

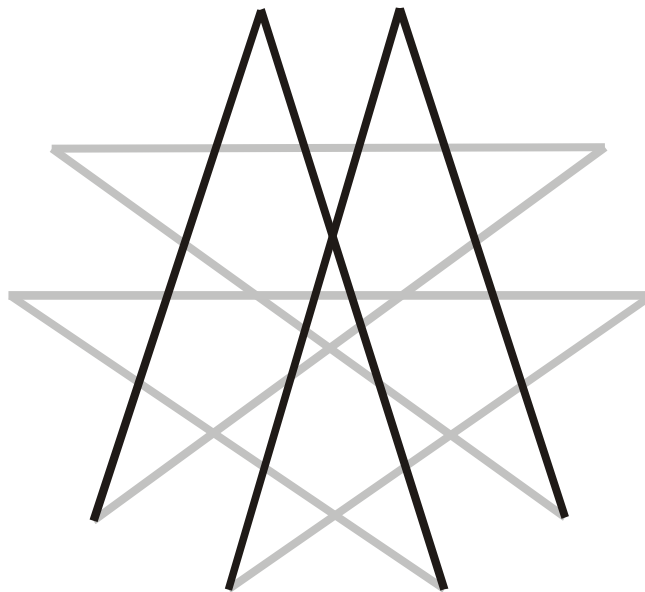
Herausgegeben von
Prof. Dr. Dr. h.c. Werner Delfmann

Benjamin Lüpschen

Kostendegressionspotenziale in Logistiksystemen

Theoretische Aufarbeitung und Ableitung von
Gestaltungsempfehlungen für Transport- und Lagersysteme

Arbeitsbericht Nr. 105



Arbeitsbericht Nr. 105

„Kostendegressionspotenziale in
Logistiksystemen -
Theoretische Aufarbeitung und Ableitung von
Gestaltungsempfehlungen für Transport- und
Lagersysteme“

Autor

Benjamin Lüpschen
Henkel KGaA
HWC / Corporate Logistics
40191 Düsseldorf
Deutschland
Tel.: +49 (0) 211 797-2835
Fax: +49 (0) 211 798-10857
E-Mail: benjamin.luepschen@henkel.com

Alle Rechte vorbehalten
© beim Verfasser, Köln, 2004

Bezugsadresse

Universität zu Köln
Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre,
Betriebswirtschaftliche Planung und Logistik
Albertus-Magnus-Platz
D-50923 Köln
+49 (0)221 470 4316
Fax +49 (0)221 470 5007
E-Mail: spl@wiso.uni-koeln.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der Abkürzungen	vii
Verzeichnis der Abbildungen	viii
Verzeichnis der Tabellen.....	viii
1. Einleitung.....	1
1.1. Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit.....	2
1.2. Aufbau der Arbeit.....	3
2. Konzeptionelle Grundlagen	6
2.1. Kostendegressionen in der Produktions- und Kostentheorie	6
2.1.1. Theoretische Basiskonzepte der Kostendegression.....	6
2.1.1.1. <i>Subadditivität von Kosten</i>	6
2.1.1.2. <i>Komplementarität von Kosten</i>	7
2.1.2. Economies of Scale	8
2.1.2.1. <i>Begriff der Economies of Scale</i>	8
2.1.2.2. <i>Ursachen für Economies of Scale</i>	9
2.1.3. Economies of Scope	14
2.1.3.1. <i>Begriff der Economies of Scope</i>	14
2.1.3.2. <i>Ursachen für Economies of Scope</i>	16
2.2. Logistische Systeme	18
2.2.1. Grundlagen der Logistik.....	18
2.2.2. Transportsystem	21
2.2.3. Lagersystem	23
2.2.4. Auftragsabwicklungssystem.....	24
2.2.5. Verpackungssystem.....	24
2.3. Logistische Gestaltungsvariablen.....	25
2.3.1. Zentralisierung versus Dezentralisierung.....	26
2.3.2. Bündeln versus Vereinzeln.....	27
2.3.3. Aufschieben versus Spekulieren	28
2.3.4. Interdependenzen zwischen den Gestaltungsvariablen	29
3. Kostendegressionen in logistischen Subsystemen.....	32
3.1. Kostendegressionen in den Subsystemen Auftragsabwicklung und Verpackung	32
3.2. Kostendegressionen in Transportsystemen	33
3.2.1. Netzwerkdarstellung von Transportsystemen	34

