ökonomisch bewertet. Dabei wird den je nach Antriebskonzept und Batterievariante unterschiedlichen stofflichen Zusammensetzungen Rechnung getragen.

Das Modell wird mithilfe von Szenarien parametrisiert. Exogen vorgegeben werden dabei Antriebskonzeptdefinitionen, Batterievariantendefinitionen, Weiterverwendung und Batteriewertstoffe sowie deren Marktpreise.

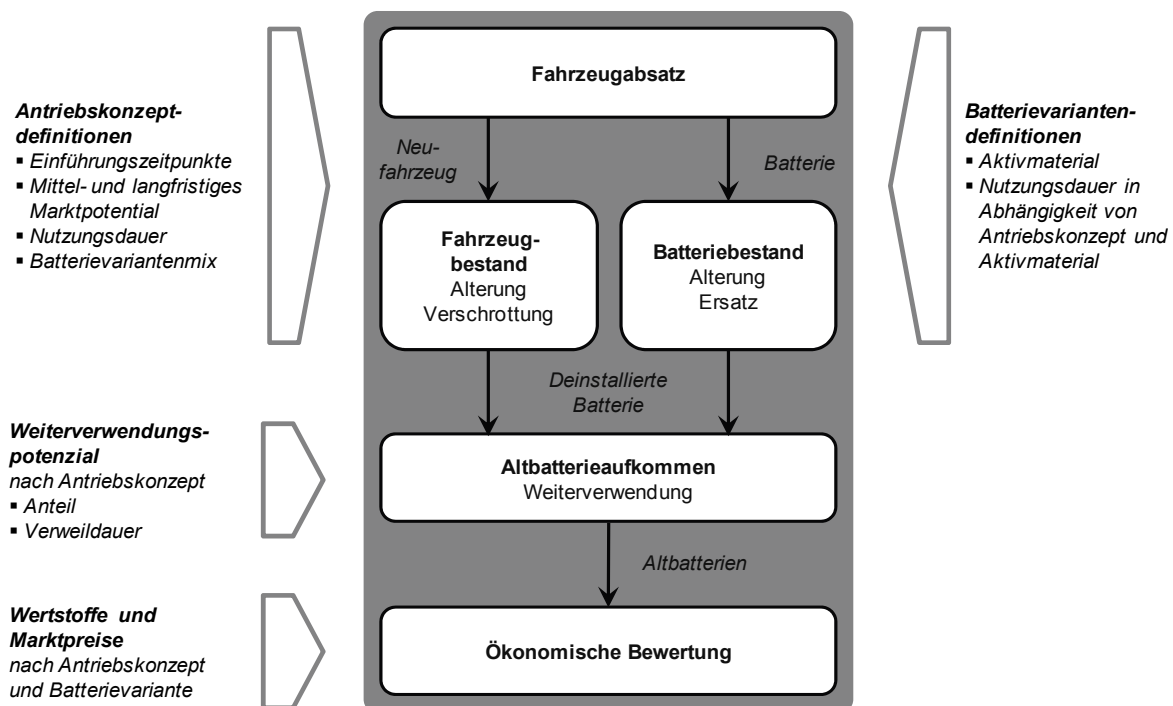


Abbildung 1: Konzept des Modells zur Abschätzung und Bewertung des Altbatterieaufkommens

3.2 Beschreibung der Module

Grundidee des **Fahrzeugabsatzmoduls** ist es, auf Basis exogener Szenariovorgaben den Fahrzeugabsatz über die Zeit endogen zu berechnen. Der Gesamtabsatz für die einzelnen Antriebskonzepte ergibt sich dabei annahmegemäß aus der Summe der Erstkäufe und der Ersatzbeschaffungen. Während die Erstkäufe mit Hilfe eines diffusions-theoretischen Modells in Anlehnung an Bass (1969) ermittelt werden, ergeben sich die Ersatzkäufe aus den Fahrzeugverschrottungen nach Ende der Nutzungsdauer.

Grundlage für die Ermittlung des Fahrzeugabsatzes auf Basis von Erstkäufen über die Zeit stellt im Modell eine logistische Wachstumsfunktion dar. Der Fahrzeugabsatz entspricht dabei dem Bestandswachstum der logistischen Funktion. Allgemein hängt dieses Wachstum vom aktuellen Bestand, einer Bestandsobergrenze und einer Wachs-

tumskonstanten ab. Die Bestandsobergrenze ist im vorliegenden Fall durch das Marktpotential bestimmt. Die Wachstumskonstante wird im Modell unter Zuhilfenahme exogener Szenariovorgaben berechnet. Hierzu zählen der Einführungszeitpunkt eines Antriebskonzepts sowie die erwarteten Fahrzeugbestände zweier zukünftiger Zeitpunkte: dem initialen und dem langfristigen Marktpotential. Das initiale Marktpotential erlaubt die Vorgabe eines in näherer Zukunft (5 bis 15 Jahre) erwarteten Fahrzeugbestands. Über diesen Zeitraum hinausgehende Erwartungen bezüglich des Fahrzeugbestands in einem gesättigten Markt können mit dem langfristigen Marktpotential berücksichtigt werden. Abbildung 2 verdeutlicht die Wirkungsweise der Parametrierung anhand des unterschiedlichen Bestandsverlaufs zweier Antriebskonzepte, denen ein identischer Verkaufsstart und ein identisches langfristiges Marktpotential, jedoch ein unterschiedlich hohes initiales Marktpotential zugesprochen wird. Hieraus resultiert ein unterschiedlicher Verlauf der Erstkäufe für die Antriebskonzepte.

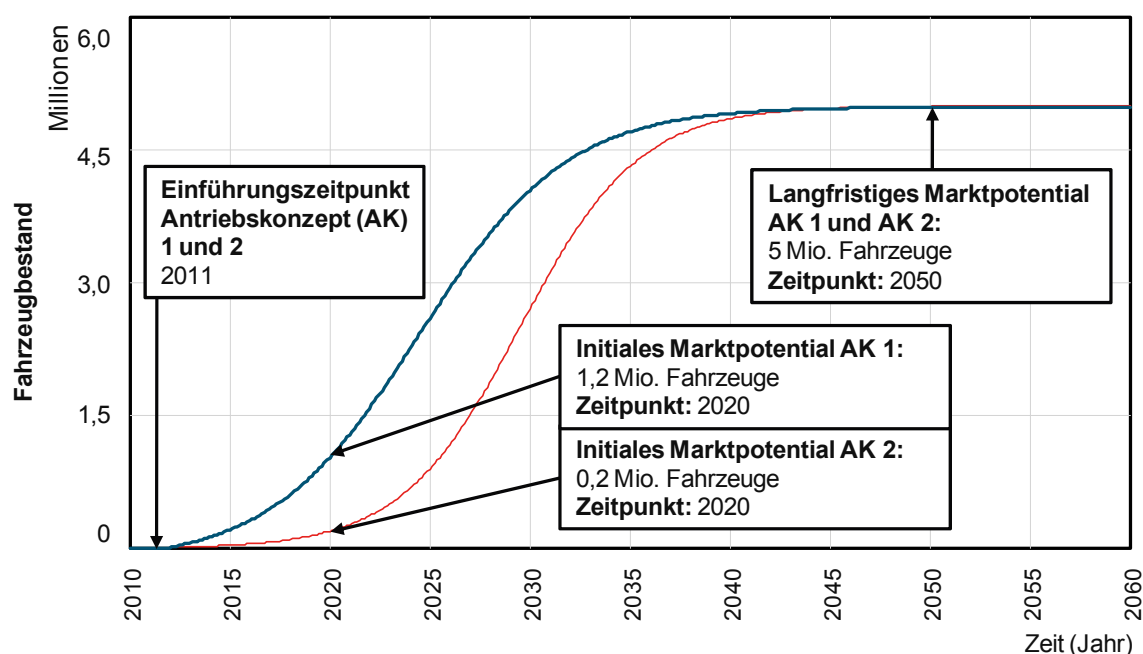


Abbildung 2: Initiales und langfristiges Marktpotential

Darüber hinaus erlaubt das Modell die Abbildung von Übergangstechnologien und damit der Degenerationsphase eines Antriebkonzepts. Ist das langfristige Marktpotential niedriger als das initiale Marktpotential, wird die Anzahl der Ersatzbeschaffungen begrenzt, bis auch der Bestand der Fahrzeuge auf das langfristige Marktpotential gesunken ist.

Die im Fahrzeugabsatzmodul berechneten abgesetzten Fahrzeuge finden Eingang in das **Fahrzeugbestandmodul**, in dem die Alterung der Fahrzeuge bis zu ihrer Verschrottung simuliert wird. Abbildung 3 zeigt die Modellierung des Alterungsprozesses der Fahrzeuge in sogenannten Alterskohorten.²⁰ Damit lässt sich der Gesamtfahrzeug-

²⁰ Vgl. Sterman (2000).

bestand in verschiedene Altersgruppen klassifizieren und Fahrzeugverschrottungen können auf Basis der erwarteten mittleren Nutzungsdauer und der nach Fahrzeugalter differenzierten Ausfallraten bestimmt werden. Fahrzeugverschrottungen führen im Modell zu Ersatzkäufen, die im Falle negativen Marktwachstums begrenzt sind.

Im **Batteriebestandmodul** wird die Anzahl der aufgrund von Fahrzeugverschrottung oder Alterung aus den Fahrzeugen deinstallierten Batterien berechnet (vgl. Abbildung 4). Der Batteriebestand erhöht sich um den Neufahrzeugbatteriebedarf und den Ersatzbatteriebedarf. Der Neufahrzeugbatteriebedarf wird aus dem Gesamtabsatz der jeweiligen Antriebskonzepte unter Berücksichtigung der exogenen Vorgabe von antriebskonzeptspezifischen Batterievariantenanteilen ermittelt. Verschrottungen von Fahrzeugen verringern den Bestand. Gealterte Batterien führen zu Ersatzbatteriebedarf, so dass der Bestand installierter Batterien konstant bleibt. Die Alterung der Batterien ist dabei vereinfacht modelliert, die Batterien werden frühestens durch die Verschrottung des Fahrzeugs und spätestens bei Erreichen der Batterienutzungsdauer deinstalliert. Die nach Antriebskonzept und Batterievariante differenzierte Batterienutzungsdauer wird exogen vorgegeben.

Das **Altbatterieaufkommenmodul** dient der Ermittlung der dem Recycling zur Verfügung stehenden Altbatterien über die Zeit. Eingangsgröße ist die Anzahl deinstallierter Batterien aus dem Batteriebestandmodul. Aus exogenen Szenariovorgaben bezüglich des Anteils der Batterien in Weiterverwendung und der Dauer der Weiterverwendung wird die Stückzahl der Altbatterien berechnet, die dem Recycling zur Verfügung stehen. Dabei wird nach dem Antriebskonzept differenziert, in dem die Batterie ursprünglich installiert war. Mithilfe der vorgegebenen antriebskonzept- und batterievariantenspezifischen Massen wird daraus die Gesamtmasse der Altbatterien über die Zeit ermittelt.

Die ökonomische Bewertung des Altbatterieaufkommens wird im **Bewertungsmodul** vorgenommen. Dazu werden die als Ergebnis des Altbatterieaufkommenmodul feststehenden, nach Antriebskonzept und Batterievariante differenzierten Stückzahlen mit den vorgegebenen antriebskonzept- und batterievariantenabhängigen Wertstoffmengen sowie den vorgegebenen Marktpreisen der Wertstoffe bewertet. Neben den so errechneten potentiellen Erlösen aus dem Recycling über die Zeit werden die kumulierten zukünftigen Erlöse berechnet. Eine Bewertung der Zahlungsflüsse ist nicht vorgesehen. Annahmen bezüglich der Effizienz der Aufbereitungsverfahren werden zusätzlich über die wertstoffbezogenen Rückgewinnungsquoten berücksichtigt und wirken sich entsprechend auf die zurückgewonnenen Wertstoffmengen aus.

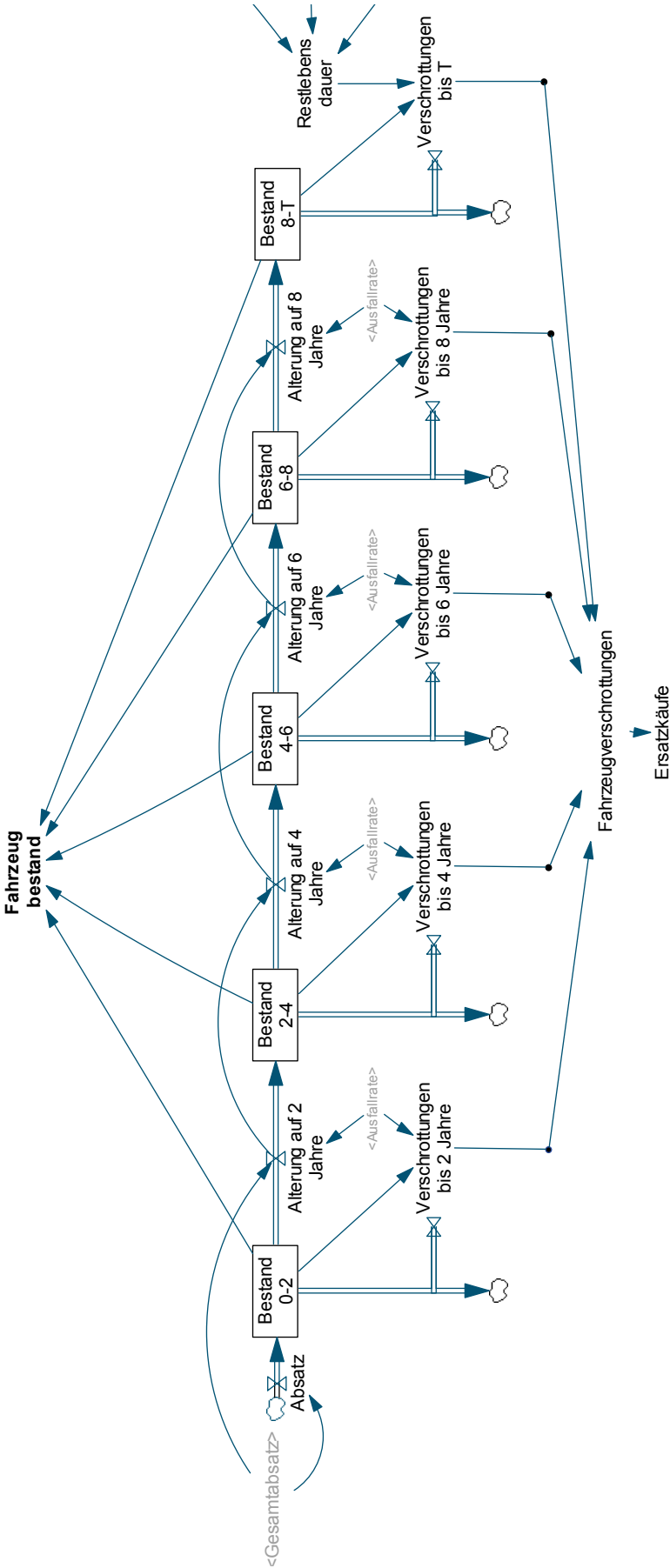


Abbildung 3: Fahrzeugbestandmodul

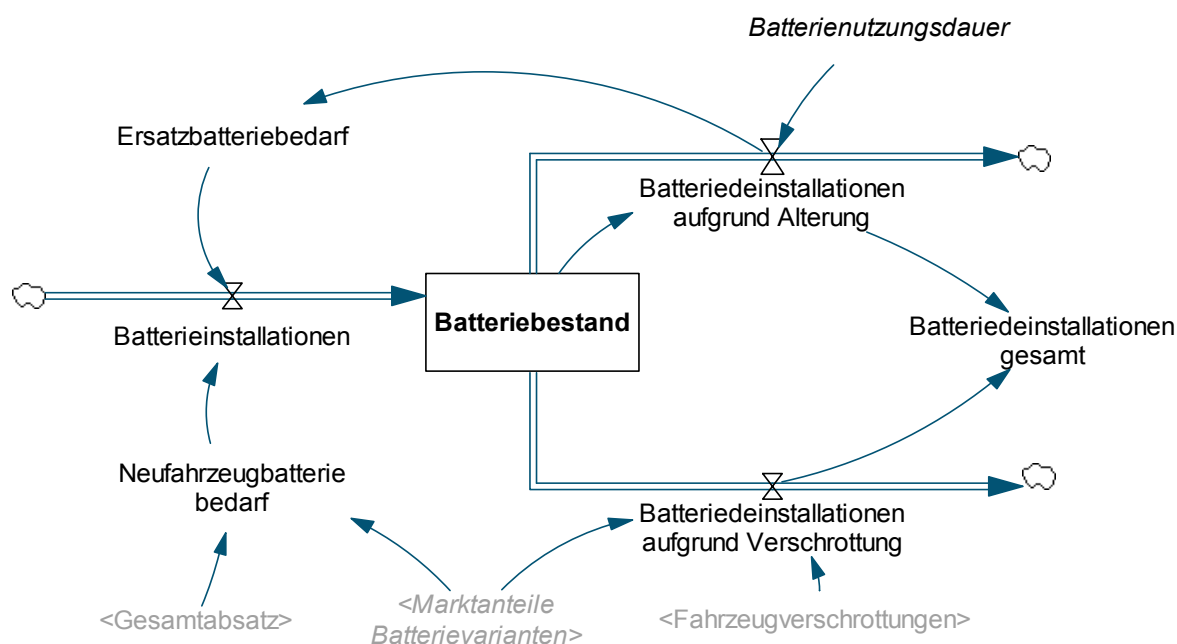


Abbildung 4: Batteriebestandmodul

4 Fallbeispiel: Eine Million Elektrofahrzeuge im Jahr 2020

Zur exemplarischen Anwendung wird das vorgestellte Modell mit einem beispielhaften Szenario parametrisiert und das Altbatterieaufkommen bis 2025 auf Basis der Zielsetzung der deutschen Bundesregierung bezüglich der Entwicklung des Elektrofahrzeugmarkts abgeschätzt und ökonomisch bewertet. Zielgrößen der Abschätzung sind die Stückzahl des Altbatterieaufkommens in Stück pro Jahr, deren Masse in metrischen Tonnen pro Jahr und deren Wert in US-Dollar pro Jahr. Gegenstand der Betrachtung sind die Antriebskonzepte HEV, PHEV und BEV sowie die Batterievarianten NMC, NCA und LFP (siehe Abschnitt 2.1). Zur Bewertung herangezogen werden die Wertstoffe Kupfer (Stromsammlung und -leitung), Aluminium (Stromsammlung und Aktivmaterial), Lithium, Nickel, Cobalt und Mangan (Aktivmaterial).

4.1 Datengrundlage

Die Datengrundlage der Fallstudie besteht zum einen aus szenarioübergreifenden Basisdaten und zum anderen aus szenariospezifischen Annahmen, die im Rahmen des vom Bundesumweltministerium geförderten Projekts LithoRec in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern aus der Automobilindustrie getroffen wurden. Szenarioübergreifende Basisdaten betreffen die Masse und Wertstoffmengen der durchschnittlichen Batterien der Antriebskonzepte, die gegenwärtigen Marktpreise für die Wertstoffe sowie die Einführungszeitpunkte der Antriebskonzepte. Die entsprechenden Werte können den Tabellen 1 und 2 entnommen werden. Neben diesen auf realen Daten beruhenden Werten werden in hohem Maß unsichere Faktoren über die Szenarien abgebildet. Diese Faktoren betreffen die Marktentwicklung der Antriebskonzepte sowie deren Nutzungsdauer, die Nutzungsdauer der Batterien, den Anteil der Batterievarianten an

den Antriebskonzepten, den Anteil der Batterien in Weiterverwendung und die Dauer der Weiterverwendung.

Antriebskonzept	Einführungszeitpunkt	Elektrische Kapazität	LFP	NMC	NCA
	Jahr	[kWh]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
HEV	2010	1,3	-	38	-
PHEV	2012	16,0	195	167	178
BEV	2012	23,3	302	260	276

Tabelle 1: Einführungszeitpunkte und durchschnittliche Batteriekapazität der Antriebskonzepte sowie durchschnittliche Masse der Batterien nach Antriebskonzept und Batterievariante²¹

Wertstoff	Marktpreis ²² [USD/kg]	Antriebskonzept	Wertstoffmenge ²³ [kg]		
			LFP	NMC	NCA
Lithium	35	HEV	-	0,3	-
		PHEV	2,0	2,5	2,7
		BEV	3,0	3,7	3,9
Cobalt	40	HEV	-	0,8	-
		PHEV	-	7,2	3,4
		BEV	-	10,5	5,0
Nickel	30	HEV	-	0,8	-
		PHEV	-	7,1	18,1
		BEV	-	10,5	26,6
Mangan	3	HEV	-	0,7	-
		PHEV	-	6,7	-
		BEV	-	9,8	-
Aluminium	2	HEV	-	2,2	-
		PHEV	4,8	4,0	5,0
		BEV	7,2	6,1	7,4
Kupfer	10	HEV	-	3,6	-
		PHEV	17,9	13,9	16,7
		BEV	27,4	21,4	25,5

Tabelle 2: Wertstoffe, ungefähre Marktpreise und Mengen nach Antriebskonzept und Batterievariante

²¹ Einführungszeitpunkt HEV: Mercedes S400 Hybrid bereits erhältlich, Audi Q5 Hybrid ab Ende 2011 im Handel. PHEV: Opel Ampera (Range-Extender) für Ende 2011 angekündigt. BEV: E-Smart für 2012 angekündigt. Durchschnittliche Batteriekapazität aus Referenzwerten (HEV: Audi Q5 Hybrid, PHEV: Opel Ampera, BEV: VW E-up).

²² Preis für Lithium-Metall kontraktabhängig (berechnet aus Lithiumcarbonatpreis 2009: ca. 6,60 USD/kg). Cobalt, Nickel, Mangan, Aluminium, Kupfer: jeweils höchster Reinheitsgrad, London Metal Exchange (lme.com), 2010/2011.

²³ Im Rahmen des Projekts auf Grundlage von Expertenmeinungen ermittelte Durchschnittswerte.

Das in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern entwickelte und im Rahmen des Fallbeispiels verwendete Szenario ist eines von insgesamt drei Szenarien zum zukünftigen Elektrofahrzeugmarkt und zur Batterietechnologie. Darin führen ein stark steigender Ölpreis sowie die erfolgreiche Marktaktivierung von Elektrofahrzeugen durch weitreichende Anreizprogramme und hohe Subventionen zu einem (künstlich) beschleunigten Wachstum des Elektrofahrzeugmarkts. Wie von der Bundesregierung gewünscht, wird bis 2020 ein Bestand von einer Million PHEV und BEV auf deutschen Straßen erreicht, langfristig wird ein Anteil der Elektrofahrzeuge von etwa sechzig Prozent am PKW-Absatz im Jahr 2040 angenommen. Gleichzeitig werden nur geringe technische Fortschritte bezüglich der Nutzungsdauer der Batterien erreicht. Grundsätzlich eignen sich die Batterien gut für die Weiterverwendung in stationären Anwendungen, werden jedoch kaum nachgefragt. Die aus den Szenariovorgaben abgeleiteten Annahmen können den Tabellen 3 und 4 entnommen werden. Darüber hinaus wird von einer vollständigen Rückgewinnung der Wertstoffe ausgegangen.

Einflussgröße	Einheit	Antriebskonzept		
		HEV	PHEV	BEV
Initiales Marktpotenzial	Mio. Fzg.	0,20	0,80	0,2
Zeitpunkt Initiales Marktpotenzial	Jahr	2030	2020	2020
Langfristiges Marktpotenzial	Mio. Fzg.	0,15	15	5
Zeitpunkt Langfristiges Marktpotenzial	Jahr	2040	2050	2050
Durchschn. Fahrzeugnutzungsdauer ²⁴	Jahre	12	10	10

Tabelle 3: Initiales und langfristiges Marktpotential sowie Lebensdauer der Antriebskonzepte

Antriebskonzept ²⁵	LFP	NMC	NCA	Weiterverwendung	
	Anteil [%] Nutzungsdauer [Jahre]	Anteil [%] Nutzungsdauer [Jahre]	Anteil [%] Nutzungsdauer [Jahre]	Anteil [%]	Dauer [Jahre]
HEV	0	100	0	0	0
	15	15	15		
PHEV	20	70	10	2	1
	10	10	10		
BEV	20	70	10	15	2
	5	5	5		

Tabelle 4: Marktanteile, Nutzungsdauer und Weiterverwendungspotential der Batterien nach Antriebskonzept und Batterievariante

²⁴ Fahrzeugnutzungsdauer basierend auf Kraftfahrt-Bundesamt (2007). Weitere Annahmen: Durchschnittlich wird die Batterie in PHEV und BEV ein Mal ersetzt, so dass die Fahrzeugnutzungsdauer abhängig von der Batterienutzungsdauer ist.

²⁵ Nutzungsdauer HEV und BEV aus Sarre et al. (2004), PHEV aus Marano et al. (2009).

4.2 Auswertung

Ausgehend von der angenommenen Elektrofahrzeugmarktentwicklung werden von Anfang 2012 bis Ende 2020 insgesamt 0,15 Millionen Hybridfahrzeuge sowie zusammen 1,05 Millionen Plug-in-Hybridfahrzeuge und reine Elektrofahrzeuge verkauft. Die HEV betreffend führt dies nach Abzug von ca. 5.000 verschrotteten Fahrzeugen zu einem Bestand von etwa 145.000 Fahrzeugen im Jahr 2020. Im gleichen Zeitraum werden zusammen ungefähr 55.000 PHEV und BEV verschrottet, so dass sich erwartungsgemäß ein Bestand von einer Million Fahrzeugen dieser Antriebskonzepte ergibt. Durch weiteres Marktwachstum sind 2025 ca. 200.000 Hybrid-, 2,1 Millionen Plug-in-Hybrid- und über eine halbe Million reine Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen unterwegs.

Die getroffenen Annahmen des stark wachsenden Elektrofahrzeugmarkts führen im Jahr 2025 zu einem entsprechend hohen Aufkommen von ca. 160.000 Altbatterien. Etwas mehr als die Hälfte davon stammen aus PHEV, 42 Prozent aus BEV und weniger als fünf Prozent aus HEV. Die gesamte Stückzahl der bis Ende 2025 anfallenden Altbatterien beträgt ca. 590.000 Stück im gleichen Verhältnis. Nennenswerte jährliche Mengen (ca. 500 Stück) sind ab 2013 ausschließlich aus Fahrzeugverschrottungen zu erwarten. Die im Szenario auf fünf Jahre begrenzte Nutzungsdauer der BEV-Batterien führt 2017 zu einem Aufkommen von 5.000 Stück der Batterievariante. In diesem Jahr kommen erstmals jährlich mehr als zehntausend Altbatterien zusammen. Bis Ende 2020 fallen ca. 90.000 Altbatterien, in den fünf folgenden Jahren aufgrund der starken Absatzraten der Vorjahre und der begrenzten Lebensdauer der Fahrzeuge und Batterien eine halbe Million Altbatterien für das Recycling an. Abbildung 5 verdeutlicht die hohe Dynamik des Altbatterieaufkommens über die Zeit.

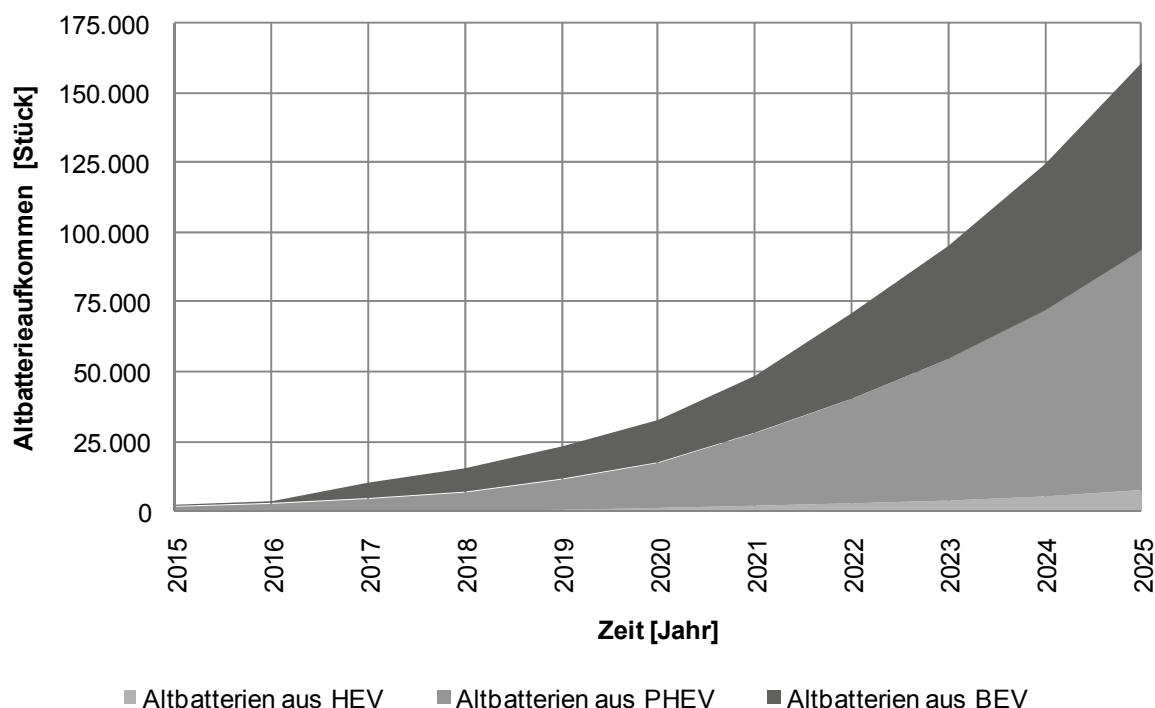


Abbildung 5: Stückzahlen des Altbatterieaufkommens nach Antriebskonzept über die Zeit

Auf die Masse bezogen ergibt sich im Jahr 2025 ein Aufkommen von 33.000 Tonnen. Aufgrund der dimensional Unterschiede tragen BEV-Varianten zu 54 Prozent, PHEV-Varianten zu 45 Prozent und HEV-Varianten zu weniger als einem Prozent bei. Die gesamte Masse der bis Ende 2025 anfallenden Altbatterien beträgt ca. 123.000 Tonnen.

Den ökonomischen **Wert des Altbatterieaufkommens** betreffend ergibt sich 2025 ein potentieller Erlös aus dem Verkauf der rückgewonnenen Materialien von 127 Millionen US-Dollar und im gesamten Zeitraum 467 Millionen US-Dollar. Im Jahr **2015** können unter den getroffenen Annahmen so etwa 10 t Cobalt, 5 t Lithium, 15 t Nickel, 35 t Kupfer sowie je 10 t Mangan und Aluminium zurückgewonnen werden, der potentielle Erlös beträgt 1,5 Millionen US-Dollar. Aufgrund der ersten Rückläufer besonders wertvoller gealterter BEV-Batterien im Jahr 2017 ergibt sich ein starkes Wachstum von zuvor 2,5 Millionen US-Dollar (2016) auf 8,5 Millionen US-Dollar. Im Jahr **2020** können bereits 200 t Cobalt, 100 t Lithium, 260 t Nickel, 590 t Kupfer, 180 t Mangan und 170 t Aluminium aus den Batterien zurückgewonnen und 25 Millionen US-Dollar Erlöst werden. Im weiteren Verlauf steigen die potentiellen Erlöse um jährlich ca. dreißig bis vierzig Prozent. Aufgrund der ersten Rückläufer gealterter PHEV-Batterien ergibt sich im Jahr 2022 ein nochmaliger jährlicher Zuwachs um 48 Prozent. **2025** erzielen 1.000 t Cobalt, 450 t Lithium, 1.200 t Nickel, 2.800 t Kupfer, 860 t Mangan und 810 t Aluminium einen Erlös von 127 Millionen US-Dollar (vgl. Abbildung 6).

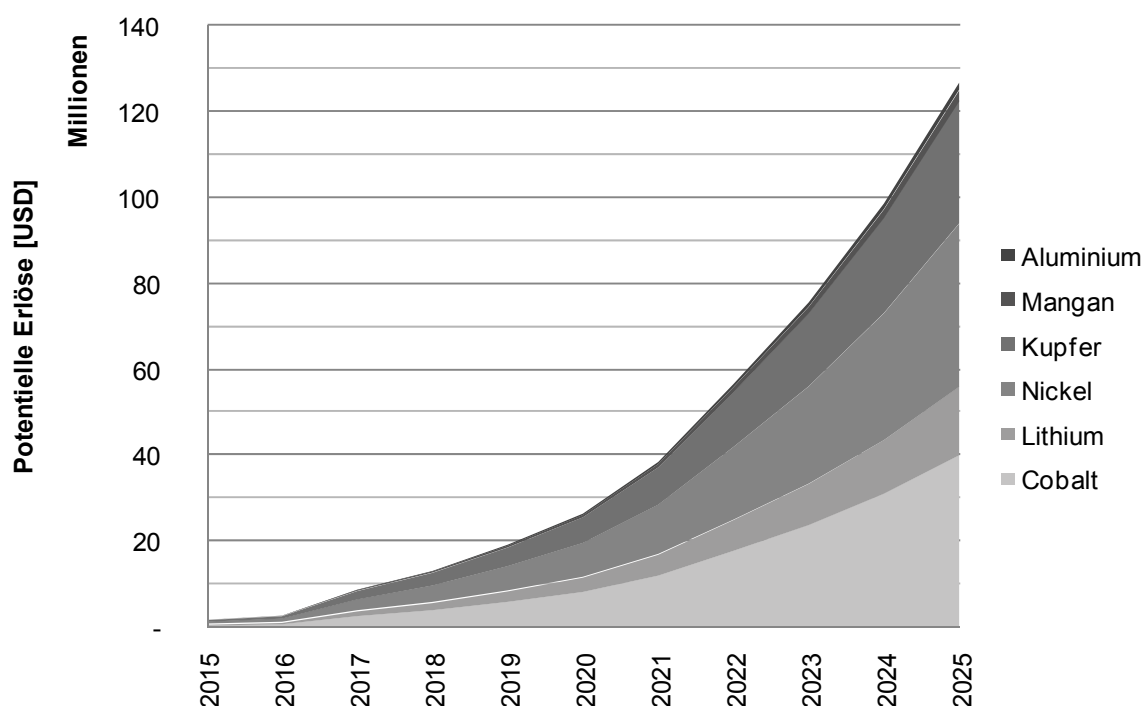


Abbildung 6: Potentielle Erlöse aus dem Verkauf von rückgewonnenen Metallen

Aufgrund der hohen Unsicherheiten wird im Folgenden eine **Sensitivitätsanalyse** durchgeführt. Untersucht werden dabei der Einfluss der Batterienutzungsdauer sowie

der Einfluss der Anteile der Batterievarianten an den Antriebskonzepten auf den Wert des Altbatterieaufkommens. Die Entwicklung der Absatz- und Bestandszahlen der Antriebskonzepte wird als gegeben unterstellt.

Die Batterienutzungsdauer wird insbesondere reine Elektrofahrzeuge betreffend mit fünf Jahren als vergleichsweise kurz eingeschätzt. Umfassende Analysen sind derzeit jedoch nicht verfügbar. Für die Untersuchung wird deshalb eine durchschnittliche Nutzungsdauer jeder Batterievariante von minimal 5 Jahren und maximal 10 Jahren angenommen. Zur Analyse werden 1.000 Testinstanzen simuliert; die durchschnittlichen Nutzungsdauern der drei untersuchten Batterietypen werden unabhängig und gleichzeitig bei Unterstellung einer Gleichverteilung variiert. Im Ergebnis liegen die potentiellen Erlöse 2025 im 95-Prozent-Konfidenzintervall zwischen ca. 80 und 110 Millionen US-Dollar, die Abweichung vom Basisszenario (127 Millionen US-Dollar) beträgt zwischen 12 Prozent und 36 Prozent. Abbildung 7 stellt die Ergebnisse dar.

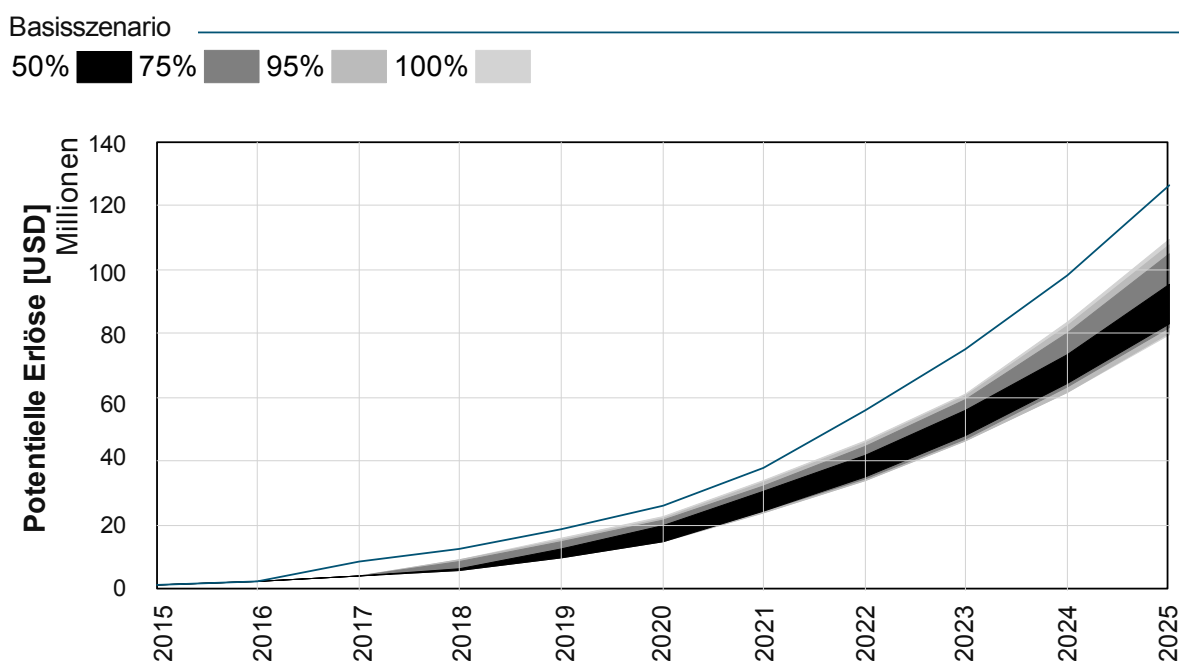


Abbildung 7: Einfluss der durchschnittlichen Batterienutzungsdauer auf die potentiellen Erlöse

Bezüglich der Batterievariantenanteile wird untersucht, wie die jeweils einseitige Verwendung der unterschiedlich wertvollen Batterievarianten LFP respektive NMC in den Antriebskonzepten PHEV und BEV auf die potentiellen Erlöse wirkt. Bei einer ausschließlichen Verwendung von cobalt- und nickelfreiem LFP in den beiden Antriebskonzepten können demnach nur noch ungefähr 180 statt 467 Millionen US-Dollar im Basisszenario Erlöst werden. Die einseitige Verwendung von besonders cobalt- und nickelreichem NMC führt dagegen zu einem höheren Erlös von 520 Millionen US-Dollar.

4.3 Handlungsempfehlungen

Auf Grundlage der Auswertung des Szenarios können Handlungsempfehlungen zur strategischen Planung des Recyclings von Lithium-Ionen-Traktionsbatterien an potentielle Entscheidungsträger abgeleitet werden. Diese beziehen sich auf die Gestaltung von Netzwerken zur Sammlung der Altbatterien, auf die Behandlung der Altbatterien sowie auf das ökonomische Potential des Recyclings der Altbatterien.

Bezüglich der Sammlung ist festzustellen, dass Fahrzeughersteller die Redistributionslogistik für die in ihre Fahrzeuge eingesetzten Batterien bereits heute planen müssen. Anzunehmen ist dabei, dass die bestehenden Logistiknetzwerke dem hohen Aufkommen ab 2015 nicht mehr gerecht werden können und erweitert oder strukturell geändert werden müssen. Dabei muss die Sammlung der Altbatterien vor dem Hintergrund der hohen Dynamik des Aufkommens flexibel und (kosten-) effizient zugleich ausgelegt werden. Um dies zu erreichen, sollte die Möglichkeit zur Betreibung eines gemeinsamen Redistributionssystemes mit anderen Herstellern überprüft werden.

Die Behandlung der Altbatterien betreffend erscheinen bei mittelfristiger Betrachtung zunächst eher einzelne kleine Anlagen in der Größenordnung 1.000 bis 5.000 Stück/Jahr zur Demontage der Batterien und Separierung einzelner wertvoller Komponenten vorteilhaft. Hier sind, manuelle Demontage der Batterien vorausgesetzt, wenig Größendegressionseffekte zu erwarten, so dass sich eine stufenweise Erweiterung der Anlagen anbietet. Die Aufbereitung und Rückgewinnung ausgewählter Metalle wie Cobalt und Nickel aus den Batteriezellen könnte in bereits bestehenden Anlagen erfolgen. In der langfristigen Perspektive ist jedoch zu überprüfen, ob zur Nutzung von Größendegressionseffekten große und zentrale Anlagen mit spezialisierten Verfahren zur Rückgewinnung aller oben genannten Metalle in der Größenordnung von 10.000 bis 30.000 Jahrestonnen zu verarbeitender Batterien errichtet werden sollten.

Angesichts des hohen ökonomischen Potentials ist das Recycling aller Wertstoffe der Batterien generell anzustreben. Die tatsächliche Wirtschaftlichkeit hängt jedoch von vielen weiteren Faktoren wie der Effizienz der Verfahren und den sich durchsetzenden Batterievarianten ab. Bei zunehmendem Einsatz von LFP-Batterien ist die Entwicklung spezialisierter Verfahren zur Rückgewinnung des Lithiums anzustreben. Die bislang verbreitete Behandlung von Batterien in pyrometallurgischen Verfahren erscheint in diesem Fall nicht mehr ökonomisch, da diese auf der selektiven Rückgewinnung der Metalle Cobalt und Nickel basieren. Um das Potenzial des Recyclings auch nutzen zu können, könnte die Ausfuhr der Zellen der Altbatterien in die gegenwärtig meist außereuropäischen Herstellerländer kontrolliert und gegebenenfalls gesetzlich eingeschränkt werden. Angesichts der zu erwartenden stark steigenden weltweiten Nachfrage könnte so die Verfügbarkeit von Metallen wie Lithium und Cobalt für die zukünftige Produktion von Batterien auch innerhalb der Europäischen Union gewährleistet werden.

5 Diskussion

Das Ziel dieses Beitrags besteht in der Abschätzung der Entwicklung des Altbatterieaufkommens in Deutschland und dessen ökonomischer Bewertung. Dazu wird ein szenariobasiertes systemdynamisches Simulationsmodell entwickelt und exemplarisch anhand der Zielsetzung der deutschen Bundesregierung, bis 2020 einen Bestand von einer Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen zu erreichen, angewandt. Die Ergebnisse zeigen ein erhebliches Aufkommen von fast 590.000 Batterien und ein hohes ökonomisches Potential von 467 Millionen US-Dollar bis zum Ende des Jahres 2025. Dieses hohe Aufkommen resultiert vor allem aus der schnellen Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen.

Die dargestellte Abschätzung des Altbatterieaufkommens kann Batterie- und Fahrzeugherstellern sowie Unternehmen der Recycling- und Rohstoffbranche helfen, in der Zukunft benötigte Gesamtkapazitäten für ihre logistischen Systeme und Anlagen abzuleiten. Neben dem vorgestellten Szenario sind hierbei allerdings weitere Szenarien zu berücksichtigen. Dazu kann das entwickelte Modell mit unternehmensinternen Erwartungen, beispielsweise zur Fahrzeugmarktentwicklung oder Batterienutzungsdauer, parametrisiert werden. Weiterhin ist zur Verbesserung der Ergebnisgüte darüber nachzudenken, bislang statisch angelegte Größen wie die Batterienutzungsdauer oder die Batterievariantenanteile an den Antriebskonzepten zeitlich variabel zu gestalten und die Batterienutzungsdauer stochastisch zu modellieren. Hier gilt jedoch zu beachten, dass von einer scheinbaren Erhöhung der Genauigkeit vor dem Hintergrund der dominierenden Unsicherheiten kaum zusätzliche Implikationen auf die langfristige Abschätzung zu erwarten sind.

Auf Basis der gewonnenen Daten können in einem nächsten Schritt weitere Fragestellungen der strategischen Planung des Recyclings von Lithium-Ionen-Traktionsbatterien beantwortet werden. Forschungsbedarf besteht insbesondere in der Beantwortung der Fragestellung, welche Aufbereitungsverfahren aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten angewandt werden sollten. Hierzu wird der vorgestellte Ansatz um einen aktivitätsanalytischen Ansatz zur Bewertung der resultierenden Stoffströme erweitert.

6 Anmerkung

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit für die Förderung des dieser Arbeit zugrundeliegenden Forschungsvorhabens „LithoRec – Recycling von Lithium-Ionen-Batterien“ (Förderkennzeichen 16EM0023).

7 Literatur- und Quellenverzeichnis

- Bass, F. M. (1969): A New Product Growth for Model Consumer Durables. *Management Science*, Vol. 15, No. 5, S. 215–227.
- Biere, D., Dallinger, D., Wietschel, M. (2009): Ökonomische Analyse der Erstnutzer von Elektrofahrzeugen, in: *ZfE Zeitschrift für Energiewirtschaft*, Vol. 33, No. 2, S. 173–181.
- Book, M., Groll, M., Mosquet, X., Rizoulis, D., Sticher, G. (2009): The Comeback of The Electric Car? How Real, How Soon, and What Must Happen Next. 1/09 Rev.2.
- Cready, E., Lippert, J., Phil, J., Weinstock, I., Symons, P., Jungst, R. G. (2003): Technical and Economic Feasibility of Applying Used EV Batteries in Stationary Applications. Albuquerque, New Mexico.
- Deutsche Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. URL: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nep_09_bmu_bf.pdf, zuletzt abgerufen am 17.06.2011.
- Dudenhöffer, F., Borscheid, D. (2004): Automobilmarkt-Prognosen: Modelle und Methoden, in: Ebel, B., Hofer, M. B., Jumana, A.-S. (Hrsg.): *Automotive Management. Strategie und Marketing in der Automobilwirtschaft*. Mit 280 Abbildungen und 34 Tabellen. Springer, Berlin.
- Gaines, L., Cuenca, R. (2000): Costs of Lithium-Ion Batteries for Vehicles. Argonne, Illinois, URL: <http://www.transportation.anl.gov/pdfs/TA/149.pdf>, zuletzt abgerufen am 17.06.2011.
- Götze, U. (1993): *Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung*. 2. Auflage, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Kraftfahrt-Bundesamt (2007): Löschungen im Jahr 2006 nach Alter der Fahrzeuge, in: *Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes*, veröffentlicht im April 2007. URL: http://www.kbashop.de/wcsstore/KBA/Attachment/Kostenlose_Produnkte/a_alter_fahrzeuge_2006.pdf, zuletzt abgerufen am 17.06.2011.
- Marano, V., Onori, S., Guezennec, Y., Rizzoni, G., Madella, N. (2009): Lithium-ion Batteries Life Estimation for Plug-in Hybrid Electric Vehicles, in: *5th IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, VPPC '09*, S. 536–543.
- Mock, P. (2010): Entwicklung eines Szenariomodells zur Simulation der zukünftigen Marktanteile und CO₂-Emissionen von Kraftfahrzeugen (VECTOR21), in: *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (Hrsg.): Forschungsbericht 2010-26*, Stuttgart (zugleich Dissertation Universität Stuttgart).
- Püchert, H. (1996): *Ein Ansatz zur strategischen Planung von Kreislaufwirtschaftssystemen: dargestellt für das Altautorecycling und die Eisen- und Stahlindustrie*. Mit einem Geleitwort von Otto Rentz, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Sarre, G., Blanchard, P., Brouselly, M. (2004): Aging of lithium-ion batteries, in: *Journal of Power Sources*, Vol. 127, S. 65–71.
- Shukla, A. K., Prem Kumar, T. (2008): Materials for next-generation lithium batteries, in: *Current Science*, Vol. 94, No.3, S. 314–331.
- Schultmann, F., Engels, B., Rentz, O. (2003): Closed-Loop Supply Chains for Spent Batteries, in: *Interfaces*, Vol. 33, No. 6, S. 57–71.
- Sterman, J. D. (2000): *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston: Irwin McGraw-Hill
- U.S. Geological Survey (2010): Mineral commodity summaries 2010. Washington, URL: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2010/mcs2010.pdf> (abgerufen am 29.04.2011).
- Walther, G., Spengler, T. S. (2005): Impact of WEEE-directive on reverse logistics in Germany, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 35, No. 5, S. 337–361.

- Walther, G., Schatka, A., Spengler, T. S. (2010a): Gestaltung von Netzwerken zur Produktion von synthetischen Biokraftstoffen der zweiten Generation, in: UWF - Umweltwirtschaftsforum, Vol. 18, No. 1, S. 61–69.
- Walther, G., Wansart, J., Kieckhäfer, K., Schnieder, E., Spengler, T. S. (2010b): Impact assessment in the automotive industry: mandatory market introduction of alternative powertrain technologies, in: System Dynamics Review, Vol. 26, No. 3, S. 239–261.
- Weigl, R. (2010): Simulationen zur Abschätzung der Marktanteilsentwicklung unterschiedlicher Antriebsvarianten am deutschen Fahrzeugmarkt. Ein systemdynamisches Modell zur Entscheidungsunterstützung in der strategischen Marktanalyse. GUC – Verlag der Gesellschaft für Unternehmensrechnung und Controlling m. b. H., Chemnitz.