3.2.2.	Economies of Scope in Transportsystemen.....	34
3.2.3.	Economies of Scale in Transportsystemen.....	36
3.2.3.1.	<i>Evolution der Begriffe Economies of Density und Economies of Size</i>	38
3.2.3.2.	<i>Economies of Size in Transportsystemen</i>	40
3.2.3.3.	<i>Economies of Density in Transportsystemen</i>	41
3.2.4.	Verhältnisse der Kostendegressionen zueinander	45
3.2.5.	Abgrenzung von Netzeffekten und Kostendegressionen in Transportsystemen.....	48
3.3.	Kostendegression in Lagersystemen.....	50
3.3.1.	Economies of Scale in Lagersystemen	51
3.3.2.	Economies of Massed Reserves in Lagersystemen	52
3.3.3.	Economies of Scope in Lagersystemen.....	53
3.4.	Zwischenfazit: Kostendegressionen in Logistiksystemen	54
4.	Gestaltungsempfehlungen für Transport- und Lagersysteme zur Ausnutzung von Kostendegressionen	55
4.1.	Gestaltungsempfehlungen in Bezug auf Zentralisierung versus Dezentralisierung	56
4.1.1.	Realisierbare Kostendegressionen im Lager- und im Transportsystem	57
4.1.2.	Negative Kosteneffekte im Lager- und im Transportsystem.....	59
4.1.3.	Zusammenfassende Abwägung der Kosteneffekte.....	61
4.2.	Gestaltungsempfehlungen in Bezug auf Bündeln versus Vereinzeln	64
4.2.1.	Realisierbare Kostendegressionen im Transport- und im Lagersystem	66
4.2.2.	Negative Kosteneffekte im Transport- und im Lagersystem.....	70
4.2.3.	Zusammenfassende Abwägung der Kosteneffekte.....	72
4.3.	Gestaltungsempfehlungen in Bezug auf Aufschieben versus Spekulieren.....	74
4.3.1.	Positive und negative Kosteneffekte im Lager- und im Transportsystem.....	76
4.3.2.	Zusammenfassende Abwägung	77
4.4.	Gestaltung des gesamten Logistiksystems: Betrachtung der Subsysteme Auftragsabwicklung und Verpackung sowie weiterer Einflussfaktoren	79
5.	Fazit und Ausblick.....	82
	Literaturverzeichnis	85

Verzeichnis der Abkürzungen

Abb.	Abbildung
Anm. d. Verf.	Anmerkung des Verfassers
Aufl.	Auflage
d.h.	das heißt
EDIFACT	Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport
et al.	et alii
f.	folgende [Seite]
ff.	folgende [Seiten]
ggf.	gegebenenfalls
Hrsg.	Herausgeber
H&S-Netz	Hub-and-Spoke-Netz
Jg.	Jahrgang
Nr.	Nummer
o.V.	ohne Verfasser
S.	Seite
u.a.	und andere
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Grundlegender Aufbau der vorliegenden Arbeit.....	4
Abbildung 2:	Statische und dynamische Kostenvorteile als Ursachen von technisch bedingten Economies of Scale	10
Abbildung 3:	Langfristige Kostenkurve	12
Abbildung 4:	Economies of Scope im Zwei-Güter-Fall	16
Abbildung 5:	Verrichtungsspezifische Abgrenzung logistischer Subsysteme	21
Abbildung 6:	Detaillierter Aufbau der Kapitel 3 und 4	30
Abbildung 7:	Maßnahmen zur Steigerung der Dichte im Transportnetzwerk.....	43
Abbildung 8:	Bündelung von Transportströmen	46
Abbildung 9:	Verhältnisse der Kostendegressionen in Transportsystemen zueinander	47
Abbildung 10:	Referenzfall Standorteinheit	56
Abbildung 11:	Positive und negative Kosteneffekte sowie deren Ursachen in einem zentralisierten Logistiksystem im Vergleich zur Dezentralisierung	61
Abbildung 12:	Kostenverläufe Zentralisierung versus Dezentralisierung.....	62
Abbildung 13:	Formen von Logistiknetzen.....	65
Abbildung 14:	Abschnittsweise paarige Verbindungen in H&S-Netzen	68
Abbildung 15:	Positive und negative Kosteneffekte sowie deren Ursachen in einem H&S-Netz im Vergleich zu Direktverbindungen	71
Abbildung 16:	Transport- und Lagerkosten bei Aufschieben versus Spekulieren	77

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Gegenüberstellung der in der vorliegenden Arbeit unterschiedenen Kostendegressionen.....	40
------------	--	----

1. Einleitung

Für jede am freien Markt tätige Unternehmung stellt die Auseinandersetzung mit Kostenaspekten ein grundlegendes Element für die dauerhafte Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit dar. Insofern spielt die Auslotung von Kostendegressionspotenzialen¹ eine zentrale Rolle bei der Unternehmensführung.