Retourenmanagement – Eine Literaturrecherche

Björn Asdecker

Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insb. Produktion und Logistik,
Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg,
bjoern.asdecker@uni-bamberg.de

Zusammenfassung:

Das Retourenmanagement beschreibt die Planung, Durchführung und Kontrolle der Retouren- sowie der damit assoziierten Informations- und Finanzflüsse mit dem Ziel, die Gewinnmaximierung des Wertschöpfungssystems zu unterstützen. Aufbauend auf einer theoretischen Fundierung analysiert der vorliegende Beitrag die vorhandene Retourenmanagement-Literatur. Die methodische Grundlage bildet der von Cooper/Hedges (1994) beschriebene Forschungsprozess, bestehend aus den fünf Phasen Problemformulierung, Literatursuche, Datenauswertung, Analyse und Interpretation sowie Ergebnispräsentation. Insgesamt können 125 relevante Arbeiten identifiziert und untersucht werden. Der Essay schließt mit einer Diskussion bestehender Forschungslücken.

1 Einleitung

Das Retourenmanagement hat in den vergangenen Jahren insbesondere in der Praxis an Bedeutung hinzugewonnen. Hierfür zeichnen ökonomische, ökologisch-soziale und legislative Gründe verantwortlich.

Vor dem Hintergrund signifikant gestiegener Rohstoffpreise und der allgemeinen Ressourcenknappheit erschließen Unternehmen mit der zielgerichteten Rückführung und Verwertung von Gütern eine wichtige Rohstoffquelle.¹ Ferner stimuliert eine Retourniermöglichkeit den Produktabsatz. Insbesondere im E-Commerce, der sich in der vergangenen Dekade als Distributionskanal etablieren konnte, besteht für den Käufer keine Möglichkeit, sich über den tatsächlichen Zustand der Kaufsache zu informieren. Um diese Absatzbarriere auszugleichen, gewähren die Marktteilnehmer besonders kundenfreundliche Retourenregelungen. Darüber hinaus intensivierte sich zuletzt die Diskussion über die gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen. In diesem Diskurs spielt die umweltgerechte Rücknahme und Wiederverwertung von Produkten eine immer größer werdende Rolle.² Einen weiteren Retourentreiber begründen Gesetze, die Verbrauchern ein umfangreiches Widerrufsrecht bei Fernabsatzverträgen einräumen.

Mittlerweile fließen aufgrund der beschriebenen Einflussfaktoren durchschnittlich rund 15% der gelieferten Produkte an die Hersteller und Händler zurück.³ In Extremfällen, zum Beispiel bei figurbetonter Mode, kann die Rücksendequote auf bis zu 70% ansteigen.⁴ *Stock/Speth/Shear* (2002) schätzen, dass der Wert der in den USA retournierten Güter über 100 Milliarden US-Dollar beträgt.⁵

Trotz der zunehmenden Relevanz in der betrieblichen Praxis spielt das Retourenmanagement in den wissenschaftlichen Logistik- bzw. Supply Chain Management (SCM)-Publikationen bisher eine untergeordnete Rolle. Besonders überraschend erscheint der Umstand, dass sich selbst in den Standard-Lexika der Wirtschaft, der Betriebswirtschaftslehre, des Handels, des E-Commerce bzw. der Logistik nur vereinzelte Einträge zu „Retoure“ finden und das „Retourenmanagement“ gänzlich unbeachtet bleibt.

Aufgrund dessen definiert der vorliegende Beitrag zunächst das Retourenmanagement und grenzt das Konzept vom Reverse Logistics-Ansatz ab. Darauf aufbauend erfolgt eine Untersuchung der vorhandenen Retourenmanagement-Literatur. Dabei gelingt die Beantwortung der folgenden Forschungsfragen:

- Welche Problemstellungen behandeln und zu welchen Ergebnissen gelangen die durchgeführten Untersuchungen?
- Welche Methoden setzen die Autoren bei Ihren Untersuchungen ein?

¹ Vgl. *Pfeiffer* (2009), S. 22.

² Vgl. *Maloni/Brown* (2006), S. 41; *Murphy/Poist* (2000), S. 8.

³ Vgl. *Rogers/Tibben-Lembke* (1999), S. 7.

⁴ Vgl. *Urbanke* (2009), S. 9.

⁵ Vgl. *Stock/Speth/Shear* (2002), S. 16.

- Welchen Aufgaben und Institutionen lassen sich die Publikationen zuordnen?
- In welchen Teilbereichen des Retourenmanagements besteht weiterer Forschungsbedarf?

Der weitere Aufbau der Arbeit gliedert sich wie folgt. Zunächst widmet sich der nachfolgende zweite Abschnitt den theoretischen Grundlagen. Die sich im dritten Kapitel anschließende Literaturrecherche orientiert sich methodisch an der von *Cooper/Hedges* (1994) im „Handbook of Research Synthesis“ eingeführten Herangehensweise, welche die fünf Phasen Problemformulierung, Literatursuche, Literaturlauswertung, Literaturlanalyse und -interpretation sowie Ergebnispräsentation unterscheidet. Abschließend erfolgt im vierten Passus eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

2 Theoretische Grundlagen des Retourenmanagements

Zuerst gilt es zu klären, was das Retourenmanagement, das im angelsächsischen Veröffentlichungsraum als „Returns Management“ Eingang in die Literatur gefunden hat, genau bezeichnet und welche Aufgaben es umfasst. Dazu wird zunächst das bestehende Definitionsangebot analysiert.

2.1 Definition des Retourenmanagements

Der Definitionsvorschlag mit der größten Verbreitung stammt von *Rogers et al.* (2002)⁶: „Returns management is the supply chain management process by which activities associated with returns, reverse logistics, gatekeeping, and avoidance are managed within the firm and across key members of the supply chain.“⁷ Einen weiteren Vorschlag gibt *Norek* (2002): „For the purposes of this discussion, returns processing is the physical handling and disposition of the returns. Returns management is broader and includes the informational support of the entire process, including arrangements for transportation and physical handling.“⁸ Eine Definition soll einem Begriff Bedeutung zuordnen, diesen möglichst umfassend beschreiben, eingrenzen und spezielle Merkmale herausstellen.⁹ Diese Anforderungen erfüllen die vorgestellten Ansätze nur zum Teil. Bei *Rogers et al.* (2002) handelt es sich um keine Beschreibung, sondern um einen Verweis auf vier Grundkomponenten, die wiederum selbst einer Begriffsbestimmung bedürfen. Der Vorschlag von *Norek* (2002) berücksichtigt nur die operative Ebene, vernachlässigt den Finanzfluss und ist deshalb als unvollständig anzusehen.

Aufgrund der aufgezeigten Schwächen soll im Folgenden eine eigene Nominaldefinition entwickelt werden. Hierfür wird der Begriff des Retourenmanagements in einem

⁶ Auf diese Definition greift eine Vielzahl von Arbeiten zurück. Vgl. u.a. *Defee/Esper/Mollenkopf* (2009), S. 88; *Shukla/Garg/Agarwal* (2011), S. 2070. Auch das Reverse Logistics Executive Council (RLEC), eine Vereinigung von Produzenten, Handelsunternehmen sowie Akademikern, verweist auf diesen Vorschlag. Vgl. <http://www.rlec.org/glossary.html>.

⁷ *Rogers et al.* (2002), S. 1.

⁸ *Norek* (2002), S. 36.

⁹ Vgl. *Gabriel* (2005), S. 137.

deduktiven Schritt zunächst in die beiden Elemente „Retoure“ und „Management“ unterteilt und getrennt voneinander betrachtet. Anschließend überführt eine inhaltliche Synthese die getroffenen Erkenntnisse in eine eigenständige Definition.

Im engeren Sinn umfassen Retouren sämtliche materiellen Güter, die vom Retourenversender (Endkunde oder Händler) an Institutionen des vorwärts gerichteten Wertschöpfungsprozesses (Produzent oder Händler) oder an von diesen beauftragte Dienstleister zurückgesendet werden, ohne dass es sich hierbei um Behälter oder gewinnsenkende Produktions- bzw. Konsumtionsrückstände handelt.¹⁰ Den physischen Rücktransport übernehmen meist externe Logistikdienstleister.

In der einschlägigen Literatur wird der Management-Begriff mit der zielgerichteten Führung eines Wertschöpfungs-systems verbunden.¹¹ Dabei haben sich zwei Sichtweisen etabliert.¹² Die Vertreter der institutionellen Perspektive betonen die Aufgabenträger, das heißt die Personen bzw. Organe, die die Führungsverantwortung wahrnehmen. Dem gegenüber steht die funktionale Sichtweise, die auf den Führungsprozess, also auf die zur Zielerreichung notwendigen dispositiven Aufgaben, fokussiert. In Anlehnung an das Phasentheorem der Entscheidungsfindung wird häufig zwischen den Phasen Planung, Durchführung und Kontrolle unterschieden.¹³ Hierbei handelt es sich um einen sequentiellen, iterativen, rückgekoppelten Prozess. Auf diese Weise entsteht ein Regelkreis, der die Evolutionsfähigkeit des Managementsystems sicherstellt.¹⁴ In Abhängigkeit der Planungsobjekte und der Entscheidungsreichweite lässt sich die Planungsfunktion in strategische, taktische sowie operative Aktivitäten untergliedern.¹⁵ Das Ergebnis des Planungsprozesses bildet ein konkreter, detailliert formulierter Maßnahmenkatalog, der seine Umsetzung im Zuge der praktischen Implementierung findet. Abschließend erfolgt eine nachlaufende Realisationskontrolle.¹⁶ Der vorliegenden Arbeit liegt das funktionale Managementverständnis zugrunde, weil hier die Aufgaben des Retourenmanagements im Mittelpunkt stehen.

Die begriffliche Synthese von „Retoure“ im engeren Sinn und „Management“ führt zu folgender Definition:

Das Retourenmanagement beschreibt die Planung, Durchführung und Kontrolle der Retouren- sowie der damit assoziierten Informations- und Finanzflüsse mit dem Ziel, die Gewinnmaximierung des Wertschöpfungs-systems zu unterstützen.

¹⁰ Ein Retourenverständnis im weiteren Sinn, das auch Behälter und Entsorgungsaktivitäten beinhaltet findet sich bei *Rogers et al.* (2002), S. 3f.

¹¹ Vgl. *Kirsch* (1997), S. 118f.

¹² Vgl. *Staehle* (1999), S. 71; *Macharzina* (2003), S. 37.

¹³ Vgl. bspw. *Grochla* (1962), S. 59; *Götze/Mikus* (1999), S. 10; *Welge/Al-Laham* (2003), S. 98; *Hungenberg* (2008), S. 22.

¹⁴ Vgl. *Welge/Al-Laham* (2003), S. 98.

¹⁵ Vgl. *Mag* (1995), S. 155.

¹⁶ Vgl. *Lattwein* (2002), S. 92.

2.2 Aufgaben des Retourenmanagements

Nach *Rogers et al.* (2002) umfasst das Aufgabenspektrum des Retourenmanagements einerseits die kurative Retourenbearbeitung, andererseits die präventive Retourenverhinderung und -vermeidung.¹⁷ Damit decken die Autoren die für eine Kostenminimierung notwendigen Aktivitäten ab. Allerdings führt eine Kostenminimierung nur dann zu einer Gewinnmaximierung, wenn die Maßnahmen keinen Einfluss auf die Erlöse ausüben. Diese Forderung ist in Bezug auf das Retourenmanagement aber nicht haltbar, da Retouren auch einen positiven Wertbeitrag leisten können. Entscheidungsrelevant ist dabei der Nettoretourenwert, der sich wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned}\text{Nettoretourenwert} &= \text{Erwarteter Wiederverkaufswert} \\ &\quad - \text{Akquisitionskosten} \\ &\quad - \text{Bearbeitungskosten} \\ &\quad + \text{Versenderbeteiligung}\end{aligned}$$

Innerhalb der Formel bezeichnet der erwartete Wiederverkaufswert den Geldbetrag, der mit der Retoure bzw. deren Einzelteile und Materialien nach der Aufbereitung voraussichtlich am Markt erzielt werden kann. Die Akquisitionskosten bilden jedwede zur Beschaffung der Retoure notwendige Aufwendung ab. Im speziellen Versandhandelskontext erfassen die Akquisitionskosten auch Gutschriften für den ursprünglich bezahlten Kaufpreis. Die Bearbeitungskosten summieren sämtliche im Rahmen der Rückführung und des innerbetrieblichen Bearbeitungsprozesses anfallenden Aufwendungen. Der Faktor Versenderbeteiligung berücksichtigt Zahlungen des Retourenversenders an den -empfänger für die Durchführung der Retourenbearbeitung. Beispielsweise kommen Kunden für die Wartung- und Instandhaltung von Produkten auf. Bei einem positiven Nettoretourenwert sind Retourenvermeidungs- und Retourenverhinderungsaktivitäten aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht zielführend, da das Retourenmanagement eine positive Leistungsbilanz ausweist und nicht angenommene Retouren einem entgangenen Wertbeitrag in Höhe des Nettoretourenwerts entsprechen. Um das ausgegebene Formalziel der Gewinnmaximierung zu erreichen, sind die drei Aufgaben nach *Rogers et al.* (2002) durch die Retourenförderung zu ergänzen (vgl. Abb. 1).

Eine effiziente Retourenbearbeitung setzt zunächst die Generierung eines Leistungspotenzials durch eine zielgerichtete Gestaltung des Rückführungsnetzwerks auf der institutionellen und prozessualen Ebene voraus. Die konkrete Nutzung des geschaffenen Leistungspotenzials hängt stark vom jeweiligen Retourenzustand und der daraus resultierenden Verwertungsalternative ab.¹⁸ Mögliche Optionen sind der direkte Wiederverkauf auf Primär- oder Sekundärmärkten, die Aufbereitung des Produkts, einzelner Teile bzw. der Rohstoffe sowie die Entsorgung als Abfall.¹⁹

¹⁷ Vgl. *Rogers et al.* (2002), S. 5.

¹⁸ Vgl. *Köcher* (2006), S. 15.

¹⁹ Vgl. *Thierry et al.* (1995), S. 117; *Carter/Ellram* (1998), S. 92.

Neben der Bearbeitung kann eine präventive Retourenverhinderung bzw. -vermeidung angestrebt werden. Sowohl die Verhinderung als auch die Vermeidung reduziert im Ergebnis die Anzahl der von einem Unternehmen zu bearbeitenden Rücksendungen. Allerdings unterscheiden sich die beiden Aufgaben grundlegend in ihrer Herangehensweise. Die Retourenvermeidung (Avoidance) subsumiert alle proaktiven Aktivitäten, die zur Beseitigung der Retourenursachen beitragen.²⁰ Im Gegensatz dazu stören Verhinderungsmaßnahmen (Gatekeeping) den Eintritt einer Rücksendung in den Retourenkanal.²¹ Es wird zwischen Verhinderungsmaßnahmen mit und ohne Kompensationsleistung differenziert. Bei der erstgenannten Alternative erklärt sich der potenzielle Retourenempfänger bereit, eine finanzielle Gegenleistung zu entrichten, wenn der Versender im Gegenzug auf eine Rücksendung verzichtet. Auf dieses Instrument greift beispielsweise der Konsumgüterhersteller *Procter&Gamble* zurück und verhindert so einen Großteil der Retouren durch den Handel.²² Erschwert ein Unternehmen Retouren ohne den Rücksender adäquat zu kompensieren, zum Beispiel durch eine Verschärfung der Rücknahmerichtlinien, kann dies den Kunden verärgern und sich negativ auf die Kundenzufriedenheit auswirken.²³

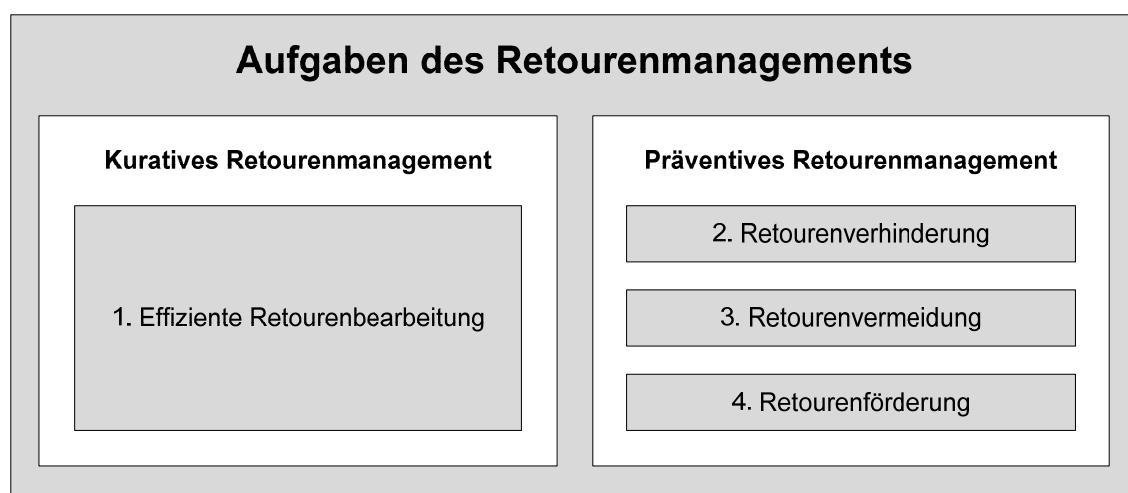


Abb. 1: Die vier Aufgaben des Retourenmanagements²⁴

Den in Bezug auf das Retourenaufkommen restriktiv wirkenden Verhinderungs- und Vermeidungsmaßnahmen steht die Retourenförderung gegenüber. Der Ausdruck Retourenförderung impliziert bereits die zugrunde liegende Handlungsweise. Es gilt, die Anzahl der dem Retourennetzwerk zugehenden Güter proaktiv zu sichern und – falls angestrebt – zu steigern. Dazu ist es einerseits notwendig, den potenziellen Retourenversender über die Existenz des Rückholungs- und Verwertungsnetzwerks zu informieren, da dessen Wahrnehmung die Grundvoraussetzung für eine Rücksendung dar-

²⁰ Vgl. *Rogers et al.* (2002), S. 9.

²¹ Vgl. *Rogers et al.* (2002), S. 10.

²² Vgl. *Stock/Speth/Shear* (2002), S. 17.

²³ Vgl. *Amini/Retzlaff-Roberts* (1999), S. 33; *Tarn et al.* (2003), S. 360, *Ganesh* (2004), S. 144.

²⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

stellt.²⁵ Andererseits stimuliert der gezielte Einsatz von Anreizen die Wahrscheinlichkeit, ob der Abnehmer eine Retoure in Betracht zieht oder nicht. Ein solcher Rückgabeanreiz entsteht beispielsweise durch die Einführung eines Pfandsystems.²⁶ *Cooper/Lambert* (2000) geben in der Fallstudie „Xerox“ ein weiteres anschauliches Beispiel. Zur Absatzförderung bietet das Technologieunternehmen seinen Kunden eine Inzahlungnahme alter Geräte an und verwertet die so genannten „Trade-ins“ anschließend weiter.²⁷ Darüber hinaus beinhaltet die Retourenförderung auch vertragliche Vereinbarungen über Rückkauf- oder Rückgabeprogramme, über die sich die Vertragsparteien meist bereits vor oder während der Bestellmengenplatzierung verständigen.

2.3 Abgrenzung von der Reverse Logistics

Für den Terminus „Reverse Logistics“ existieren in der Literatur diverse Begriffsbestimmungen, von denen einige beispielhaft in Tab. 1 angeführt sind.

Autor	Definition
<i>Stock</i> (1992), S. 25	„[...] the term often used to refer to the role of logistics in recycling, waste disposal, and management of hazardous materials; a broader perspective includes all relating to logistics activities carried out in source reduction, recycling, substitution, reuse of materials and disposal.“
<i>Rogers/Tibben-Lembke</i> (1999), S. 2	“The process of planning, implementing, and controlling the efficient, cost-effective flow of raw materials, in-process inventory, finished goods, and related information from the point of consumption to the point of origin for the purpose of recapturing value or proper disposal.”
<i>de Brito/Dekker</i> (2004), S. 5	“The process of planning, implementing, and controlling backward flows of raw materials, in-process inventory, packaging and finished goods, from a manufacturing, distribution or use point, to a point of recovery or point of proper disposal.”

Tab. 1: Ausgewählte Reverse Logistics-Definitionen

Eine chronologische Gegenüberstellung der voranstehenden Definitionsansätze verdeutlicht die Entwicklung, die der Begriff durchlaufen hat. Zu Beginn der 1990er Jahre stellen die Autoren zunächst die Rückführung von Abfällen und dessen anschließende Entsorgung in den Vordergrund. Von dieser speziellen Begriffsakzentuierung rücken die Autoren zum Ende der Dekade im Sinne einer Begriffsöffnung ab. Mittlerweile bezeichnet Reverse Logistics das Teilgebiet der Logistik, das sich mit der Rückführung sämtlicher logistischer Objekte entgegen der traditionellen Wertschöpfungsrichtung vom Kunden zum Lieferanten befasst²⁸: „[Reverse Logistics] is the process of planning, implementing, and controlling backward flows [...]“²⁹ Darunter fallen neben neuwertigen oder gebrauchten Rohstoffen, Materialien und Produkten³⁰ auch gewinn-

²⁵ Vgl. *Isermann/Houtman* (1998), S.307.

²⁶ Vgl. *Zentes/Schramm-Klein* (2008), S. 422.

²⁷ Vgl. *Clendenin* (1997), S. 80; *Lambert/Cooper* (2000), S. 74.

²⁸ Vgl. *Steven* (2007), S. 411.

²⁹ *de Brito/Dekker* (2004), S. 5.

³⁰ Vgl. *Fernández* (2003), S. 5.

senkende Produktions- und Konsumtionsrückstände sowie mehrwegfähige Pack- und Ladehilfsmittel, beispielsweise Paletten oder Container.³¹ Die Kombination der zurückzuführenden logistischen Objekte mit den Aufgabengebieten führt demnach zu drei Komponenten: der Retourenlogistik zur Rückführung und Verwertung von neuwertigen oder gebrauchten Rohstoffen, Materialien und Produkten, der Entsorgungslogistik zur Rückführung und Beseitigung bzw. Lagerung von Abfällen sowie der Behälterlogistik zur Rückführung und Wiederbereitstellung von mehrwegfähigen Pack- und Ladehilfsmittel.

Für die Abgrenzung des Retourenmanagements vom Reverse Logistics-Ansatz existiert keine einheitliche Herangehensweise. Vielmehr lassen sich vier konzeptionelle Denkschulen unterscheiden.³² Einige Autoren vertreten die Auffassung, dass es sich beim Retourenmanagement um ein Teilgebiet der Reverse Logistics handelt.³³ Da diese übergeordnete Stellung der Reverse Logistics bereits in frühen Quellen zu finden ist, wird diese Gruppe als Traditionalisten bezeichnet. Demgegenüber stehen die Avantgardisten, die einen inversen Zusammenhang unterstellen, das heißt die Reverse Logistics dem Retourenmanagement zuordnen.³⁴ Diese Eingliederung begründen die Vertreter unter Bezugnahme auf den weiter gefassten Management-Begriff, der nicht nur eine Rückführung und Bearbeitung der Retouren, sondern darüber hinaus eine präventive Einflussnahme auf das Retourenvolumen beinhaltet. Die dritte Kategorie bilden die Uniformisten, die keine Unterscheidung zwischen den Konzepten vornehmen und beiden Begriffe synonym zueinander gebrauchen.³⁵ Neben der durch die Traditionalisten und Avantgardisten vorausgesetzten Teilmengenbeziehung und der von den Uniformisten unterstellten Deckungsgleichheit verbleibt als vierte Alternative die These einer konzeptionellen Schnittmenge. Ein derartiges Begriffsverständnis vertreten die Intersektionisten (vgl. Abb. 2).³⁶

Die Zuordnung zu einer der vier genannten Differenzierungsphilosophien ist eine subjektive Entscheidung, die vom zugrunde gelegten Begriffsverständnis des Retourenmanagements bzw. der Reverse Logistics abhängt.

Findet die Retourenmanagement-Definition dieser Arbeit Anwendung, bestehen drei wesentliche Unterschiede. Neben dem erweiterten Fokus auf die Vermeidungs-, Verhinderungs- und Förderungsaktivitäten, die präventiv das Retourenaufkommen sowie die entstehenden Informations- und Finanzflüsse beeinflussen,³⁷ schließt das Retourenmanagement keine Rücksendungen von Behältern ein. Darunter fallen insbesondere

³¹ Vgl. Steven/Tengler/Krüger (2003), S. 782.

³² Larson/Halldórsson (2004) präsentieren eine ähnliche Vorgehensweise zur Unterscheidung des SCM- und Logistikmanagement-Konzepts. Vgl. Larson/Halldórsson (2004), S. 18-21.

³³ Vgl. bspw. Amini/Retzlaff-Roberts (1999), S. 33; Norek (2002), S. 36; Tarn et al. (2003), S. 359f.; Bernon/Rossi/Cullen (2011), S. 490.

³⁴ Vgl. bspw. Rogers et al. (2002), S. 4f.; Rajib/Tiwari/Srivastava (2002), S. 79; Blackburn et al. (2004), S. 7; Kumar/Dao (2006), S. 50; Defee/Esper/Mollenkopf (2009), S. 88f.

³⁵ Vgl. bspw. Ravi/Shankar/Tiwari (2005), S. 240f.; Stock/Speth/Shear (2006), S. 57.

³⁶ Vgl. bspw. Guide Jr./Van Wassenhove (2009), S. 12; Chan/Yin/Chan (2010), S. 6294.

³⁷ Vgl. Rogers et al. (2002), S. 5.

Pack- und Ladehilfsmittel, für die eigene Kreisläufe im Rahmen der Behälterlogistik bestehen. Außerdem exkludiert die Retourenmanagement-Definition auch Rücksendungen zum reinen Entsorgungszweck, da die geltenden Richtlinien³⁸ meist vorsehen, dass die am vorwärts gerichteten Wertschöpfungsprozess beteiligten Unternehmen nicht aktiv für die Planung, Durchführung und Kontrolle der Güter-, Informations- und Finanzflüsse verantwortlich zeichnen, sondern ausschließlich die Finanzierung des Prozesses sicher stellen.³⁹ Folglich liegt keine Management-Leistung vor. Ein Beispiel hierfür sind die Strukturen des dualen Systems⁴⁰. Im Gegensatz zum Retourenmanagement nimmt der Reverse Logistics-Ansatz derartige Restriktionen nicht vor.⁴¹

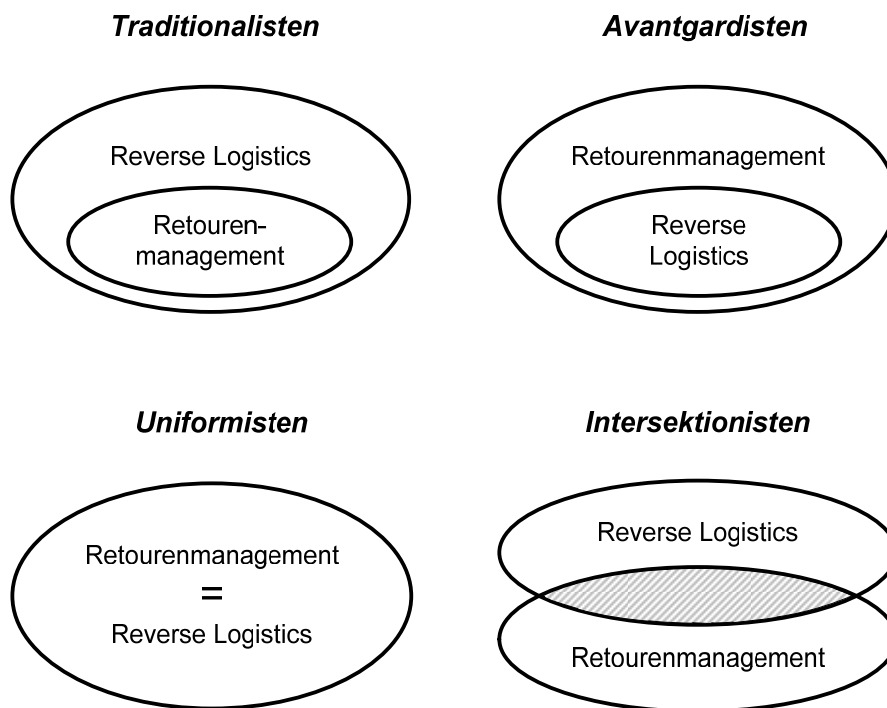


Abb. 2: Vier Denkschulen zur Abgrenzung des Retourenmanagements von der Reverse Logistics⁴²

Demnach ist zu konstatieren, dass die beiden Konzepte eine große Schnittmenge aufweisen, die in der effizienten Retourenbearbeitung im Rahmen der Retourenlogistik besteht.⁴³ Da eine Deckungsgleichheit ebenso wie eine Zuordnungsmöglichkeit zu

³⁸ Darunter fällt zum Beispiel die Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)-Richtlinie zur umweltgerechten Entsorgung von Elektroschrott.

³⁹ Vgl. Meade/Sarkis/Presley (2007), S. 58.

⁴⁰ Das duale System bezeichnet die Sammlung, das Recycling und ggf. die Entsorgung von Verkaufsverpackungen nach den Vorgaben des deutschen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes. Dabei veranlasste der Gesetzgeber einen Verbund zur Erfüllung der Verwertungspflichten zu gründen. Bekanntester Anbieter ist die Duales System Deutschland GmbH, die mit dem eingetragenen Markenzeichen „Grüne Punkt“ auftritt.

⁴¹ Vgl. Fleischmann et al. (1997), S. 5; Halldórsson/Kotzab/Skjøtt-Larsen (2009), S. 85.

⁴² Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Larson/Halldórsson (2004), S. 19.

⁴³ Vgl. Stock/Speth/Shear (2006), S. 57.

verneinen ist, kommt das Abgrenzungsschema der Intersektionisten zur Anwendung. Abb. 3 fasst die Begriffsabgrenzung zusammen.

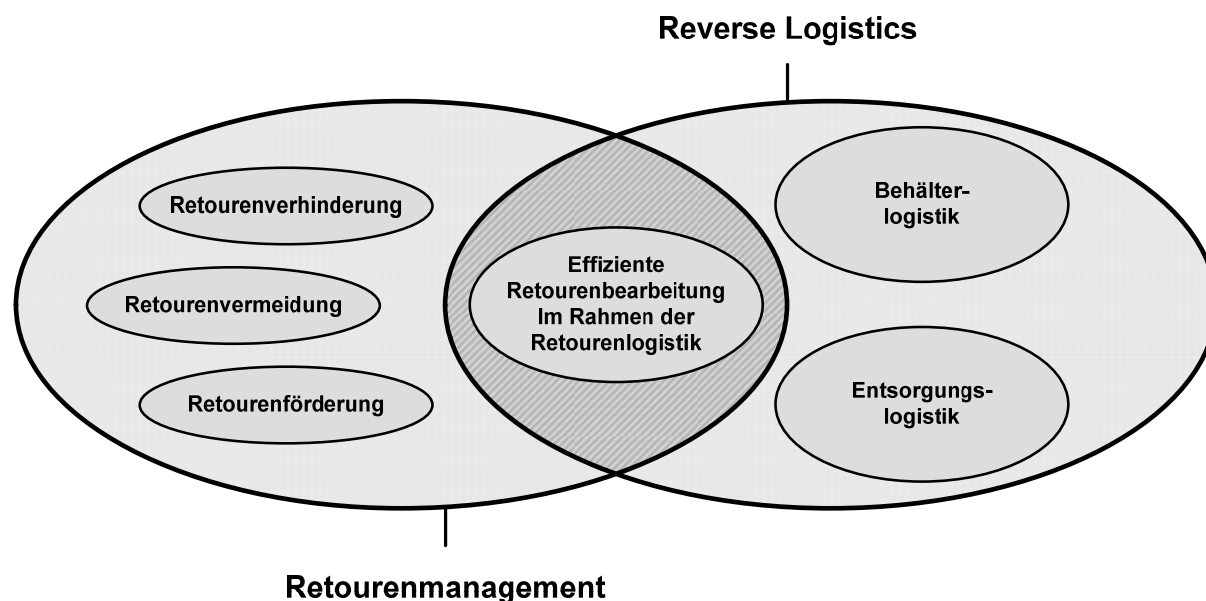


Abb. 3: Abgrenzung von Retourenmanagement und Reverse Logistics⁴⁴

3 Durchführung einer Literaturrecherche zum Retourenmanagement

Nach der einführenden Darlegung der theoretischen Grundlagen verfolgt der dritte Abschnitt das Ziel, den aktuellen Stand der Retourenmanagement-Forschung abzubilden. Um Redundanzen zu vermeiden und die Notwendigkeit einer solchen Erhebung aufzuzeigen, steht vor dem Literaturüberblick jedoch die Überprüfung, ob eine derartige Untersuchung bereits von anderen Autoren vorgenommen wurde.

Die methodische Grundlage bildet dabei jeweils der von *Cooper/Hedges* (1994) beschriebene Forschungsprozess, bestehend aus den fünf Phasen Problemformulierung, Literatursuche, Datenauswertung, Analyse und Interpretation sowie Ergebnispräsentation.⁴⁵ Als Hauptinformationsquelle fungierten für beide Recherchen vier führende Aufsatzdatenbanken. Dabei handelt es sich um JSTOR, Business Source Premier, Elsevier Scopus und wiso Wirtschaftswissenschaften, die Publikationen in etablierten deutschen und englischsprachigen Zeitschriften abdecken. Insbesondere innovative, neuartige Konzeptionen lassen sich jedoch häufig zunächst nur in Nischenzeitschriften veröffentlichen, die die vier genannten Datenbanken zum Großteil nicht erfassen. Zur Erweiterung des Fokus wird deshalb ergänzend die Suchmaschine Google Scholar herangezogen. Nach eigenen Angaben berücksichtigt Google Scholar „[...] Bücher, Zu-

⁴⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

⁴⁵ Vgl. *Cooper/Hedges* (1994), S. 9-13. Die Autoren bezeichnen die Phasen als „The Problem Formulation Stage“, „The Data Collection Stage“, „The Data Evaluation Stage“, „The Analysis and Interpretation Stage“ und „The Public Presentation Stage“. Das von *Cooper/Hedges* (1994) vorgestellte fünfstufige Verfahren bildet die Grundlage für zahlreiche Arbeiten und kann deshalb als etabliert gelten. Vgl. bspw. *Fettke* (2007) oder *Durst/Sucky* (2010).

sammenfassungen und Artikel, die aus Quellen wie akademischen Verlagen, Berufsverbänden, Magazinen für Vorabdrucke, Universitäten und anderen Bildungseinrichtungen stammen.“⁴⁶ Die Vorteile des erweiterten Suchspektrums und des uneingeschränkten kostenlosen Zugangs sind allerdings mit einem Nachteil behaftet. Aus Sicht der Objektivität, Replizier- und Überprüfbarkeit ist es als kritisch anzusehen, dass der Google Scholar-Anwender die indizierten Quellen nicht nachvollziehen kann und Google den verwendete Suchalgorithmus nicht öffentlich zugänglich dokumentiert.⁴⁷ Diese Schwäche wird jedoch zugunsten der größeren Anzahl an potenziellen Fundstellen bewusst in Kauf genommen.⁴⁸ In den genannten Datenbanken bzw. Suchmaschinen wurde die Recherche im Mai 2011 durchgeführt. Die Suche bezieht auch Aufsätze mit ein, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht gedruckt, aber bereits online verfügbar waren.

3.1 *Bisherige Metaforschung zum Retourenmanagement*

Die Suche nach bestehenden Arbeiten zur Retourenmanagement-Metaforschung beginnt mit der Problemformulierung.

Problemformulierung. Theoretisch besteht die Möglichkeit, dass bereits in der Vergangenheit ein Literaturüberblick zum Retourenmanagement angefertigt wurde. Aus diesem Grund erfolgt eine systematische Suche nach bestehenden Arbeiten, mit dem Ziel, den Bedarf einer derartigen Erhebung zu begründen. Demnach lauten die zu eruiierenden Fragestellungen:

- Welche Literaturrecherchen wurden bereits zum Themengebiet des Retourenmanagements durchgeführt?
- Nehmen diese bestehenden Arbeiten inhaltliche Einschränkungen vor und falls ja, welche?
- Existieren Erfassungsdefizite und/oder methodische Schwächen, die einen weiteren Forschungsbedarf begründen?

Literatursuche. Innerhalb der fünf Datenquellen erstreckt sich die systematische Suche auf die Kombination der beiden Begriffe „Retourenmanagement“ und „Literaturübersicht“ sowie die entsprechende englischsprachige Übersetzung „Returns Management“ und „Literature Review“, die zu den in Tab. 2 aufgeführten Suchtreffern führt.

⁴⁶ Google (2011).

⁴⁷ Vgl. Jascó (2005), S. 209.

⁴⁸ Den Nutzen als Suchmaschine für Publikationen im Fachgebiet Logistik bzw. SCM stellen auch Menachof et al. (2009) heraus, die Google Scholar im Rahmen ihrer Studie als eine der Top-3 Suchquellen identifizieren.

Quelle Begriff	JSTOR ⁴⁹	Business Source Premier ⁵⁰	Wiso ⁵¹	Elsevier Scopus ⁵²	Google Scholar ⁵³
„Literaturübersicht“+ „Retourenmanagement“	0	0	0	0	1
„Literature Review“+ „Returns Management“	8	30	0	18	363

Tab. 2: Die Verteilung der Suchtreffer in den Datenbanken

Datenauswertung. Die Anzahl der in Tab. 2 aufgeführten Suchtreffer klingt zunächst beeindruckend, was jedoch hauptsächlich auf die allgemein gefassten Suchbegriffe zurückzuführen ist. Vor einer Aufnahme in die Menge der zu analysierenden Arbeiten sind die Fundstellen auf ihre Relevanz zu prüfen. Hierfür wurde ein zweistufiges Verfahren, bestehend aus einer inhaltlichen und einer qualitativen Kontrolle, angewendet. Die inhaltliche Überprüfung zielt einerseits darauf ab, nur jene Arbeiten zu berücksichtigen, die inhaltlich das Retourenmanagement aus der Perspektive des SCM thematisieren.⁵⁴ Andererseits sollen ausschließlich jene Publikationen Relevanz besitzen, deren Hauptziel darin besteht Forschungsdefizite zu identifizieren. Dieses Kriterium schließt Veröffentlichungen von der weiteren Betrachtung aus, die zwar einleitend eine thematisch zugespitzte Literaturrecherche vollziehen, und deshalb Eingang in die Trefferlisten finden, diese aber nur dazu dient, die Relevanz des bearbeiteten Themengebiets herauszustellen. Neben inhaltlichen müssen qualitative Anforderungen erfüllt werden. Aus diesem Grund finden nur begutachtete Aufsätze aus wissenschaftlichen Zeitschriften Eingang in die weitere Analyse.

Die genannten Kriterien erfüllen die in Tab. 3 aufgeführten, chronologisch aufsteigend geordneten Veröffentlichungen.

⁴⁹ Sucheinstellungen bei JSTOR: Suchfelder: „full-text“; Inhalte: Keine Beschränkung auf Inhalte mit Zugriffsberechtigung; Zugang: „Include links to external content“; keine weiteren Einschränkungen.

⁵⁰ Sucheinstellungen Business Source Premier: Suchfelder: „TX All Text“; Suchmodus: „Find all my search terms“; keine weiteren Einschränkungen.

⁵¹ Sucheinstellungen bei wiso Wirtschaftswissenschaften: Medien: Ausschließlich Berücksichtigung von „eBooks“ und „Literaturnachweise“; keine weiteren Einschränkungen.

⁵² Sucheinstellungen bei Elsevier Scopus: Suchfelder: „All Fields“; Zeitraum: „Published All Years to Present“; Dokumententyp: „All“; Datenbanken: „Life Sciences“, „Physical Sciences“, „Health Sciences“ und „Social Sciences & Humanities“.

⁵³ Sucheinstellungen bei Google Scholar: „Artikel finden mit allen Wörtern“, „Zitate einschließen“, „Jederzeit“.

⁵⁴ Die Recherche ermittelte zahlreiche Arbeiten, die nicht das Retourenmanagement, sondern das Renditemanagement thematisieren. Die Ursache hierfür liegt darin, dass der englische Begriff „Returns Management“ nicht nur im SCM, sondern auch in der Finanzwissenschaft Anwendung findet.

Autoren (Jahr): Titel	Fundstelle(n)
<i>Borade/Bansod</i> (2007): Domain of Supply Chain Management – A State of the Art	Google Scholar
<i>Giménez/Lourenço</i> (2008): e-SCM: internet's impact on supply chain processes	Google Scholar
<i>Guide Jr./Van Wassenhove</i> (2009): The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research	Business Source Premier
<i>Sasikumar/Kannan</i> (2009): Issues in reverse supply chain, part III: classification and simple analysis	Google Scholar; Scopus
<i>Setaputra/Mukhopadhyay</i> (2010): A framework for research in reverse logistics	Google Scholar; Scopus
<i>Chan/Yin/Chan</i> (2010): Implementing just-in-time philosophy to reverse logistics systems: a review	Google Scholar; Scopus

Tab. 3: Relevante Suchtreffer für Retourenmanagement-Literaturrecherchen

Analyse und Interpretation. Die identifizierten Arbeiten weisen zum Teil Gemeinsamkeiten auf, die eine zusammenfassende Betrachtung ermöglichen. So beziehen sich die Beiträge von *Borade/Bansod* (2007) und *Giménez/Lourenço* (2008) primär auf das übergeordnete SCM, die das Retourenmanagement als Komponente in einem Teilabschnitt behandeln. Dies machen – sofern angegeben – die gewählten Suchbegriffe (vgl. Tab. 4) deutlich, die in eine geringe Anzahl spezieller Retourenmanagement-Veröffentlichungen münden. So führen *Borade/Bansod* (2007) und *Giménez/Lourenço* (2008) insgesamt nur drei⁵⁵ bzw. vier⁵⁶ Aufsätze an, die speziell für das Retourenmanagement Relevanz besitzen. Von den beiden erstgenannten Arbeiten heben sich *Guide Jr./Van Wassenhove* (2009) ab, indem diese die Entwicklung des Closed-Loop SCM vom so genannten „Golden Age“ der Wiederaufbereitung Anfang der 1990er Jahre bis zu aktuellen Fragen der Vermarktung mit einem Hauptaugenmerk auf die rückwärts gerichteten Material- und Güterflüsse darlegen.

Im Gegensatz dazu widmet sich die zweite Gruppe, bestehend aus den Artikeln von *Sasikumar/Kannan* (2009), *Setaputra/Mukhopadhyay* (2010) und *Chan/Yin/Chan* (2010), im Speziellen der Reverse Logistics. Die identifizierten Essays finden Eingang in die Trefferlisten, weil mit der Retourenbearbeitung eine Schnittmenge zwischen dem Retourenmanagement und der Reverse Logistics besteht. *Sasikumar/Kannan* (2009) klassifizieren die Fundstellen hinsichtlich der bearbeiteten Problemstellung und der gewählten Lösungsmethodik. Im Rahmen dessen erfolgt eine Fokussierung auf Entscheidungsmodelle: „The specific objectives of this paper are: [...] to suggest future directions for researchers who are interested in mathematical modelling and decision-making in this field.“⁵⁷ *Setaputra/Mukhopadhyay* (2010) untergliedern die gefundene Literatur in die sechs Themenkategorien Recycling, Aufbereitung, Wiederver-

⁵⁵ Vgl. *Borade/Bansod* (2007), S. 116f.

⁵⁶ Vgl. *Giménez/Lourenço* (2008), S. 316.

⁵⁷ *Sasikumar/Kannan* (2009), S. 2.

wendung, Retourenpolitiken, Outsourcing sowie sonstige Arbeiten.⁵⁸ Ohne auf die für die Literaturrecherche genutzte Methodik einzugehen, benennen die Autoren für jedes Cluster relevante Arbeiten und deren Ergebnisse. Im Vergleich zu den beiden erstgenannten Arbeiten der zweiten Kategorie nimmt der Aufsatz von *Chan/Yin/Chan* (2010) eine Sonderrolle ein, da sich dieser explizit nur auf das Anwendungspotenzial des Just-in-Time (JIT)-Ansatzes in der Reverse Logistics bezieht.

Arbeit	Zeitraum	Suchquellen	Suchbegriffe	Fundstellen
<i>Borade/Bansod</i> (2007)	k.A.	k.A.	k.A.	89
<i>Giménez/Lourenço</i> (2008)	1995-2005	20 Logistik und Operations Management-Zeitschriften	Internet, E-Commerce, B2B, B2C, e-SCM, Electronic Supply Chain, Information Technologies	174
<i>Guide Jr./Van Wassenhove</i> (2009)	k.A.	k.A.	k.A.	60
<i>Sasikumar/Kannan</i> (2009)	1967-2008	k.A.	Reverse Logistics, Closed Loop Supply Chain, Green Supply Chain Management, End-of-Life Product Recovery, Recycling, Remanufacturing, Reuse, Waste Management, Multi-criteria Decision-Making	543
<i>Chan/Yin/Chan</i> (2010)	1990-2010	k.A.	Just-in-time, Reverse Logistics, Lean, Green Logistics, Supply Chain Management	125
<i>Setaputra/Mukhopadhyay</i> (2010)	k.A.	k.A.	k.A.	132

Tab. 4: Zusammenfassende Auswertung der relevanten Retourenmanagement-Metastudien

Ergebnispräsentation. Die Suche nach bereits veröffentlichten Literaturstudien führt zur Erkenntnis, dass einzelne Beiträge das Retourenmanagement tangieren und teilweise einbeziehen. Dies gilt insbesondere für die Essays von *Guide Jr./Van Wassenhove* (2009) *Sasikumar/Kannan* (2009) sowie *Setaputra/Mukhopadhyay* (2010). Ein Abgleich der Suchbegriffe und Klassifikationsschemata mit den Retourenmanagement-Aufgaben verdeutlicht allerdings gleichzeitig, dass mit den vorhandenen Arbeiten eine ganzheitliche inhaltliche Erfassung nicht gelingt. Kritisch anzumerken ist ferner die fehlende methodische Stringenz einzelner Beiträge⁵⁹, die die Überprüfbarkeit und Replizierbarkeit der Literaturrecherche erschweren und die Objektivität der Ergebnisse in Frage stellen.

⁵⁸ Vgl. *Setaputra/Mukhopadhyay* (2010), S. 25.

⁵⁹ Darunter fällt insbesondere die fehlende Beschreibung der gewählten Vorgehensweise, die sich auch in der unvollständigen Angabe des Suchzeitraums, der Suchquellen und der Suchtermini manifestieren. Vgl. Tab. 4.

3.2 Durchführung einer Literaturrecherche zum Retourenmanagement

Nachdem die vorhandenen Beiträge keinen umfassenden, methodisch durchgängig nachvollziehbaren Überblick zur vorhandenen Retourenmanagement-Literatur bieten, besteht der Bedarf einer eigenständigen Literaturrecherche, die in diesem Abschnitt, beginnend mit der Konkretisierung der forschungsleitenden Fragestellungen, erfolgt.

Problemformulierung. Der Hauptzweck eines Literaturüberblicks besteht nach *Hart* (1998) darin, bestehende Forschungslücken aufzudecken und zum Verständnis des Untersuchungsobjekts beizutragen.⁶⁰ Um dieses Ziel zu erfüllen, bedarf es einerseits einer Darlegung des jeweiligen Erkenntnisgewinns, andererseits einer Kategorisierung der Publikationen in Bezug auf die eingesetzten Methoden und die inhaltlichen Schwerpunkte. Diese aggregierten Zielgrößen lassen sich in drei forschungsleitende Fragestellungen überführen, an deren Beantwortung sich das weitere Vorgehen orientiert:

- Welchen Problemstellungen widmen sich und welchen Erkenntnisbeitrag leisten die durchgeführten Untersuchungen?
- Welche Methoden setzen die Autoren zur Erlangung der Untersuchungsergebnisse ein?
- Welchen Retourenmanagement-Aufgaben und -Institutionen lassen sich die Publikationen zuordnen?

Literatursuche. Um die Objektivität, Replizier- und Überprüfbarkeit zu erhöhen, empfiehlt sich ein möglichst systematisches Vorgehen bei der Auswahl geeigneter Suchtermini.⁶¹ Damit die Recherche ein möglichst vollständiges Bild der Retourenmanagement-Forschung zeichnet, wird allgemein nach „Retourenmanagement“ und der dazugehörigen englischen Übersetzung „Returns Management“ gesucht. Dies führt zu den in Tab. 5 angegebenen Fundstellen.

Datenauswertung. Die Auswertung der gesammelten Daten erfordert es, die gefundenen Arbeiten zu sichten und hinsichtlich ihrer Relevanz zu bewerten. Analog zur Vorgehensweise bei der Selektion der relevanten Metastudien müssen die Publikationen inhaltliche und qualitative Anforderungen erfüllen.

Aus inhaltlicher Sicht muss ein klarer Bezug zum Retourenmanagement im Sinne des SCM gegeben sein. Dadurch scheiden alle Quellen, die aufgrund begrifflicher Doppelbedeutungen fälschlicherweise in den Suchergebnissen erscheinen, von der weiteren Betrachtung aus. Darüber hinaus reichen eine einfache Begriffsnennung – beispielsweise wenn der Text ausschließlich auf die SCM-Prozesse nach *Croxton et al.* (2001)⁶² verweist – oder eine Veröffentlichung ohne klar erkennbare inhaltliche Problemstellung – zum Beispiel das Vorwort zu einem Sonderheft von *Guide Jr./Van Wassenhove* (2006) – nicht aus. Aufgrund des mangelnden zusätzlichen Erkenntnisbeitrags bleiben die bereits im vorangegangenen Abschnitt identifizierten und vorgestellten Literaturre-

⁶⁰ Vgl. *Hart* (1998), S. 27.

⁶¹ Vgl. *Fettke* (2007), S. 423.

⁶² Vgl. *Croxton et al.* (2001), S. 14.

cherchen ebenfalls unbeachtet. Die inhaltlichen Vorgaben erfüllen insgesamt 394 gefundene Publikationen.

Quelle Begriff	JSTOR ⁶³	Business Source Premier ⁶⁴	Wiso ⁶⁵	Elsevier Scopus ⁶⁶	Google Scholar ⁶⁷
„Retourenmanagement“	0	0	46	1	115
„Returns Management“	93	575	5	151	1000 ⁶⁸

Tab. 5: Die Verteilung der Suchtreffer in den Datenbanken

Zusätzlich müssen relevante Beiträge qualitativen Anforderungen genügen. Da eine eigenständige Beurteilung der Fundstellen hinsichtlich des Forschungsbeitrags nicht mit dem wissenschaftlichen Grundsatz der Objektivität vereinbar ist, sollen nur die Arbeiten als relevant gelten, die den Begutachtungsprozess eines akademischen Journals erfolgreich durchlaufen haben. Dies impliziert, dass vor der Annahme mindestens zwei voneinander unabhängige anonyme Gutachter den Beitrag als publikationswürdig eingestuft haben.⁶⁹ Da ausreichend fundierte und bedeutende Ergebnisse der übrigen Publikationskanäle – beispielsweise Konferenzbeiträge, Working Paper und/oder Dissertationen – schlussendlich auch als Artikel in einer wissenschaftlichen Zeitschrift Veröffentlichung finden, schließt das Verfahren derartige Beiträge nicht aus, sondern sichert vielmehr ein durchgängig hohes Qualitätsniveau. Insgesamt erfüllen 125 Aufsätze sowohl die inhaltlichen als auch die qualitativen Anforderungen und gehen in die nachfolgende Analyse- sowie Interpretationsphase ein (vgl. Abb. 4).

Analyse und Interpretation. Eine systematische Untersuchung der relevanten Quellen im Hinblick auf die formulierten forschungsleitenden Fragestellungen setzt zunächst eine ergebnisorientierte Inhaltsanalyse sowie eine methodische und thematische Klassifizierung voraus, die sich an folgender Vorgehensweise orientiert:

- Inhaltsanalyse: Für die relevanten Beiträge wurde eine Zusammenfassung der untersuchten Problemstellungen und der erzielten Ergebnisse angefertigt.

⁶³ Sucheinstellungen bei JSTOR: Suchfelder: „full-text“; Inhalte: Keine Beschränkung auf Inhalte mit Zugriffsberechtigung; Zugang: „Include links to external content“; keine weiteren Einschränkungen.

⁶⁴ Sucheinstellungen Business Source Premier: Suchfelder: „TX All Text“; Suchmodus: „Find all my search terms“; keine weiteren Einschränkungen.

⁶⁵ Sucheinstellungen bei wiso Wirtschaftswissenschaften: Medien: Ausschließlich Berücksichtigung von „eBooks“ und „Literaturnachweise“; Zeitraum: keine Einschränkungen.

⁶⁶ Sucheinstellungen bei Elsevier Scopus: Suchfelder: „All Fields“; Zeitraum: „Published All Years to Present“; Dokumententyp: „All“; Datenbanken: „Life Sciences“, „Physical Sciences“, „Health Sciences“ und „Social Sciences & Humanities“.

⁶⁷ Sucheinstellungen bei Google Scholar: „Artikel finden mit allen Wörtern“, „Zitate einschließen“, „Jederzeit“.

⁶⁸ Eigentlich gibt Google bei dem Suchbegriff „Returns Management“ insgesamt 1580 Treffer an. Allerdings können hiervon nur die ersten 1000 eingesehen werden.

⁶⁹ Vgl. Fisher (2007), S. 81.

- Methodische Analyse: Neben den Forschungsfragen besteht die Notwendigkeit, die Art und Weise der Erkenntnisgewinnung zu systematisieren. Im Folgenden werden mit konzeptionellen Arbeiten, empirischen Beiträgen sowie mathematischen Entscheidungsmodellen drei Gruppen gebildet.⁷⁰
- Thematische Analyse: Um fundierte Aussagen über potenzielle Forschungslücken treffen zu können, erfolgt eine weitergehende Kategorisierung auf Basis der im zweiten Kapitel eingeführten theoretischen Grundlagen. Hierfür wird eine aufgabenbezogene und eine institutionelle Dimension eröffnet. Im Hinblick auf die Retourenmanagement-Aufgaben kann ein Aufsatz die Retourenbearbeitung, die Retourenverhinderung, die Retourenvermeidung und/oder die Retourenförderung thematisieren. Hinsichtlich der am Prozess beteiligten Institutionen kommen Hersteller, Händler, Logistikdienstleister und/oder Konsumenten in Betracht.

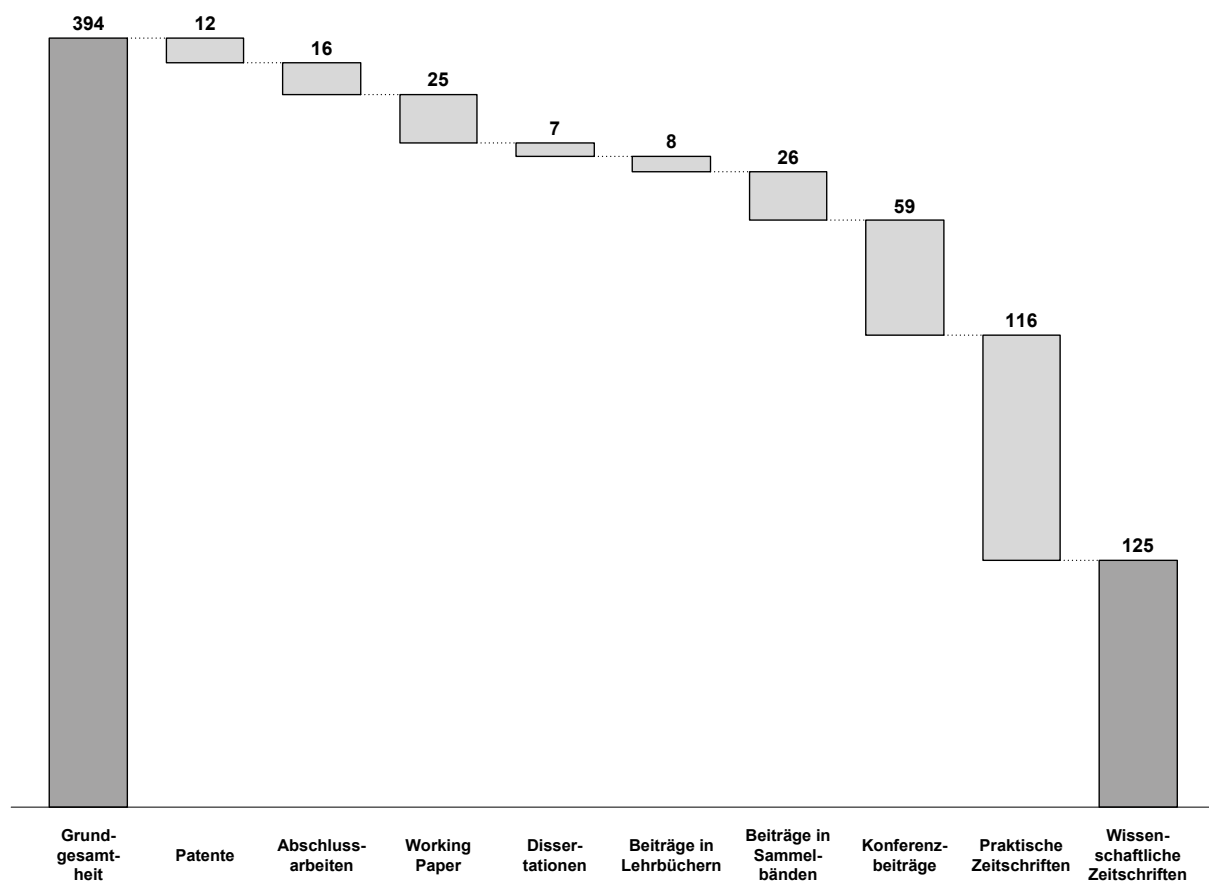


Abb. 4: Klassifikation der gefundenen Beiträge⁷¹

Das zur Analyse eingesetzte Klassifizierungsschema zeigt Abb. 5. Hinsichtlich der methodischen Eingruppierung findet eine eindeutige Zuordnungsvorschrift Anwendung. Bei der thematischen Kategorisierung ist ein solches Vorgehen nicht handhabbar. Viele Aufsätze haben multiple Aufgaben zum Gegenstand ihrer Abhandlungen. Beispielsweise untersuchen *Mollenkopf et al.* (2007) den Zusammenhang zwischen

⁷⁰ Ein ähnliches Vorgehen findet sich bei *Giménez/Lourenço* (2008), S. 314.

⁷¹ Quelle: Eigene Darstellung.

dem Retourenmanagement und der Kundenzufriedenheit. Da diese einerseits von der wahrgenommenen Servicequalität des Bearbeitungsprozesses, andererseits vom durch die Retourenverhinderung induzierten Rücksendeaufwand abhängt, erfolgt eine Eingliederung in beide Kategorien „IA1: Retourenbearbeitung“ sowie „IA3: Retourenverhinderung“. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass ein Aufsatz keine Aufgabe oder Institution thematisiert. Dies trifft z. B. auf die Arbeit von *Ko/Tiwari/Mehnen* (2010) zu, die den Einsatz von Soft Computing Methoden im SCM überprüft. In diesen Fällen erfolgt eine Zuweisung zur Klasse „Keine Zuordnung möglich“.

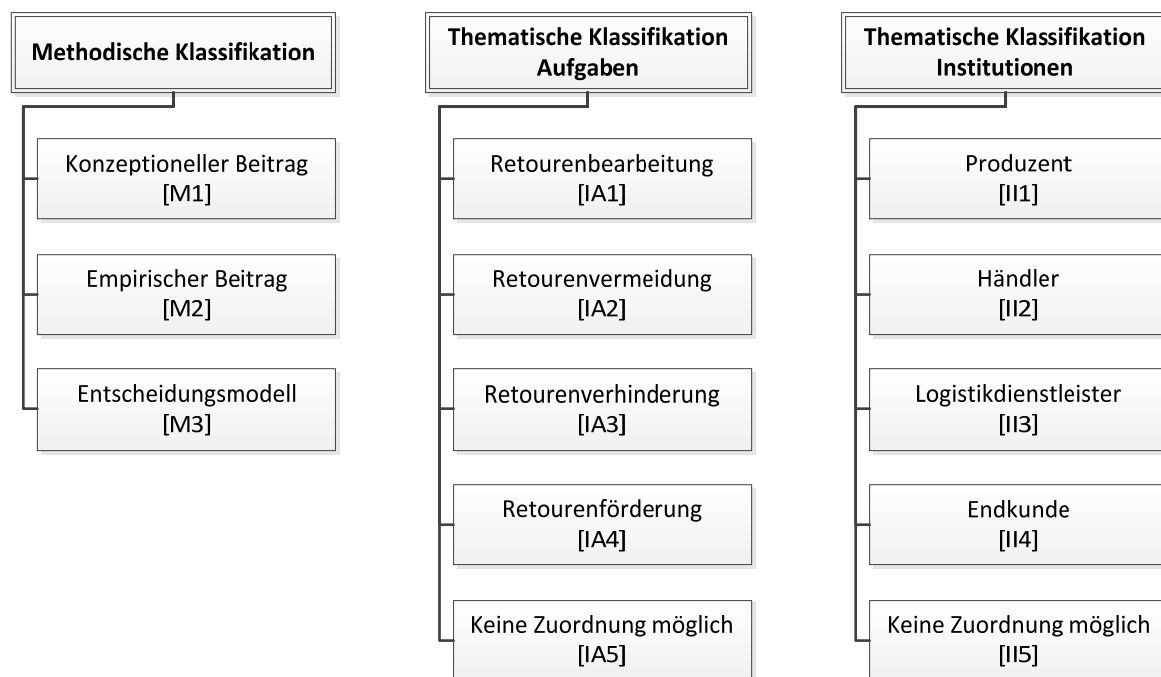


Abb. 5: Eingesetztes Klassifizierungsschema der Literaturanalyse⁷²

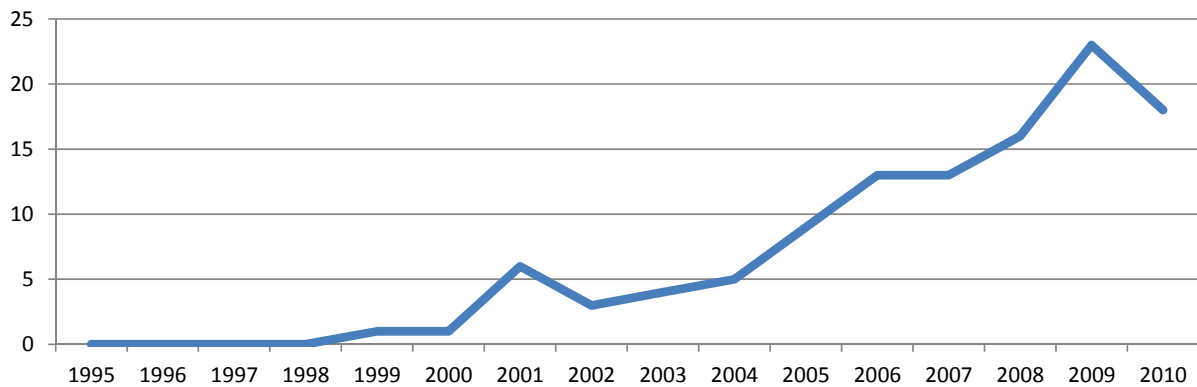
Ergebnispräsentation. Eine ausführliche Ergebnispräsentation auf der Basis der beschriebenen Analyseschritte erfolgt gesondert im nachstehenden Abschnitt.

3.3 Ergebnisse der Literaturrecherche

Die chronologisch geordnete Darstellung der Veröffentlichungen im Zeitraum von 1995 bis 2010 in Abb. 6 verdeutlicht anschaulich die zunehmende Publikationshäufigkeit in wissenschaftlichen Zeitschriften und damit die zunehmende Relevanz des Themenfelds.⁷³

⁷² Quelle: Eigene Darstellung.

⁷³ Da die Erstellung des Literaturüberblicks im Zeitraum im Mai 2011 erfolgte, wurde in der Abbildung zur Förderung der Vergleichbarkeit auf eine Darstellung des noch nicht abgeschlossenen Jahres 2011 verzichtet.

Abb. 6: Anzahl der Retourenmanagement-Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften⁷⁴

Die relevanten Arbeiten verteilen sich auf insgesamt 75 wissenschaftliche Zeitschriften. Bemerkenswert dabei ist, dass diese Publikationen keinesfalls in unbekannten Nischenjournals erfolgen, sondern durchaus Eingang in etablierte, prestigeträchtige Zeitschriften finden. Besonders häufig erscheinen Veröffentlichungen zum Retourenmanagement demnach in den Titeln „Production and Operations Management“, „Supply Chain Management Review“ sowie „International Journal of Production Economics“. Die in Tab. 6 aufgeführten 19 Journals vereinigen über 55% der Publikationen auf sich.

Zeitschriftenbezeichnung	Jahr	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	Σ	%
Production and Operations Management		0	1	0	0	0	0	3	1	1	1	0	0	7	5,6%
Supply Chain Management Review		1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6	4,8%
International Journal of Production Economics		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4	6	4,8%
Management Science		0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	5	4,0%
European Journal of Operational Research		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	5	4,0%
International Journal of Physical Distribution & Logistics Management		0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	5	4,0%
Decision Sciences		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	4	3,2%
Journal of Business Logistics		0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4	3,2%
Supply Chain Management: An International Journal		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	3,2%
Global Journal of Flexible Systems Management		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3	2,4%
Manufacturing & Service Operations Management		0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3	2,4%
International Journal of Logistics Research and Applications		0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	2,4%

⁷⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

Logistics Research	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1,6%
Marketing Science	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1,6%
Transportation Part E: Logistics and Transportation Review	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	1,6%
Management Research News	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1,6%
International Journal of Production Research	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	1,6%
International Journal of Productivity and Performance Management	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	1,6%
International Journal of Logistics Management	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1,6%
Summe	1	4	3	2	2	4	8	6	10	10	9	10	69	55,2%

Tab. 6: Analyse der Publikationsmedien

Um Aussagen hinsichtlich der untersuchten Problemstellungen und den erzielten Ergebnissen treffen zu können, wurde für alle relevanten Arbeiten eine Kurzzusammenfassung erstellt (vgl. Tab. 7). Besonders häufig bearbeiten die Autoren strategische Themen, die sich mit der Konfiguration des Retourennetzwerks zur Generierung eines Leistungspotenzials befassen. Auch taktische Problemstellungen im Rahmen der Leistungsprogrammplanung finden häufig Beachtung. Eine dritte überproportional große Gruppe thematisiert die Ausgestaltung des Bearbeitungsprozesses. Es existieren nur wenige Aufsätze, die die Kontrolle des Retourenmanagement-Prozesses aufgreifen. Auffällig ist ferner das Hauptaugenmerk auf die Güter- und Materialflüsse. Verhältnismäßig wenige Veröffentlichungen widmen sich den dazugehörigen Informations- und Finanzflüssen.

ID	Quelle	Problemstellung	Ergebnisse
1	<i>Amini/Retzlaff-Roberts (1999)</i>	Ausgestaltung des Retourenbearbeitungs-Prozesses	Durch die Umgestaltung des Retourenprozesses lassen sich unternehmensintern Kosten senken und die kundenseitig wahrgenommene Bearbeitungszeit reduzieren.
2	<i>Antai/Mutshinda (2009)</i>	Vorhersagemöglichkeit des Gesundheitsstatus auf der Basis von Retourenquoten	Arzneimittel-Retourenquoten eignen sich besonders gut zur kurzfristigen Prognose des Gesundheitszustands einer Bevölkerung, wenn das Medikament nur bei wenigen Krankheitsbildern Einsatz findet.
3	<i>Arlbjørn/de Haas/Munksgaard (2011)</i>	Fundierung des Supply Chain Innovation-Ansatzes	Die Firma Cisco konnte durch eine Prozessreorganisation das Retourenmanagement zu einem profitablen Geschäftsbereich wandeln.
4	<i>Asdecker/Wiese (2010)</i>	Ausgestaltung des Retourenbearbeitungs-Prozesses	Durch die Umgestaltung des Retourenprozesses lässt sich die kundenseitig wahrgenommene Bearbeitungszeit reduzieren.
5	<i>Atasu/Guide Jr./Van Wassenhove (2008)</i>	Forschungslücken im Closed-Loop SCM	Zukünftige Forschungsvorhaben sollten insbesondere das Konsumentenverhalten, den Diffusionsprozess und Verfahren zur Retourenbewertung einschließen.

6	<i>Atasu/Sarvary/ Van Wassenhove</i> (2008)	Effektive Aufbereitung von Retouren	Die Profitabilität der Aufbereitung hängt von den Ersparnissen gegenüber den Herstellkosten neuer Produkte, dem Marktwachstum und der Größe des „grünen“ Marktsegments ab.
7	<i>Avittathur/Shah</i> (2004)	Lokale Besonderheiten der Reverse Logistics-Praktiken	Identifikation von Erfolgsfaktoren, darunter die Nutzung von Informationstechnologie sowie die Integration der Produktentwicklung und des Marketings.
8	<i>Badurdeen et al.</i> (2009)	Nachhaltigkeit in Supply Chains	Der Retourenmanagement-Prozess trägt durch die präventive Vermeidung von Retouren zur Nachhaltigkeit in Supply Chains bei.
9	<i>Bandyopadhyay/ Paul</i> (2010)	Ausgestaltung von Rücknahmepolitiken im Handel	In der Praxis beziehen Händler oftmals dieselben Produkte von mehreren Herstellern. Für diese Situation ist eine vollständige Erstattung (Full Credit) das einzig mögliche Nash-Gleichgewicht.
10	<i>Banomyong/ Veerakachen/ Supatn</i> (2008)	Konfiguration des Retourennetzwerks	Die Einrichtung von dezentralen Serviceshops verschiebt den Kundenentkopplungspunkt in Richtung des Retourenversenders. Durch diese leagilen Strukturen ergeben sich signifikante Einsparungen.
11	<i>Barnes/Dhanda</i> (2007)	Branchenspezifische Besonderheiten der Reverse Logistics	Kleinere Stahlhütten entdecken die Aufbereitung von Stahl als attraktiven Markt, der die Flexibilität und Marktnähe kleiner Anbieter begünstigt.
12	<i>Bernon/Cullen</i> (2004)	Identifikation von Retourentreibern	Die Autoren nennen zehn Retourentreiber, darunter die Prognosegenauigkeit, die Promotionsaktivitäten und das Cash Flow Management.
13	<i>Bernon/Cullen</i> (2007)	Bezugsrahmen für das Management von Retouren	Einsatz der drei Managementprinzipien Integration, Kollaboration und Evaluation zur Reduktion und Bearbeitung der Retouren, wobei die Informationstechnologie als positiver Hebel wirkt.
14	<i>Bernon/Rossi/ Cullen</i> (2011)	Bezugsrahmen für die Handels-Reverse Logistics	Der Bezugsrahmen besteht aus der operativen Leistungs-, der organisationalen Integrations- sowie der Berichts- und Kontrollebene.
15	<i>Bhattacharya/ Guide Jr./Van Wassenhove</i> (2006)	Leistungsprogrammplanung mit Retouren	Die Möglichkeit Produkte aufzubereiten, führt zu höheren Bestellmengen durch den Handel. Je größer der Unterschied zwischen Herstell- und Aufbereitungskosten, desto größer die Bestellmenge.
16	<i>Cespón/Castro/ Lundquist</i> (2009)	Lokale Besonderheiten der Reverse Logistics-Praktiken	Bei rund 25% der Respondenten aus Kuba sind die Reverse Logistics-Aktivitäten nicht formalisiert.
17	<i>Chouinard/ D'Amours/ Aït-Kadi</i> (2005)	Ausgestaltung des Retourenbearbeitungs-Prozesses	Die Gestaltung des physischen Retouren- und des Informationsflusses hat einen komplementären Charakter.
18	<i>Condea/Thiesse/ Fleisch</i> (2010)	Konfiguration des Informationsflusses	Die auf dem Radio Frequency Identification (RFID)-Chip gespeicherten Daten ermöglichen eine schnellere Bewertung des Retourenzustands, was den Prozessentkopplungspunkt in Richtung des Retourenversenders verschiebt.

19	<i>Dath/Rajendran/Narashiman (2008)</i>	Erfolgsfaktoren des SCM	Die Supply Chain-Orientierung hat als moderierende Größe einen signifikanten Einfluss auf den Erfolgsbeitrag der Supply Chain Prozesse, wozu das Retourenmanagement zählt.
20	<i>Dath/Rajendran/Narashiman (2010)</i>	Relevanz der SCM-Prozesse	Innerhalb des SCM wird dem Retourenmanagement-Prozess in Indien bisher die geringste Bedeutung zugemessen.
21	<i>Daugherty/Autry/Ellinger (2001)</i>	Ressourcenplanung in der Reverse Logistics	Im Hinblick auf die Zielerreichung weist der Einsatz persönlicher Ressourcen gegenüber finanziellen Ressourcen einen größeren Einfluss auf.
22	<i>Daugherty et al. (2005)</i>	Ressourcenplanung in der Reverse Logistics	Zwischen dem Ressourceneinsatz und der Wirtschaftlichkeit bzw. der Servicequalität lässt sich kein allgemeingültiger signifikanter Zusammenhang nachweisen.
23	<i>de Brito/van der Laan (2009)</i>	Prognosen in Closed-Loop Supply Chains	Als robuste Prognosemethode erweist sich das Verfahren, bei dem neben dem Mittelwert und der Varianz der Nachfrage auch die Retourenwahrscheinlichkeit nach n Perioden und die realisierte Nachfrage in vergangenen Perioden benötigt wird.
24	<i>de Waart/Kemper (2004)</i>	Erfolgsfaktoren der Service Supply Chain	Die Retourendurchlaufzeit ist eine wesentliche Kennzahl der Service Supply Chain. Um diese zu reduzieren, ist die Retourenanzahl zu verringern.
25	<i>Debo/Toktay/Van Wassenhove (2006)</i>	Effektive Aufbereitung von Retouren	Produkte mit einer geringen Diffusionsrate eignen sich besonders gut für die Aufbereitung. Bei Produkten mit einer hohen Diffusionsrate können sich Investitionen in agile und flexible Strukturen lohnen.
26	<i>DeCroix (2006)</i>	Leistungsprogrammplanung in Closed-Loop Supply Chains	Das zu wählende Lösungsverfahren hängt davon ab, wo die Retoure in den Bearbeitungsprozess eintritt.
27	<i>DeCroix/Song/Zipkin (2009)</i>	Leistungsprogrammplanung in Closed-Loop Supply Chains	Die Berücksichtigung von Retouren erhöht den Komplexitätsgrad, ist aber handhabbar. Die zielgerichtete Gleichteileverwendung führt zu Kostensenkungen.
28	<i>Defee/Esper/Mollenkopf (2009)</i>	Closed-Loop Supply Chain Orientierung	Die Closed-Loop Supply Chain Orientierung hängt davon ab, ob externe Faktoren ein Nachhaltigkeitsbewusstsein schaffen und ob ein Unternehmen die Führungsrolle einnimmt.
29	<i>Dissanayake/Singh (2007)</i>	Retourenmanagement im E-Commerce	Identifikation der Rücksendungsgründe, Verwertungsoptionen, Erfolgsbarrieren und eingesetzten Informationstechnologien im australischen Onlinehandel.
30	<i>Edwards/McKinnon/Cullinane (2011)</i>	CO ₂ -Bilanzierung im E-Commerce	Diskussion der Sachverhalte, die bei einer CO ₂ -Bilanzierung des Retourenmanagements im Onlinehandel zu berücksichtigen sind.
31	<i>Erol et al. (2010)</i>	Lokale Besonderheiten der Reverse Logistics-Praktiken	In türkischen Unternehmen befindet sich das Retourenmanagement in einem frühen Evolutionsstadium. Als Grund identifiziert die Studie Defizite in Bezug auf die notwendigen Ressourcen und die Infrastruktur.

32	<i>Ferguson/Guide Jr./Souza</i> (2006)	Anreize zur Retourenverhinderung	Ein geeignetes Instrument zur Verhinderung von Retouren stellen so genannte „Target Rebates“ dar. Unterschreitet der Händler den vereinbarten Zielwert, erhält er pro Mengeneinheit eine Vergütung.
33	<i>Fernández</i> (2005)	Forschungslücken der Reverse Logistics	Es besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der Erfolgsbarrieren, der Berechnung der Reverse Logistics-Kosten, spezieller Kennzahlen und den einzusetzenden Informationstechnologien.
34	<i>Fernández et al.</i> (2008)	Auswahl einer geeigneten Verwertungsoption	Ermittlung der Verwertungsoption durch ein Fuzzy Logic-Modell.
35	<i>French/Discenza</i> (2006)	Branchenspezifische Besonderheiten des Retourenmanagements	Klassifikation der Prozessindustrie-Retouren in interne und externe Retouren. Darauf aufbauend erfolgen eine Analyse der Retourengründe und eine Identifikation spezieller Herausforderungen der Bearbeitung.
36	<i>Galbreth/Blackburn</i> (2010)	Effektive Aufbereitung von Retouren	Aufbereitung an multiplen Standorten unter Berücksichtigung unterschiedlicher Retourenzustände. Identifikation von fünf Handlungsalternativen, die von den vorliegenden Kostenstrukturen unabhängig sind.
37	<i>Gallo/Guerra/Guizzi</i> (2009)	Auswahl einer geeigneten Verwertungsoption	Firmen können Retouren unaufbereitet auf einem Sekundärmarkt anbieten. Der Erfolg hängt von der Retourenquote, dem Retourenzustand und der Auslastung der Bearbeitungskapazität ab.
38	<i>Genchev</i> (2009)	Implementierung des Retourenmanagements	Für eine erfolgreiche Implementierung des Retourenmanagements geben die Autoren vier Handlungsempfehlungen: Binde die Kunden mit ein, reduziere die Komplexität, schätze die Mitarbeiter und initiiere eine unternehmensweite Beteiligung.
39	<i>Georgiadis/Athanasίου</i> (2010)	Effektive Aufbereitung von Retouren	Im aufgestellten Entscheidungsmodell berücksichtigten die Autoren zwei Produktlebenszyklen. Der Markteintritt des zweiten Produkts beeinflusst die Kapazitätsplanung erheblich.
40	<i>Gou et al.</i> (2008a)	Leistungsprogrammplanung in Retourennetzwerken	Die Lösung des aufgestellten Entscheidungsmodells zur Ermittlung der Bearbeitungsmenge führt zu einer modifizierten Form der klassischen Losgrößenformel.
41	<i>Gou et al.</i> (2008b)	Leistungsprogrammplanung in Retourennetzwerken	Entwicklung einer optimalen Bestandhaltungspolitik in einem Retourennetzwerk mit mehreren lokalen und einem zentralen Sammelpunkt.
42	<i>Guide Jr./Li</i> (2010)	Kannibalisierungseffekte zwischen neuen und aufbereiteten Produkten	Während das Kannibalisierungsrisiko bei Konsumgütern minimal ist, besteht bei Handelsgütern eine hohe Kannibalisierungsgefahr.
43	<i>Guide Jr. et al.</i> (2006)	Konfiguration des Retourennetzwerks	Es besteht ein Trade-off zwischen dem Wiederverkaufswert und der Retourendurchlaufzeit. Ein hoher Wertverlust im Zeitverlauf rechtfertigt höhere Kosten für agile/flexible Strukturen.
44	<i>Guide Jr./Van Wassenhove</i> (2001)	Förderung der Retourenakquisition	Als Entscheidungskriterium für oder gegen eine aktive Retourenakquisition eignet sich der Economic Value Added (EVA). Die Akquisitionskosten stellen einen entscheidenden Hebel dar.

45	<i>Halldórsson/ Kotzab/Skjøtt- Larsen (2009)</i>	Nachhaltigkeit in Supply Chains	Integration des Nachhaltigkeitsgedankens durch das Closed-Loop SCM und die Reverse Logistics erfordert ein mehrdimensionales Zielsystem, das neben der Gewinnmaximierung, die ökologischen und sozialen Folgen berücksichtigt.
46	<i>Heisig/ Fleischmann (2001)</i>	Leistungsprogrammplanung in Closed-Loop Supply Chains	Die Lagerhaltungsmodelle mit Retouren weisen die gleichen strukturellen Eigenschaften wie traditionelle Lagerhaltungsmodelle ohne Retouren auf.
47	<i>H'Mida/Lakhal (2007)</i>	Ökologieorientierte Supply Chains	Die Reverse Logistics bildet eine Teilmenge der Green Supply Chain. Zur Ermittlung des Reifegrads der grünen Supply Chain, stellen die Autoren ein auf der Gap-Analyse basierendes Instrument vor.
48	<i>Horvath/Autry/ Wilcox (2005)</i>	Finanzflüsse im Retourenmanagement	Das Entscheidungsmodell ermöglicht die prognosebasierte Risikoeinschätzung eines Liquiditätsengpasses durch Retouren.
49	<i>Hsu/Alexander/ Zhu (2009)</i>	Branchenspezifische Besonderheiten des Retourenmanagements	Retouren sind im Handel besonders zeit- und arbeitsintensiv. In Bezug auf den unternehmensübergreifenden Informationsfluss bestehen große Defizite.
50	<i>Huang et al. (2011)</i>	Anreize zur Retourenverhinderung	Damit der Handel Anstrengungen unternimmt, Retouren zu verhindern, schlägt die Studie vertragsbasierte Seitenzahlungen der Hersteller an den Handel vor. Diese nehmen in Bezug auf die Retourenmenge exponentiell ab.
51	<i>Janse/Schuur/de Brito (2010)</i>	Effektive Aufbereitung von Retouren	Entwicklung eines Modells zur aggregierten Produktionsplanung unter Beachtung aufbereiteter Retouren.
52	<i>Jayaraman (2006)</i>	Effektive Aufbereitung von Retouren	Entwicklung eines Modells zur aggregierten Planung der Aufbereitungsaktivitäten unter Berücksichtigung des Retourenzustands.
53	<i>Jayaraman/Luo (2007)</i>	Erfolgsfaktoren der Reverse Logistics	Um Wettbewerbsvorteile realisieren zu können, müssen Retouren als verderbliche Waren behandelt, eine aktive Retourenförderung betrieben und eine interorganisationale Zusammenarbeit angestrebt werden.
54	<i>Jayaraman/Ross/ Agarwal (2008)</i>	Konfiguration des Informationsflusses	Ein verbesserter Informationsfluss durch den Einsatz von Informationstechnologien kann die unternehmensübergreifende Kollaboration stimulieren und damit Kosten senken.
55	<i>Kant/Singh (2009)</i>	Wissensmanagement in Supply Chains	Das Wissensmanagement kann dazu beitragen, den Corporate Social Responsibility-Gedanken durch die umweltorientierte Gestaltung der Reverse Logistics-Aktivitäten zu realisieren.
56	<i>Kapetanopoulou/ Tagaras (2009)</i>	Auswahl einer geeigneten Verwertungsoption	Bestimmung konkreter Einflussfaktoren für Wahl der Verwertungsoption. Darüber hinaus Erhebung relevanter Einflussgrößen von Entscheidungsmodellen.
57	<i>Karaer/Lee (2007)</i>	Konfiguration des Informationsflusses	Der Nutzen eines reibungslosen Informationsflusses vergrößert sich mit der Länge des Retourenflusses. RFID hat das Potenzial einer Schlüsseltechnologie im Retourenmanagement.

58	<i>Ketzenberg/ Zuidwijk (2009)</i>	Ausgestaltung einer Retourenpolitik	Für viele Szenarien eignet sich eine gemäßigte Rücknahmepolitik. Die Autoren empfehlen, die Bearbeitungsgeschwindigkeit zu erhöhen, die Markunsicherheiten durch bessere Prognosen zu verringern und bei innovativen Produkten die Retourenquote zu senken.
59	<i>Ko/Tiwari/Mehnen (2010)</i>	Verbreitung des Soft Computing im SCM	Die Methoden des Soft Computing sind tolerant gegenüber unvollständiger Information und eignen sich deshalb für das Retourenmanagement. Allerdings sind die Methoden dort bisher nicht weit verbreitet.
60	<i>Kumar/Dieveney/ Dieveney (2009)</i>	Branchenspezifische Besonderheiten der Reverse Logistics	In der Pharmaindustrie wird ein Großteil der Retouren durch Logistikdienstleister abgewickelt. Der Einsatz von RFID-Technik schützt die Retourenflüsse.
61	<i>Kushwaha (2010)</i>	Nachhaltigkeit in Supply Chains	Das Konzept der Reverse Logistics kann ein integraler Bestandteil grüner Supply Chains sein, wenn diese ökologieorientiert ausgestaltet sind.
62	<i>Lambert/García-Dastugue/Croxton (2008)</i>	Implementierung des SCM	Das Retourenmanagement ermöglicht die Identifikation von Fehlerquellen, deren Beseitigung den vorwärts gerichteten Wertschöpfungsfluss verbessert.
63	<i>Lee/Dong (2008)</i>	Konfiguration des Retourennetzwerks	Das entwickelte Entscheidungsmodell integriert vorwärts und rückwärts gerichtete Güterflüsse zur Standort- und Güterflussplanung.
64	<i>Li/Olorunniwo (2008)</i>	Erfolgsfaktoren der Reverse Logistics	Zu den Erfolgsfaktoren zählt ein kundenorientierter Bearbeitungsprozess, die kollaborative Nutzung von Informationstechnologie, die nachdrückliche Unterstützung durch die Unternehmensleitung sowie die laufende Bewertung der Leistungsfähigkeit.
65	<i>Ljungdahl (2000)</i>	Retourenmanagement im E-Commerce	Das Retourenmanagement ist ein integraler Bestandteil des E-Commerce Geschäftsmodells.
66	<i>Madaan/Wadhwa (2010)</i>	Konfiguration des Informationsflusses	Neben der generellen Bereitschaft Informationen unternehmensübergreifend zu teilen, ist auch die Weitergabegeschwindigkeit entscheidend.
67	<i>Madaan/Wadhwa (2007)</i>	Ökologieorientierte Reverse Logistics	Einführung des „Green Index Factor“ zur Bewertung der Ökologieorientierung der Reverse Logistics-Aktivitäten.
68	<i>Mahadevan/Pyke/ Fleischmann (2003)</i>	Leistungsprogrammplanung in Closed-Loop Supply Chains	Die Autoren präsentieren ein Modell der Bestellmengenplanung, das aufbereitete Güter integriert.
69	<i>Martin/Guide Jr./Craighead (2010)</i>	Effektive Aufbereitung von Retouren	Entscheidungsrelevante Größen für die unternehmensinterne Aufbereitung stellen die Spezifität der zur Bearbeitung notwendigen Betriebsmittel, Bedenken hinsichtlich der Weitergabe von Fachwissen und das Retourenvolumen dar.
70	<i>Matthews/ Hendrickson/Soh (2001)</i>	Ökonomische und ökologische Bewertung von Distributionskanälen	Im Buchhandel ist die Retourenquote bei der Bewertung potenzieller Distributionskanäle ein kritischer Einflussfaktor.

71	<i>Min/Ko/Ko</i> (2006)	Konfiguration des Retourennetzwerks	Die Verfasser präsentieren ein Entscheidungsmodell zur Ermittlung der kostenminimalen Anzahl und Lage von Sammelpunkten in einem Retourennetzwerk unter Beachtung der Kundenanforderungen.
72	<i>Min/Ko/Park</i> (2005)	Konfiguration des Retourennetzwerks	Entwicklung eines Entscheidungsmodells zur Ermittlung von Lage, Anzahl, und Größe der Lager- und Bearbeitungsstandorte unter Berücksichtigung von Kapazitätsrestriktionen und Kundenanforderungen.
73	<i>Mollenkopf/Closs</i> (2005)	Best Practices des Retourenmanagements	Aus der Analyse der beschriebenen Fallstudien leiten die Verfasser fünf Handlungsempfehlungen für die Planung, Durchführung und Kontrolle des Retourenflusses ab.
74	<i>Mollenkopf/Frankel/Russo</i> (2011)	Marketingfunktion des Retourenmanagements	Die Untersuchung gibt Hinweise, dass die funktionale Integration dazu beiträgt, Ressourcen für das Retourenmanagement bereitzustellen, die ihrerseits den wahrgenommen Kundennutzen erhöhen.
75	<i>Mollenkopf et al.</i> (2007)	Retourenmanagement im E-Commerce	Die Zufriedenheit der Retourenbearbeitung hängt im E-Commerce signifikant von der Servicequalität, der Benutzerfreundlichkeit der Internetseite und dem notwendigen Retourenaufwand ab.
76	<i>Mollenkopf/Russo/Frankel</i> (2007)	Rolle des Retourenmanagements im SCM	Die Erhebung deutet darauf hin, dass das Retourenmanagement zur funktionalen Integration der Prozesse beiträgt.
77	<i>Mortensen/Lemoine</i> (2008)	Integration zwischen Produzenten und Logistikdienstleistern	Logistikdienstleister übernehmen meist den Transport von retournierten Waren.
78	<i>Mukhopadhyay/Ma</i> (2009)	Auswahl einer geeigneten Verwertungsoption und effektive Aufbereitung von Retouren	Für Retouren, die sich in einem schlechten Zustand befinden, stellt der Wiederverkauf auf einem Sekundärmarkt ohne jegliche Aufbereitung eine praktikable Handlungsalternative dar.
79	<i>Nikoofal/Husseini</i> (2010)	Leistungsprogrammplanung in Closed-Loop Supply Chains	Durch den Einbezug der Retouren sowie der Entsorgungskosten verschiebt sich der Bestellpunkt.
80	<i>Norek</i> (2002)	Ausgestaltung des Retourenbearbeitungs-Prozesses	Durch die Automatisierung des Retourenprozesses ergeben sich Kosten- und Zeiteinsparungen.
81	<i>Ofek/Katona/Sarvary</i> (2011)	Retourenmanagement im Multi-Channel Vertrieb	Die Eröffnung eines zusätzlichen E-Commerce Vertriebskanals, kann dazu führen, dass die Beratungsintensivität in den realen Verkaufsräumen zunimmt, um Retouren zu vermeiden.
82	<i>Ordoobadi</i> (2009)	Outsourcing der Reverse Logistics-Aktivitäten	Entwicklung eines Entscheidungsmodells zur Unterstützung der Make-or-Buy Entscheidung.
83	<i>Petersen/Kumar</i> (2009)	Retourenverhalten von Verbrauchern	Das Retourenverhalten hängt vom Zweck (Geschenke), dem Kaufzeitpunkt (Ferien) und der Produktart (bekannt/unbekannt) zusammen. Darüber hinaus besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Retouren- und dem zukünftigen Kaufverhalten.
84	<i>Ravi/Shankar/Tiwari</i> (2005)	Produktivitätssteigerungen in Computer Supply Chains	Identifikation von Schlüsselfaktoren bei der Einführung des Retourenmanagements in Computer Supply Chains.

85	<i>Richey et al. (2005)</i>	Ausgestaltung des Retourenbearbeitungs-Prozesses	Eine restriktive Retourenpolitik wirkt sich signifikant positiv auf die Kosten und die operative Effektivität aus. Die Anwendung von Informationstechnologien hat einen positiven Einfluss auf die Bearbeitungseffektivität.
86	<i>Richey et al. (2004)</i>	Implementierung der Reverse Logistics	Ein früher Implementierungszeitpunkt wirkt sich positiv auf den Erfolg aus. Der zielgerichtete Ressourceneinsatz hat einen signifikant positiven moderierenden Effekt.
87	<i>Richey/Genchev/Daugherty (2005)</i>	Ressourcenplanung in der Reverse Logistics	Es besteht ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem Ressourceneinsatz und der Innovationsfähigkeit sowie zwischen der Innovationsfähigkeit und der wahrgenommenen operativen Servicequalität.
88	<i>Richey/Genchev/Gabler (2011)</i>	Ausgestaltung des Retourenbearbeitungs-Prozesses	Die Autoren schlagen konkrete Formalisierungsschritte für den Erstkontakt mit dem Versender, den Rücktransport, den Retoureneingang, die Auswahl der Verwertungsoption, die Zahlungsanweisungen sowie die Leistungsmessung vor.
89	<i>Rogers et al. (2002)</i>	Konzeptioneller Rahmen für das Retourenmanagement	Die Autoren stellen einen Referenzprozess für das Retourenmanagement vor und verdeutlichen die Erfolgswirkung der Aktivitäten.
90	<i>Rogers/Rogers/Lembke (2010)</i>	Auswahl einer geeigneten Verwertungsoption	Besonders relevante Sekundärmärkte in den Vereinigten Staaten von Amerika sind der Schrotthandel, Auktionen, Flohmärkte sowie Schnäppchenmärkte.
91	<i>Roy/Nollet/Beaulieu (2006)</i>	Koordination des Retourennetzwerks	In Abhängigkeit von Branche und Produkt ist eine Koordination über die Hierarchie, den Markt oder mittels hybrider Strukturen möglich.
92	<i>Sabbaghi/Vaidyanathan (2008)</i>	Konfiguration des Informationsflusses	Der Einsatz von RFID im Retourenmanagement ermöglicht eine bessere Überwachung der Prozesse sowie eine Verhinderung von Retouren, indem unberechtigte Rücksendungen erkannt und nicht angenommen werden.
93	<i>Samli/Pohlen/Jacobs (2006)</i>	Branchenspezifische Besonderheiten der Reverse Logistics	Im Handel können Überbestände entweder rabattiert verkauft oder an vorgelagerte Supply Chain-Stufen zurückgesendet werden. Ob die letztgenannte Handlungsalternative in Betracht kommt, hängt von der negativen psychologischen Wirkung der Rabatte ab, die den Retourenkosten gegenüberzustellen sind.
94	<i>Schröter/Spengler (2004)</i>	Retouren als Element des Ersatzteilmanagements	Der Aufsatz zeigt vier verschiedene Herangehensweisen zur Sicherstellung der Ersatzteilversorgung auf.
95	<i>Sciarrotta (2003)</i>	Ausgestaltung des Retourenbearbeitungs-Prozesses	Die Fallstudie „Philips“ veranschaulicht, wie sich durch die Neuausrichtung des Retourenmanagements Kosten einsparen lassen.
96	<i>Sedlak (2001)</i>	Rolle des Retourenmanagements im e-Fulfillment	Die Bearbeitungsgeschwindigkeit der Retouren sollte sich an deren Haltbarkeit orientieren.
97	<i>Shi/Zhang/Shi (2011)</i>	Leistungsprogrammplanung in Closed-Loop Supply Chains	Die Retourenaufbereitung kann durch ihren geringeren Ressourceneinsatz dazu beitragen, Kapazitätsengpässe abzufangen.

98	<i>Shulman/Coughlan/Savaskan</i> (2011)	Ausgestaltung einer Retourenpolitik	Eine Rücknahmegebühr verringert die Nachfrage, was zu einer geringeren Abnahmemenge durch den Handel führt. Deshalb nehmen viele Hersteller Retouren an, selbst wenn der Handel die Bearbeitung effizienter vollziehen könnte.
99	<i>Shulman/Coughlan/Savaskan</i> (2009)	Ausgestaltung einer Retourenpolitik	Verkäufer haben die Möglichkeit, das Retourenverhalten durch den Verkaufspreis, die Höhe der Rücknahmegebühr und die Bereitstellung von Produktinformationen zu beeinflussen. Zwischen den Einflussfaktoren bestehen Interdependenzen.
100	<i>Srivastava</i> (2008)	Konfiguration des Retourennetzwerks	Die Netzwerkkonfiguration hat einen fundamentalen Einfluss auf die Profitabilität der Verwertungsaktivitäten. Für einen positiven Gewinnbeitrag muss eine kritische Masse überschritten werden.
101	<i>Srivastava/Srivastava</i> (2006)	Konfiguration des Retourennetzwerks	Entwicklung eines Modells zur prognosebasierten Standort- und Güterflussplanung. Darüber hinaus Ermittlung der für den Modelleinsatz notwendigen Parameterwerte.
102	<i>Stock/Spohr/Shear</i> (2006)	Ausgestaltung des Retourenbearbeitungs-Prozesses	Entwicklung eines Referenzprozesses für die operative Retourenbearbeitung.
103	<i>Stock/Mulki</i> (2009)	Ausgestaltung des Retourenbearbeitungs-Prozesses	Empirische Überprüfung zahlreicher Hypothesen zur Ausgestaltung des Bearbeitungsprozesses. Dabei belegen die Autoren unter anderem, dass das Retourenmanagement meist nicht organisational verankert und die Prozessformalisierung nicht weit vorangeschritten ist.
104	<i>Su/Lin/Lee</i> (2011)	Leistungsprogrammplanung in Closed-Loop Supply Chains	Ein durch Gleichteileverwendung flussabwärts verschobener Kundenentkopplungspunkt reduziert den Mittelwert und die Varianz der Montagezeit.
105	<i>Subramoniam/Huisingh/Chinnam</i> (2010)	Effektive Aufbereitung von Retouren	Die Entscheidung für oder gegen die Retourenaufbereitung hängt insbesondere von den finanziellen Folgen (Financial Impact), dem Produktdesign (Product Design) und der Notwendigkeit, geistiges Eigentum (Intellectual Property) zu schützen, ab.
106	<i>Tarn et al.</i> (2003)	Rolle des Retourenmanagements im e-Fulfillment	Der operative Retourenbearbeitungs-Prozess nimmt eine zentrale Rolle im Konzept des e-Fulfillment ein.
107	<i>Taylor</i> (2001)	Koordination des Retourennetzwerks	Eine Rückgabemöglichkeit des Handels erzeugt nur bei konstanten Verkaufspreisen eine Win-Win-Situation. Bei fallenden Preisen ist ferner eine Seitenzahlung des Herstellers für die nicht verkauften Mengeneinheiten am Ende der Verkaufssaison notwendig.
108	<i>Taylor</i> (2002)	Koordination des Retourennetzwerks	Zur Koordination des Gesamtsystems ist es notwendig, Retouren des Handels zuzulassen und diese mit einem Anreizsystem zu verknüpfen. Hierfür eignen sich „Target Rebates“.
109	<i>Teunter/Flapper</i> (2010)	Leistungsprogrammplanung in Retourennetzwerken	Fließt der Retourenzustand nicht mit in die Planung ein, führt dies zur Akquisition von zu vielen oder zu wenigen Einheiten, was zu Kostensteigerungen führt.

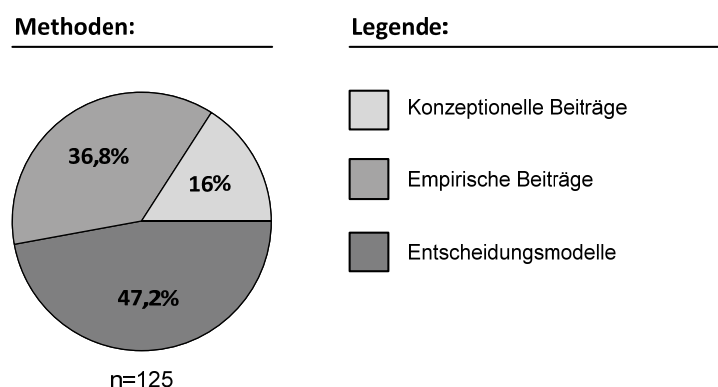
110	<i>van der Laan</i> (2003)	Leistungsprogrammplanung in Closed-Loop Supply Chains	Die Lösungsqualität der Durchschnittskostenmethode im Vergleich zur Kapitalwertmethode hängt erheblich von der richtigen Wahl der Bestandskosten (Holding Cost) ab.
111	<i>Van Wassenhove/Zikopoulos</i> (2010)	Effektive Aufbereitung von Retouren	Der Bewertung des Retourenzustands obliegt ein erhebliches Fehlerpotenzial. Eine Überschätzung des Retourenzustands kommt einer Unterschätzung der Aufbereitungskosten gleich. Deshalb schlagen die Autoren genaue Bewertungskriterien und -regeln vor.
112	<i>Vorasayan/Ryan</i> (2006)	Effektive Aufbereitung von Retouren	Entscheidungsträger müssen vor der Aufbereitung von Produkten Wechselwirkungen beachten. So beeinflusst die Preisfestsetzung die Nachfrage nach neuen und wiederaufbereiteten Produkten.
113	<i>Wadhwa/Madaan</i> (2007a)	Wissensmanagement im Retourenmanagement	Entwicklung eines konzeptionellen Bezugsrahmens für das Wissensmanagement in rückwärts gerichteten Supply Chains.
114	<i>Wadhwa/Madaan</i> (2007b)	Auswahl einer geeigneten Verwertungsoption	Entwicklung eines Fuzzy Logic-basierten Entscheidungsmodells zur Auswahl der geeigneten Verwertungsoption.
115	<i>Wadhwa/Madaan/Chan</i> (2009)	Auswahl einer geeigneten Verwertungsoption	Die Autoren entwickeln ein Fuzzy Logic-basiertes multikriterielles Entscheidungsunterstützungssystem zur Auswahl der geeigneten Verwertungsoption.
116	<i>Wadhwa/Madaan/Verma</i> (2009)	Konfiguration des Informationsflusses	Durch die flexible Konfiguration des Informationsflusses und die Schaffung einer breiten Datenbasis mit Zugriffsmöglichkeit lassen sich Kosteneinsparungen von bis zu 45% erzielen.
117	<i>Wei/Li/Cai</i> (2011)	Leistungsprogrammplanung in Closed-Loop Supply Chains	Um den Unsicherheiten des Nachfrageverlaufs, des Retourenzustands und der Retourenanzahl entgegenzuwirken, entwickeln die Autoren eine robuste Optimierungsmethode.
118	<i>Wilcox et al.</i> (2011)	Finanzflüsse im Retourenmanagement	Das Entscheidungsmodell mit stochastischen Größen bildet die Grundlage zur Prognose des Retourenvolumens und der daraus entstehenden Liquiditätsengpässe.
119	<i>Wu/Cheng</i> (2007)	Branchenspezifische Besonderheiten der Reverse Logistics	Als entscheidende Erfolgsfaktoren der Reverse Logistics im chinesischen Verlagswesen stellen sich der Einsatz von Informationssystemen und die Mitarbeiterqualifikation heraus.
120	<i>Xu/Jiang</i> (2009)	Erfolgsfaktoren der Reverse Logistics	Die Autoren nennen mit internen Versäumnissen, hoher Komplexität und mangelnder Erfahrung drei Erfolgsbarrieren. Um diese zu überwinden, schlagen sie vor, die Unterstützung durch die Unternehmensleitung zu steigern, „Zero Returns“-Politiken zu nutzen und die Kompetenzen der Mitarbeiter zu stärken.
121	<i>Yang/Qin/Lee</i> (2009)	Koordination des Retourennetzwerks und Konfiguration des Informationsflusses	Liegt unvollständige Information vor, sollte der Hersteller darauf bedacht sein, die Bearbeitungsgeschwindigkeit an den Bearbeitungskosten auszurichten.

122	<i>Zerhouni/Gayon/ Frein (2011)</i>	Leistungsprogrammplanung in Closed-Loop Supply Chains	Entwicklung einer Heuristik zur Ermittlung des optimalen Bestellniveaus in einem System, dass die Retourenmenge als eine von der Endkundennachfrage abhängige Größe ausweist.
123	<i>Zikopoulos/Tagaras (2007)</i>	Konfiguration des Retou- rennetzwerks und effektive Aufbereitung von Retouren	Der Retourenzustand hat einen großen Einfluss auf die Standort- und Güterflussplanung sowie die Profi- tabilität der Wiederaufbereitungsaktivitäten.
124	<i>Zikopoulos/Tagaras (2008)</i>	Ausgestaltung des Retou- renbearbeitungs-Prozesses	Die Vorteilhaftigkeit eines automatischen Sortier- vorgangs vor der Verwertung hängt von den anfall- enden Kosten, der Sortiergenauigkeit und dem er- warteten Retourenzustand ab.
125	<i>Zuidwijk/Krikke (2008)</i>	Ökologieorientiertes Retou- renmanagement	Das ökologische Produktdesign ist dem verbesserten Verwertungsprozess langfristig vorzuziehen. Durch das gleicheilebasierte Produktdesign lässt sich die Heterogenität der rückwärts gerichteten Güterflüsse reduzieren und die Bearbeitungseffizienz erhöhen.

Tab. 7: Problemstellungen und Ergebnisse der identifizierten relevanten Arbeiten

Die in der ersten Spalte von Tab. 7 eingeführte Identifikationsnummer ermöglicht eine nachvollziehbare Untersuchung (vgl. Anhang) der eingesetzten Methoden sowie der in den Beiträgen behandelten Retourenmanagement-Aufgaben und -Institutionen.

Aus methodischer Perspektive machen die Publikationen, die eine Problemstellung mithilfe eines mathematischen Entscheidungsmodells beantworten, den größten Anteil (47,2%) aus. Mit geringem Abstand folgen empirische (36,8%) und literaturgestützte konzeptionelle (16%) Beiträge. In der Gesamtbetrachtung ergibt sich ein relativ ausgewogenes Methodenverhältnis (vgl. Abb. 7).

Abb. 7: Verteilung der angewendeten Methoden⁷⁵

Neben der Fragestellung durch welche Methoden die Autoren zu ihren Erkenntnissen gelangen, sind für die Ermittlung des zukünftigen Forschungsbedarfs die inhaltlichen Schwerpunktsetzungen von Relevanz.

⁷⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

Eine Zuordnung⁷⁶ der bearbeiteten Problemstellungen zu den Aufgaben des Retourenmanagements verdeutlicht, dass ein Großteil der Publikationen auf die reaktive Retourenbearbeitung (82,4%) und nur ein kleiner Teil auf die präventive Retourenvermeidung (15,2%), die Retourenverhinderung (20%) und/oder die Retourenförderung (9,6%) bestellen (vgl. Abb. 8). Offensichtlich sind viele Veröffentlichungen an der Schnittstelle zur Reverse Logistics, der Retourenbearbeitung durch die Retourenlogistik, angesiedelt. Allerdings ist das Retourenvolumen – wie von vielen Arbeiten angenommen – keine feststehende Größe, sondern lässt sich aktiv beeinflussen.

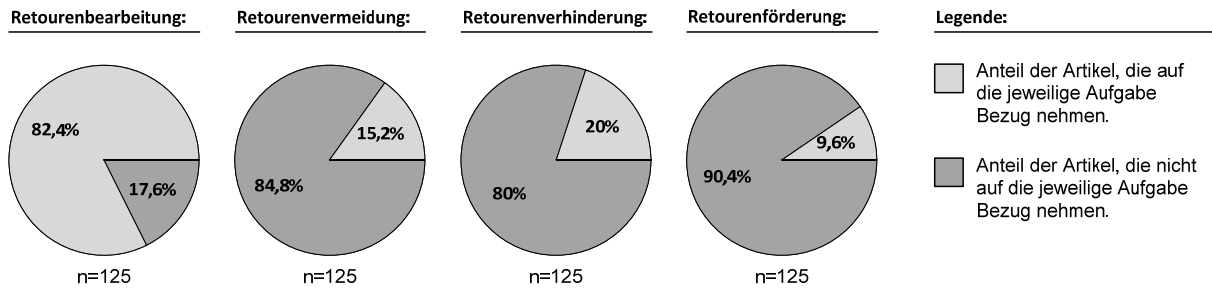


Abb. 8: Bezugnahme der Artikel auf die Retourenmanagement-Aufgaben⁷⁷

Auf der institutionellen Ebene beteiligen sich im Kern vier Institutionen am Retourenmanagement-Prozess. Die recherchierten Arbeiten berücksichtigen bei ihren Ausführungen hauptsächlich Produzenten (79,2%) und Händler (51,2%). Nur wenige Beiträge zielen speziell auf Logistikdienstleister (8%) und Endkunden (8,8%) ab (vgl. Abb. 9).

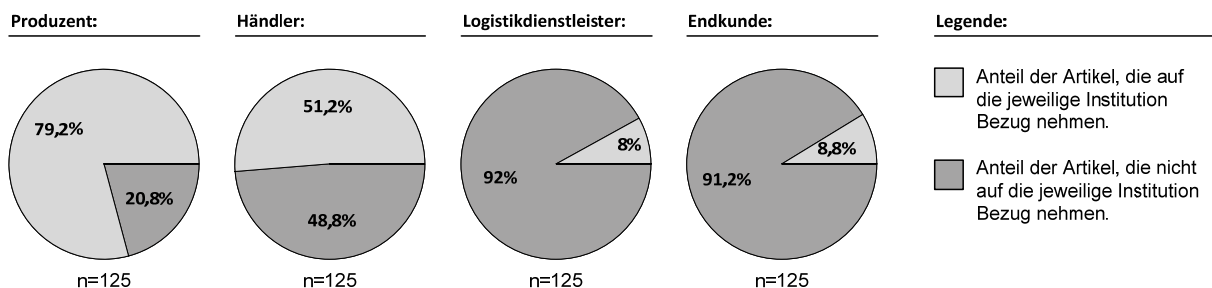


Abb. 9: Bezugnahme der Artikel auf die Institutionen des Retourenmanagements⁷⁸

Eine Kombination der bisherigen Erkenntnisse offenbart vier wesentliche Forschungslücken. Erstens ist eine Auseinandersetzung mit der Kontrolle des Retourenmanagement-Prozesses wünschenswert. Von zentralem Interesse ist dabei, welche Kennzahlen und/oder Kennzahlensysteme sich für den Einsatz in Retourennetzwerken eignen. Zweitens ist stärker auf die Konfiguration des Informations- und Finanzflusses abzustellen. Hierbei bedarf es unter anderem der Klärung, welche Anforderungen Retourenmanagement-Informationssysteme befriedigen müssen. Drittens sollten sich zu-

⁷⁶ Ein Beitrag kann mehreren Aufgabenstellungen und Institutionen des Retourenmanagements zugeordnet werden.

⁷⁷ Quelle: Eigene Darstellung.

⁷⁸ Quelle: Eigene Darstellung.

künftige Forschungsprojekte verstärkt dem präventiven Retourenmanagement widmen. Viertens gilt es, verstärkt aus der Perspektive von Logistikdienstleistern und Endkunden zu argumentieren. Besondere Aufmerksamkeit verdient dabei die Untersuchung des Retourenverhaltens.

4 Zusammenfassung

Der vorliegende Essay leistet einen Beitrag zur konzeptionellen Fundierung des Retourenmanagements. Hierfür werden zunächst eine Nominaldefinition vorgestellt, die vier Aufgaben des Retourenmanagements erläutert und eine Abgrenzung zum Reverse Logistics-Ansatz vollzogen. Darauf aufbauend ermittelt eine Literaturanalyse den Stand der Retourenmanagement-Forschung. Insgesamt gelingt die Identifikation von 125 relevanten Publikationen aus wissenschaftlichen Zeitschriften. Die in Tab. 7 präsentierten Kurzzusammenfassungen der untersuchten Arbeiten geben sowohl Wissenschaftlern als auch Praktikern einen guten Überblick hinsichtlich des vorhandenen theoretischen Lösungsangebots. Darauf aufbauend erfolgt die systematische Ableitung zukünftiger Forschungsfragen. Demnach besteht weiterhin ein Bedarf an Untersuchungen, die die Kontrollfunktion, die Informations- und Finanzflüsse sowie das präventive Retourenmanagement, das heißt die Vermeidung, Verhinderung sowie Förderung von Retouren, fokussieren und dabei das Retourenmanagement aus Sicht der Logistikdienstleister und Endkunden betrachten.

5 Anhang

Im Folgenden finden sich die Klassifizierungsergebnisse der Literaturanalyse.

Methodische Klassifikation:

Kategorie	Artikel-ID	Σ	%
M1	5, 8, 28, 30, 44, 45, 47, 53, 55, 59, 60, 61, 62, 70, 92, 93, 96, 106, 113, 120	20	16,0%
M2	3, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 29, 31, 33, 35, 38, 42, 43, 49, 51, 56, 64, 65, 69, 73, 74, 75, 76, 77, 80, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 95, 102, 103, 105, 119	46	36,8%
M3	1, 2, 4, 6, 9, 15, 18, 23, 25, 26, 27, 32, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 46, 48, 50, 52, 54, 57, 58, 63, 66, 67, 68, 71, 72, 78, 79, 81, 82, 84, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 122, 123, 124, 125	59	47,2%

Thematische Klassifikation (Aufgaben):

Kategorie	Artikel-ID	Σ	%
IA1	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125	103	82,4%
IA2	8, 11, 12, 14, 24, 28, 32, 50, 51, 55, 61, 62, 76, 80, 81, 89, 95, 98, 113	19	15,2%
IA3	8, 9, 12, 14, 24, 28, 34, 48, 50, 51, 54, 58, 62, 75, 76, 83, 89, 92, 93, 95, 98, 99, 108, 113, 120	25	20,0%
IA4	9, 15, 44, 51, 53, 55, 83, 94, 97, 107, 108, 113	12	9,6%
IA5	2, 13, 20, 29, 30, 31, 33, 46, 59, 70, 84, 91	12	9,6%

Thematische Klassifikation (Institutionen):

Kategorie	Artikel-ID	Σ	%
II1	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 125	99	79,2%
II2	1, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 29, 30, 32, 34, 38, 43, 46, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 58, 60, 61, 62, 65, 66, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 99, 102, 103, 106, 107, 108, 113, 116, 119, 120, 122	64	51,2%
II3	1, 10, 12, 45, 60, 64, 77, 82, 91, 121	10	8%
II4	1, 5, 10, 12, 38, 60, 71, 81, 91, 96, 98,	11	8,8%
II5	2, 28, 33, 59	4	3,2%

6 Literaturverzeichnis

- Amini, M.M.; Retzlaff-Roberts, D. (1999): Reverse Logistics Process Reengineering: Improving Customer Service Quality, in: Cycle Time Research 5(1), S. 31-42.
- Antai, I.; Mutshinda, C.M. (2009): Health status assessment using reverse supply chain data, in: Management Research Review 27(4), S. 111-122.
- Arnbjörn, J.S.; de Haas, H.; Munksgaard, K.B. (2011): Exploring supply chain innovation, in: Logistics Research 3(1), S. 3-18.
- Asdecker, B.; Wiese, J. (2010): Supply Chain Management: Simulationsgestützte Konfiguration des Retourenmanagement-Prozesses in einem KMU, in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis 62(1), S. 38-55.

- Atasu, A.; Guide Jr., V.D.R.; Van Wassenhove, L.N. (2008): Product Reuse Economics in Closed-Loop Supply Chain Research, in: *Production and Operations Management* 17(5), S. 483-496.
- Atasu, A.; Sarvary, M.; Van Wassenhove, L.N. (2008): Remanufacturing as a Marketing Strategy, in: *Management Science* 54(10), S. 1731-1746.
- Avittathur, B.; Shah, J. (2004): Tapping Product Returns through Efficient Reverse Supply Chains: Opportunities and Issues, in: *IIMB Management Review* 16(4), S. 84-93.
- Badurdeen, F.; Iyengar, D.; Goldsby, T.J.; Metta, H.; Gupta, S.; Jawahir, I.S. (2009): Extending total life-cycle thinking to sustainable supply chain design, in: *International Journal of Product Lifecycle Management* 4(1-3), S. 49-67.
- Bandyopadhyay, S.; Paul, A.A. (2010): Equilibrium returns policies in the presence of supplier competition, in: *Marketing Science* 29(5), S. 846-857.
- Banomyong, R.; Veerakachen, V.; Supatn, N. (2008): Implementing leagility in reverse logistics channels, in: *International Journal of Logistics Research and Applications* 11(1), S. 31-47.
- Barnes, W.; Dhanda, K.K. (2007): Reverse Logistics And Clean Technology Adoption: The Case Of The Steel Industry, in: *International Business & Economics Research Journal* 6(9), S. 7-20.
- Bernon, M.; Cullen, J. (2004): The drivers of product returns in UK high street retailing, in: *Supply Chain Practice* 6(3), S. 44-54.
- Bernon, M.; Cullen, J. (2007): An integrated approach to managing reverse logistics, in: *International Journal of Logistics Research and Applications* 10(1), S. 41-56.
- Bernon, M.; Rossi, S.; Cullen, J. (2011): Retail reverse logistics: a call and grounding framework for research, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 41(5), S. 484-510.
- Bhattacharya, S.; Guide Jr., V.D.R.; Van Wassenhove, L.N. (2006): Optimal Order Quantities with Remanufacturing Across New Product Generations, in: *Production and Operations Management* 15(3), S. 421-431.
- Blackburn, J.; Guide Jr., D.; Souza, G.; Van Wassenhove, L. (2004): Reverse Supply Chains for commercial returns, in: *California Management Review* 46(2), S. 6-22.
- Borade, A.B.; Bansod, S.V. (2007): Domain of Supply Chain Management – A State of the Art, in: *Journal of Technology Management & Innovation* 2(4), S. 109-121.
- Carter, C.R.; Ellram, L.M. (1998): Reverse Logistics: A review of the literature and framework for future investigation, in: *Journal of Business Logistics* 19(1), S. 85-102.
- Cespón, M.F.; Castro, R.C.; Lundquist, J. (2009): Empiric Study on Reverse Logistic Strategies in the Manufacturing Sector in the Central Area of Cuba, in: *Journal of Operations and Supply Chain Management* 2(2), S. 72-82.
- Chan, H.K.; Yin, S.; Chan, F.T.S. (2010): Implementing just-in-time philosophy to reverse logistics systems: a review, in: *International Journal of Production Research* 48(21), S. 6293-6313.
- Chouinard, M.; D'Amours, S.; Aït-Kadi, D. (2005): Integration of reverse logistics activities within a supply chain information system, in: *Computers in Industry* 56(1), S. 105-124.
- Clendenin, J.A. (1997): Closing the Supply Chain Loop: Reengineering the Returns Channel Process, in: *The International Journal of Logistics Management* 8(1), S. 75-85.
- Condea, C.; Thiesse, F.; Fleisch, E. (2010): Assessing the impact of RFID and sensor technologies on the returns management of time-sensitive products, in: *Business Process Management Journal* 16(6), S. 954-971.
- Cooper, H.; Hedges, L.V. (1994): Research Synthesis as a Scientific Enterprise, in: Cooper, H.; Hedges, L.V. (Eds.): *The Handbook of Research Synthesis*, New York, S. 3-14.
- Croxtan, K.L.; García-Dastugue, S.J.; Lambert, D.M.; Rogers, D.S. (2001): The Supply Chain Management Processes, in: *The International Journal of Logistics Management* 12(2), S. 13-36.
- Dath, T.N.S.; Rajendran, C.; Narashiman, K. (2008): A study on supply chain management from the retailer's perspective, in: *International Journal of Procurement Management* 1(4), S. 453-471.

- Dath, T.N.S.; Rajendran, C.; Narashiman, K. (2010): An empirical study on supply chain management in India: the perspective of original equipment manufacturers and suppliers, in: *European Journal of Industrial Engineering* 4(1), S. 2-39.
- Daugherty, P.J.; Autry, C.W.; Ellinger, A.E. (2001): Reverse Logistics: The Relationship between Ressource Commitment and Program Performance, in: *Journal of Business Logistics* 22(1), S. 107-123.
- Daugherty, P.J.; Richey, R.G.; Genchev, S.E.; Chen, H. (2005): Reverse Logistics: Superior performance through focused resource commitments to information technology, in: *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 41(2), S. 77-92.
- de Brito, M.P.; Dekker, R. (2004): A Framework for Reverse Logistics, in: Dekker, R.; Fleischmann, M.; Inderfurth, K.; Van Wassenhove, L.N. (Hrsg.): *Reverse Logistics: Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains*, Berlin, S. 3-27.
- de Brito, M.P.; van der Laan, E.A. (2009): Inventory control with product returns: The impact of imperfect information, in: *European Journal of Operational Research* 194(1), S. 85-101.
- de Waart, D.; Kemper, S. (2004): 5 steps to service supply chain excellence, in: *Supply Chain Management Review* 8(1), S. 28-35.
- Debo, L.G.; Toktay, L.B.; Van Wassenhove, L.N. (2006): Joint Life-Cycle Dynamics of New and Remanufactured Products, in: *Production and Operations Management* 15(4), S. 498-513.
- DeCroix, G.A. (2006): Optimal Policy for a Multiechelon Inventory System with Remanufacturing, in: *Operations Research* 54(3), S. 532-543.
- DeCroix, G.A.; Song, J.-S.; Zipkin, P.H. (2009): Managing an Assemble-to-Order System with Returns, in: *Manufacturing & Service Operations Management* 11(1), S. 144-159.
- Defee, C.C.; Esper, T.; Mollenkopf, D. (2009): Leveraging closed-loop orientation and leadership for environmental sustainability, in: *Supply Chain Management: An International Journal* 14(2), S. 87-98.
- Dissanayake, D.; Singh, M. (2007): Managing returns in e-business, in: *Journal of Internet Commerce* 6(2), S. 35-49.
- Durst, S.M.; Sucky, E. (2010): Lieferantenentwicklung: Stand der empirischen Forschung, in: Bogaschewsky, R.; Eßig, M.; Lasch, R.; Stölzle, W. (Hrsg.): *Supply Management Research: Aktuelle Forschungsergebnisse 2009*, Wiesbaden, S. 37-72.
- Edwards, J.; McKinnon, A.; Cullinane, S. (2011): Comparative carbon auditing of conventional and online retail supply chains: a review of methodological issues, in: *Supply Chain Management: An International Journal* 16(1), S. 57-63.
- Erol, I.; Velioğlu, M.N.; Serifoğlu, F.S.; Büyükoğkan, G.; Aras, N.; Çakar, N.D.; Korugan, A. (2010): Exploring reverse supply chain management practices in Turkey, in: *Supply Chain Management: An International Journal* 15(1), S. 43-54.
- Ferguson, M.; Guide Jr., V.D.R.; Souza, G.C. (2006): Supply Chain Coordination for False Failure Returns, in: *Manufacturing & Service Operations Management* 8(4), S. 376-393.
- Fernández, I. (2003): The Concept of Reverse Logistics. A Review of Literature, Annual Conference for Nordic Researchers in Logistics NOFOMA, <http://gio.uniovi.es/documentos/bel-li/nofoma.pdf> [Stand: 01.07.2011].
- Fernández, I. (2005): Identification of Research Areas Within Reverse Logistics- A Focus Group Technique Application, in: *Journal of Management Systems* 17(1), S. 17-25.
- Fernández, I.; Puente, J.; García, N.; Gómez, A. (2008): A Decision-Making Support System on a Products Recovery Management Framework. A Fuzzy Approach, in: *Concurrent Engineering: Research and Applications* 16(2), S. 129-138.
- Fettke, P. (2007): Supply Chain Management: Stand der empirischen Forschung, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 77(4), S. 417-461.
- Fisher, C. (2007): *Researching and Writing a Dissertation: A Guidebook for Business Students*, 2nd Ed., Harlow.

- Fleischmann, M.; Bloemhof-Ruwaard, J.M.; Dekker, R.; van der Laan, E.; van Nunen, J.A.E.E.; Van Wassenhove, L.N. (1997): Quantitative models for reverse logistics: A review, in: *European Journal of Operational Research* 103(1), S. 1-17.
- French, M.L.; Discenza, R. (2006): Returns in process industries: a managerial perspective, in: *Management Research News* 29(12), S. 769-781.
- Gabriel, G. (2005): Definition, in: Mittelstraß, J. (Hrsg.): *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie: C - F*, 2. Aufl., Stuttgart, S. 137-139.
- Galbreth, M.R.; Blackburn, J.D. (2010): Offshore Remanufacturing with Variable Used Product Condition, in: *Decision Sciences* 41(1), S. 5-20.
- Gallo, M.; Guerra, L.; Guizzi, G. (2009): Hybrid Remanufacturing/ Manufacturing Systems: secondary markets issues and opportunities, in: *WSEAS Transactions on Business and Economics* 6(1), S. 31-41.
- Ganesh, J. (2004): Managing customer preferences in a multi-channel environment using Web services, in: *International Journal of Retail & Distribution Management* 32(3), S. 140-146.
- Genchev, S.E. (2009): Reverse logistics program design: A company study, in: *Business Horizons* 52(2), S. 139-148.
- Georgiadis, P.; Athanasiou, E. (2010): The impact of two-product joint lifecycles on capacity planning of remanufacturing networks, in: *European Journal of Operational Research* 202(2), S. 420-433.
- Giménez, C.; Lourenço, H.R. (2008): e-SCM: internet's impact on supply chain processes, in: *The International Journal of Logistics Management* 19(3), S. 309-343.
- Google (2011): Über Google Scholar, <http://scholar.google.de/intl/de/scholar/about.html> [Stand: 01.07.2011].
- Götze, U.; Mikus, B. (1999): *Strategisches Management*, Chemnitz.
- Gou, Q.; Liang, L.; Huang, Z.; Xu, C. (2008a): A joint inventory model for an open-loop reverse supply chain, in: *International Journal of Production Economics* 116(1), S. 28-42.
- Gou, Q.; Ren, L.; Liang, L.; Huang, Z. (2008b): An inventory approach for a Local Collection Point in reverse supply chains, in: *International Journal of Sustainable Society* 1(1), S. 55-84.
- Grochla, E. (1962): Voraussetzungen einer optimalen Unternehmensplanung. In: *Management International* 2(2), S. 59-66.
- Guide Jr., V.D.R.; Li, J. (2010): The Potential for Cannibalization of New Products Sales by Remanufactured Products, in: *Decision Sciences* 41(3), S. 547-572.
- Guide Jr., V.D.R.; Souza, G.C.; Van Wassenhove, L.N.; Blackburn, J.D. (2006): Time Value of Commercial Product Returns, in: *Management Science* 52(8), S. 1200-1214.
- Guide Jr., V.D.R.; Van Wassenhove, L.N. (2001): Managing product returns for remanufacturing, in: *Production and Operations Management* 10(2), S. 142-155.
- Guide Jr., V.D.R.; Van Wassenhove, L.N. (2006): Closed-Loop Supply Chains: An Introduction to the Teature Issue (Part 1), in: *Production and Operations Management* 15(3), S. 345-350.
- Guide Jr., V.D.R.; Van Wassenhove, L.N. (2009): The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research, in: *Operations Research* 57(1), S. 10-18.
- H'Mida, S.; Lakhal, S.Y. (2007): A model for assessing the greenness effort in a product supply chain, in: *International Journal of Global Environmental Issues* 7(1), S. 4-24.
- Halldórsson, Á.; Kotzab, H.; Skjøtt-Larsen, T. (2009): Supply chain management on the crossroad to sustainability: a blessing or a curse?, in: *Logistics Research* 1(2), S. 83-94.
- Hart, C. (1998): *Doing a Literature Review: Releasing the Social Science Research Imagination*, London.
- Heisig, G.; Fleischmann, M. (2001): Planning stability in a product recovery system, in: *OR Spectrum* 23(1), S. 25-50.
- Horvath, P.A.; Autry, C.W.; Wilcox, W.E. (2005): Liquidity implications of reverse logistics for retailers: A Markov chain approach, in: *Journal of Retailing* 81(3), S. 191-203.

- Hsu, H.S.; Alexander, C.A.; Zhu, Z. (2009): Understanding the reverse logistics operations of a retailer: a pilot study, in: *Industrial Management & Data Systems* 109(4), S. 515-531.
- Huang, X.; Choi, S.-M.; Ching, W.-K.; Siu, T.K.; Huang, M. (2011): On supply chain coordination for false failure returns: A quantity discount contract approach, in: *International Journal of Production Economics*, in press.
- Hungenberg, H. (2008): *Strategisches Management in Unternehmen: Ziele – Prozesse – Verfahren*, 5. Aufl., Wiesbaden.
- Isermann, H.; Houtman, J. (1998): Entsorgungslogistik in Industrieunternehmen, in: Isermann, H. (Hrsg.): *Logistik: Gestaltung von Logistiksystemen*, 2. Aufl., Landsberg/Lech, S. 303-320.
- Janse, B.; Schuur, P.; de Brito, M.P. (2010): A reverse logistics diagnostic tool: The case of the consumer electronics industry, in: *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 47(5-8), S. 495-513.
- Jascó, P. (2005): Google Scholar: the pros and cons, in: *Online Information Review* 29(2), S. 208-214.
- Jayaraman, V. (2006): Production planning for closed-loop supply chains with product recovery and reuse: an analytical approach, in: *International Journal of Production Research* 44(5), S. 981-998.
- Jayaraman, V.; Luo, Y. (2007): Creating competitive advantages through new value creation: a reverse logistics perspective, in: *The Academy of Management Perspectives* 21(2), S. 56-73.
- Jayaraman, V.; Ross, A.D.; Agarwal, A. (2008): Role of information technology and collaboration in reverse logistics supply chains, in: *International Journal of Logistics Research and Applications* 11(6), S. 409-425.
- Kant, R.; Singh, M.D. (2009): Knowledge management implementation in supply chains: a strategic plan, in: *International Journal of Business Information Systems* 4(6), S. 655-672.
- Kapetanopoulou, P.; Tagaras, G. (2009): An empirical investigation of value-added product recovery activities in SMEs using multiple case studies of OEMs and independent remanufacturers, in: *Flexible Services and Manufacturing Journal* 21(3-4), S. 92-113.
- Karaer, Ö.; Lee, H.L. (2007): Managing the Reverse Channel with RFID-Enabled Negative Demand Information, in: *Production and Operations Management* 16(5), S. 625-645.
- Ketzenberg, M.E.; Zuidwijk, R.A. (2009): Optimal Pricing, Ordering, and Return Policies for Consumer Goods, in: *Production and Operations Management* 18(3), S. 344-360.
- Kirsch, W. (1997): *Betriebswirtschaftslehre: Eine Annäherung aus der Perspektive der Unternehmensführung*, 4. Aufl., München.
- Ko, M.; Tiwari, A.; Mehnen, J. (2010): A review of soft computing applications in supply chain management, in: *Applied Soft Computing* 10(3), S. 661-674.
- Köcher, M.-M. (2006): *Fulfillment im Electronic Commerce: Gestaltungsansätze, Determinanten, Wirkungen*, Wiesbaden.
- Kumar, S.; Dieveney, E.; Dieveney, A. (2009): Reverse logistics process control measures for the pharmaceutical industry supply chain, in: *International Journal of Productivity and Performance Management* 58(2), S. 188-204.
- Kumar, V.; Dao, A. (2006): Reverse Supply Chain Management: An Integrated Research Framework, in: *Production and Operations Management – Proceedings of the Annual Conference of the Administrative Science Association of Canada, Production and Operations Management Division* 27(7), S. 47-63.
- Kushwaha, G.S. (2010): Sustainable development through strategic green supply chain management, in: *International Journal of Engineering and Management Sciences* 1(1), S. 7-11.
- Lambert, D.M.; Cooper, M.C. (2000): Issues in Supply Chain Management, in: *Industrial Marketing Management* 29(1), S. 65-83.
- Lambert, D.M.; García-Dastugue, S.J.; Croxton, K.L. (2008): The role of logistics managers in the cross-functional implementation of supply chain management, in: *Journal of Business Logistics* 29(1), S. 113-132.

- Larson, P.D.; Halldórsson, Á. (2004): Logistics Versus Supply Chain Management: An International Survey, in: *International Journal of Logistics Research and Applications* 7(1), S. 17-31.
- Lattwein, J. (2002): Wertorientierte strategische Steuerung: Ganzheitlich-integrativer Ansatz zur Implementierung, Wiesbaden.
- Lee, D.-H.; Dong, M. (2008): A heuristic approach to logistics network design for end-of-lease computer products recovery, in: *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 44(3), S. 455-474.
- Li, X.; Olorunniwo, F. (2008): An exploration of reverse logistics practices in three companies, in: *Supply Chain Management: An International Journal* 13(5), S. 381-386.
- Ljungdahl, L.G. (2000): What you need to know about the Internet-enabled Supply Chain, in: *Supply Chain Management Review* 4(5), S. 82-88.
- Macharzina, K. (2003): Unternehmensführung: Das internationale Managementwissen – Konzepte – Methoden – Praxis, 4.Aufl., Wiesbaden.
- Madaan, J.; Wadhwa, S. (2007): Flexible process planning approaches for sustainable decisions in reverse logistics systems, in: *Global Journal of Flexible Systems Management* 8(4), S. 1-8.
- Madaan, J.; Wadhwa, S. (2010): Decision and information synergy for improving product recovery performance, in: *Global Journal of Flexible Systems Management* 11(1-2), S. 89-96.
- Mag, W. (1995): Unternehmensplanung, München.
- Mahadevan, B.; Pyke, D.F.; Fleischmann, M. (2003): Periodic review, push inventory policies for remanufacturing, in: *Production, Manufacturing and Logistics* 151(3), S. 536-551.
- Maloni, M.J.; Brown, M.E. (2006): Corporate Social Responsibility in the Supply Chain: An Application in the Food Industry, in: *Journal of Business Ethics* 68(1), S. 35-52.
- Martin, P.; Guide Jr., V.D.R.; Craighead, C.W. (2010): Supply Chain Sourcing in Remanufacturing Operations: An Empirical Investigation of Remake Versus Buy, in: *Decision Sciences* 41(2), S. 301-324.
- Matthews, H.S.; Hendrickson, C.T.; Soh, D.L. (2001): Environmental and economic effects of e-commerce: A case study of book publishing and retail logistics, in: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1763, S. 6-12.
- Meade, L.; Sarkis, J.; Presley, A. (2007): The theory and practice of Reverse Logistics, in: *International Journal of Logistics Systems and Management* 3(1), S. 56-84.
- Menachof, D.A.; Gibson, B.J.; Hanna, J.B.; Whiteing, A.E. (2009): An analysis of the value of supply chain management periodicals, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 39(2), S. 145-165.
- Min, H.; Ko, C.S.; Ko, H.J. (2006): The spatial and temporal consolidation of returned products in a closed-loop supply chain network, in: *Computers and Industrial Engineering* 51(2), S. 309-320.
- Min, H.; Ko, H.J.; Park, B.I. (2005): A Lagrangian relaxation heuristic for solving the multi-echelon, multi commodity, close-loop supply chain network design problem, in: *International Journal of Logistics Systems and Management* 1(4), S. 382-404.
- Mollenkopf, D.A.; Closs, D.J. (2005): The Hidden Value in Reverse Logistics, in: *Supply Chain Management Review* 9(5), S. 34-43.
- Mollenkopf, D.A.; Frankel, R.; Russo, I. (2011): Creating value through returns management: Exploring the marketing-operations interface, in: *Journal of Operations Management* 29(5), S. 391-403.
- Mollenkopf, D.A.; Rabinovich, E.; Laseter, T.M.; Boyer, K.K. (2007): Managing internet product returns: A focus on effective service operations, in: *Decision Sciences* 38(2), S. 215-250.
- Mollenkopf, D.A.; Russo, I.; Frankel, R. (2007): The returns management process in supply chain strategy, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 37(7), S. 568-592.
- Mortensen, O.; Lemoine, O.W. (2008): Integration between manufacturers and third party logistics providers?, in: *International Journal of Operations & Production Management* 28(4), S. 331-359.

- Mukhopadhyay, S.K.; Ma, H. (2009): The role of quality uncertainty in remanufacturing decisions, in: *International Journal of Business and Systems Research* 3(4), S. 387-412.
- Murphy, P.R.; Poist, R.F. (2000): Green Logistics Strategies: An Analysis of Usage Patterns, in: *Transportation Journal* 40(2) S. 5-16.
- Nikoofal, M.E.; Hussein, S.M.M. (2010): An inventory model with dependent returns and disposal cost, in: *International Journal of Industrial Engineering Computations* 1(1), S. 45-54.
- Norek, C.D. (2002): Returns management: Making order out of chaos, in: *Supply Chain Management Review* 6(3), S. 34-42.
- Ofek, E.; Katona, Z.; Sarvary, M. (2011): "Bricks and Clicks": The Impact of Product Returns on the Strategies of Multichannel Retailers, in: *Marketing Science* 30(1), S. 42-60.
- Ordoobadi, S.M. (2009): Outsourcing reverse logistics and remanufacturing functions: A conceptual strategic model, in: *Management Research News* 32(9), S. 831-845.
- Petersen, J.A.; Kumar, V. (2009): Are product returns a necessary evil? Antecedents and consequences, in: *Journal of Marketing* 74(5), S. 1-17.
- Pfeiffer, K. (2009): Erneuerbarer Gewinn, in: *Logistik Heute* 31(6), S. 22-23.
- Rajib, P.; Tiwari, D.; Srivastava, G. (2002): Design and development of an integrated supply chain management system in an internet environment, in: *Journal of Services Research* 2(1), S. 75-93.
- Ravi, V.; Shankar, R.; Tiwari, M.K. (2005): Productivity improvement of a computer hardware supply chain, in: *International Journal of Productivity and Performance Management* 54(4), S. 239-255.
- Richey, R.G.; Chen, H.; Genchev, S.E.; Daugherty, P.J. (2005): Developing effective reverse logistics programs, *Industrial Marketing Management* 34(8), S. 830-840.
- Richey, R.G.; Daugherty, P.J.; Genchev, S.E.; Autry, C.W. (2004): Reverse logistics: the impact of timing and resources, in: *Journal of Business Logistics* 25(2), S. 229-250.
- Richey, R.G.; Genchev, S.E.; Daugherty, P.J. (2005): The role of resource commitment and innovation in reverse logistics performance, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 35(4), S. 233-257.
- Richey, R.G.; Genchev, S.E.; Gabler, C.B. (2011): Evaluating reverse logistics programs: A suggested process formalization, in: *International Journal of Logistics Management*, in press.
- Rogers, D.S.; Lambert, D.M.; Croxton, K.L.; García-Dastugue, S.J. (2002): The Returns Management Process, in: *The International Journal of Logistics Management* 13(2), S. 1-18.
- Rogers, D.S.; Rogers, Z.S.; Lembke, R. (2010): Creating value through product stewardship and take-back, in: *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal* 1(2), S. 133-160.
- Rogers, D.S.; Tibben-Lembke, R.S. (1999): *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*, Reno.
- Roy, J.; Nollet, J.; Beaulieu, M. (2006): Reverse Logistics Networks and Governance Structures, in: *Supply Chain Forum - An International Journal* 7(2), S. 58-67.
- Sabbaghi, A.; Vaidyanathan, G. (2008): Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply Chain Management: Strategic values and challenges, in: *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* 3(2), S. 71-81.
- Samli, C.A.; Pohlen, T.L.; Jacobs, L. (2006): Developments in Retail Logistics – Towards Generating More Consumer Value, in: *Journal of Marketing Channels* 13(2), S. 81-98.
- Sasikumar, P.; Kannan, G. (2009): Issues in reverse supply chain, part III: classification and simple analysis, in: *International Journal of Sustainable Engineering* 2(1), S. 2-27.
- Schröter, M.; Spengler, T. (2004): Designing control management systems for parts recovery and spare parts management in the final phase within closed-loop supply chains, in: *International Journal of Integrated Supply Management* 1(2), S. 158-179.
- Sciarrotta, T. (2003): How Philips reduced returns, in: *Supply Chain Management Review* 7(6), S. 32-38.

- Sedlak, P.S. (2001): The second wave of e-Fulfill, in: *Supply Chain Management Review* 5(3), S. 82-88.
- Setaputra, R.; Mukhopadhyay, S.K. (2010): A framework for research in reverse logistics, in: *International Journal of Logistics Systems and Management* 7(1), S. 19-55.
- Shi, J.; Zhang, G.; Sha, J. (2011): Optimal production planning for a multi-product closed loop system with uncertain demand and return, in: *Computers and Operations Research* 38(3), S. 641-650.
- Shukla, R.K.; Garg, D.; Agarwal, A. (2011): Understanding of Supply Chain: A Literature Review, in: *International Journal of Engineering Science and Technology* 3(3), S. 2059-2072.
- Shulman, J.D.; Coughlan, A.T.; Savaskan, R.C. (2009): Optimal restocking fees and information provision in an integrated demand-supply model of product returns, in: *Manufacturing & Service Operations Management* 11(4), S. 577-594.
- Shulman, J.D.; Coughlan, A.T.; Savaskan, R.C. (2011): Optimal reverse channel structure for consumer product returns, in: *Management Science* 57(2), S. 347-362.
- Srivastava, S.K. (2008): Value recovery network design for product returns, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics* 38(4), S. 311-331.
- Srivastava, S.K.; Srivastava, R.K. (2006): Managing product returns for reverse logistics, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 36(7), S. 524-546.
- Staehle, W.H. (1999): *Management*, 8. Aufl., München.
- Steven, M. (2007): *Handbuch Produktion: Theorie – Management – Logistik – Controlling*, Stuttgart.
- Steven, M.; Tengler, S.; Krüger, R. (2003): Reverse Logistics (II), in: *WISU – Das Wirtschaftsstudium* 32(6), S. 779-784.
- Stock, J. (1992): *Reverse Logistics*, Oak Brook.
- Stock, J.R.; Mulki, J.P. (2009): Product returns processing: an examination of practices of manufacturers, wholesalers/ distributors, and retailers, in: *Journal of Business Logistics* 30(1), S. 33-62.
- Stock, J.R.; Speh, T.W.; Shear, H.W. (2002): Many happy (product) returns, in: *Harvard Business Review* 80 (7), S. 16-17.
- Stock, J.R.; Speh, T.W.; Shear, H.W. (2006): Managing product returns for competitive advantage, in: *MIT Sloan Management Review* 48(1), S. 57-62.
- Su, J.C.P.; Lin, Y.C.; Lee, V. (2011): Component commonality in closed-loop manufacturing systems, in: *Journal of Intelligent Manufacturing*, in press.
- Subramoniam, R.; Huisingh, D.; Chinnam, R.B. (2010): Aftermarket remanufacturing strategic planning decision-making framework: Theory & practice, in: *Journal of Cleaner Production* 18(16-17), S. 1575-1586.
- Tarn, J.M.; Razi, M.A.; Wen, H.J.; Perez Jr., A.A. (2003): E-fulfillment: the strategy and operational requirements, in: *Logistics Information Management* 16(5), S. 350-362.
- Taylor, T.A. (2001): Channel Coordination Under Price Protection, Midlife Returns, and End-of-Life Returns in Dynamic Markets, in: *Management Science* 47(9), S. 1220-1234.
- Taylor, T.A. (2002): Supply Chain Coordination Under Channel Rebates with Sales Effort Effects, in: *Management Science* 48(8), S. 992-1007.
- Teunter, R.H.; Flapper, S.D.P. (2010): Optimal core acquisition and remanufacturing policies under uncertain core quality fractions, in: *European Journal of Operational Research* 210(2), S. 241-248.
- Thierry, M.; Salomon, M.; Van Nunen, J.A.E.E.; Van Wassenhove, L.N. (1995): Strategic Issues in Product Recovery Management, in: *California Management Review* 37(2), S. 114-135.
- Urbanke, D. (2009): Europas größter Retourenbetriebe, in: *DVZ – Deutsche Verkehrslogistik Zeitung* 63(115), S. 9.
- van der Laan, E. (2003): An NPV and AC analysis of a stochastic inventory system with joint manufacturing and remanufacturing, in: *International Journal of Production Economics* 81-82(1), S. 317-331.

- Van Wassenhove, L.N.; Zikopoulos, C. (2010): On the effect of quality overestimation in remanufacturing, in: *International Journal of Production Research* 48(18), S. 5263-5280.
- Vorasayan, J.; Ryan, S.M. (2006): Optimal Price and Quantity of Refurbished Products, in: *Production and Operations Management* 15(3), S. 369-383.
- Wadhwa, S.; Madaan, J. (2007a): Conceptual Framework For Knowledge Management In Reverse Enterprise System, in: *Journal of Knowledge Management Practice* 8(2), <http://www.tlaine.com/articl137.htm> [Stand: 01.07.2011].
- Wadhwa, S.; Madaan, J. (2007b): Multi criteria decision model for alternative selection in reverse logistics system, in: *Studies in Informatics and Control* 16(3), S. 271-282.
- Wadhwa, S.; Madaan, J.; Chan, F.T.S. (2009): Flexible decision modeling of reverse logistics system: A value adding MCDM approach for alternative selection, in: *Robotics and Computer- Integrated Manufacturing* 25(2), S. 460-469.
- Wadhwa, S.; Madaan, J.; Verma, M. (2009): Flexibility focused decision and information sharing model for product recovery system, in: *Global Journal of Flexible Systems Management* 10(3), S. 15-22.
- Wei, C.; Li, Y.; Cai, X. (2011): Robust optimal policies of production and inventory with uncertain returns and demand, in: *International Journal of Production Economics*, in press.
- Welge, M.K.; Al-Laham, A. (2003): *Strategisches Management: Grundlagen – Prozess – Implementierung*, 4.Aufl., Wiesbaden.
- Wilcox, W.; Horvath, P.A.; Griffis, S.E.; Autry, C.W. (2011): A Markov model of liquidity effects in reverse logistics processes: The effects of random volume and passage, in: *International Journal of Production Economics* 129(1), S. 86-101.
- Wu, Y.-C.J.; Cheng, W.-P. (2007): Creating an effective reverse supply chain in China: The publishing industry, in: *International Journal of Services Operations and Informatics* 2(4), S. 391-409.
- Xu, J.; Jiang, Y. (2009): Study of Reverse Logistics in the E-commerce Environment, in: *International Business Research* 2(1), S. 128-130.
- Yang, J.; Qin, Z.; Lee, H. (2009): Coordination of perishable product returns with imbalance information, in: *International Journal of Management and Enterprise Development* 7(3), S. 281-298.
- Zentes, J.; Schramm-Klein, H. (2008): Neue Anforderungen an die Handelslogistik – Implikationen aus Theorie und Praxis mit besonderem Fokus auf Multi-Channel-Systeme des Handels, in: Nyhuis, P. (Hrsg.): *Beiträge zu einer Theorie der Logistik*, Berlin, S. 409-438.
- Zerhouni, H.; Gayon, J.-P.; Frein, Y. (2011): Influence of dependency between demands and returns in a reverse logistics system, in: *International Journal of Production Economics*, in press.
- Zikopoulos, C.; Tagaras, G. (2007): Impact of uncertainty in the quality of returns on the profitability of a single-period refurbishing operation, in: *European Journal of Operational Research* 182(1), S. 205-225.
- Zikopoulos, C.; Tagaras, G. (2008): On the attractiveness of sorting before disassembly in remanufacturing, in: *IIE Transactions* 40(3), S. 313-323.
- Zuidwijk, R.; Krikke, H. (2008): Strategic response to EEE returns: Product eco-design or new recovery process?, in: *European Journal of Operational Research* 191(3), S. 1206-1222.



UNIVERSITY OF BAMBERG PRESS

Gerade in wirtschaftlich schwierigen Zeiten gilt es, die Zukunftsfähigkeit von Unternehmen und ganzen Wertschöpfungsketten zu erhalten, indem die Herausforderungen in der Logistik und dem Supply Chain Management aufgegriffen, Chancen herausgearbeitet und konkrete Lösungen ermittelt werden.

Dieser Tagungsband ist Teil einer dreibändigen Reihe, welche die Ergebnisse der Konferenz „Logistikmanagement 2011“ der Wissenschaftlichen Kommission Logistik im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. (VHB) dokumentiert, die an der Otto-Friedrich-Universität in Bamberg stattfand. Die ausgewählten Beiträge präsentieren den gegenwärtigen Forschungsstand der betriebswirtschaftlichen Logistik und des Supply Chain Managements. Es werden aktuelle und innovative Konzepte, Theorien und Lösungsansätze in Logistik und Supply Chain Management eindrucksvoll dargestellt.

Das Buch wendet sich an Dozenten und Studenten der Betriebswirtschaftslehre mit den Schwerpunkten Supply Chain Management, Logistik und Operations Management sowie an Praktiker, die in diesen Bereichen tätig sind.

ISBN: 978-3-86309-023-4

ISSN: 2191-2424

Preis: 29,00 Euro