So ist es nicht verwunderlich, dass Kostendegressionsarten und Möglichkeiten zu deren Ausnutzung seit jeher große Beachtung in vielen Bereichen betriebswirtschaftlicher und volkswirtschaftlicher Literatur finden. Bereits 1890 stellte MARSHALL in einem Aufsatz den Zusammenhang zwischen steigender Betriebsgröße und sinkenden Stückkosten fest.² In den letzten Jahrzehnten kam auf diese Weise eine große Fülle an Abhandlungen über die Existenz und die Ausnutzung von Kostendegressionen zusammen, aus denen sich zwei hauptsächliche Typen von Kostendegressionen herausarbeiten lassen: *Economies of Scale* als Größenvorteile und *Economies of Scope* als Verbundvorteile.³

Entsprechend der großen Bedeutung der *Logistik* für die Wettbewerbsfähigkeit einer Unternehmung und deren strategischer Führung⁴ ist es nahe liegend, dass auch der Leser *logistischer* Literatur früher oder später Kostendegressionspotenzialen begegnet. Hierbei werden neben den oben angegebenen weitere Arten der Kostendegression untersucht, allen voran *Economies of Density* und *Economies of Size*.⁵ Dies soll ein kurzer Literaturüberblick exemplarisch belegen.

DELFMANN und REIHLEN erachten den Aufbau und die Ausnutzung von *Skaleneffekten* als grundlegend für die Erlangung langfristiger, logistischer Wettbewerbsvorteile.⁶ IHDE misst den in Logistiksystemen realisierbaren *Größen- und Verbundeffekten* große Bedeutung bei.⁷ Expliziter auf den Zusammenhang zwischen der Gestaltung eines Logistiksystems und potenziellen Kostendegression

¹ Als *Kostendegression* bezeichnet man den Effekt, dass eine Erhöhung des Niveaus der unabhängigen Variablen einer Stückkostenfunktion eine Senkung der Stückkosten oder einzelner Komponenten der Stückkosten bewirkt. Vgl. Adam [1979], 939.

² Vgl. Marshall [1961], 232ff., dessen Buch in der ersten Auflage 1890 erschien.

³ Vgl. für *Economies of Scale* z.B. Gutenberg [1983] und Samuelson/Nordhaus [1998], für *Economies of Scope* z.B. Willig [1979] und Baumol et al. [1988].

⁴ Vgl. Gattorna [1988], 8; Delfmann/Reihlen [2000], D1-20; Ihde [2001], 34ff.

⁵ Vgl. für *Economies of Density* z.B. Harris [1977] und Caves et al. [1984], für *Economies of Size* z.B. Braeutigam et al. [1984] und Werner [1988].

⁶ Vgl. Delfmann/Reihlen [2000], D1-18f.

gehen z.B. BEUTHE und KREUTZBERGER ein.⁸ Sie konstatieren, dass die Bündelung von Warenströmen die Möglichkeit zur Ausnutzung von *Economies of Density* und *Economies of Scale* bietet.⁹ In die gleiche Richtung gehen Feststellungen von ERDMANN¹⁰ und HALL¹¹. Weiterhin vermerkt VAHRENKAMP, dass die europaweite, in den letzten Jahren in der Distribution stattfindende „Tendenz zur Zentralisierung [...] auf die *degressive Kostenstruktur* eines Zentrallagers“¹² zurückzuführen sei.¹³ Im Hinblick auf die prozessuale Gestaltung eines Logistiksystems attestieren PAGH und COOPER spekulativ organisierten Logistiksystemen *Economies of Scale* in Produktion und Logistik.^{14,15} PFOHL ET AL. beschäftigen sich in einem Aufsatz ausschließlich mit *Economies of Scale* in Lagern.¹⁶ BOWERSOX ET AL. untersuchen *Kostendegressionen* sowohl im Transport- als auch im Lagerbereich.¹⁷ Auf die Existenz von *Economies of (Firm) Size* geht z.B. RODI ein.¹⁸ Darüber hinaus finden sich Abhandlungen zum Thema *Netzeffekte* in Logistiksystemen, die eng mit den übrigen Kostendegressionen verknüpft sind.¹⁹

1.1. Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit

Der Literaturüberblick könnte beliebig weitergeführt werden. Es wird deutlich, dass potenzielle Kostendegressionen in Logistiksystemen häufig anzutreffen und daher von hoher praktischer Relevanz sind. Allerdings muss gleichermaßen festgestellt werden, dass Autoren bisher Kostendegressionen ausschließlich für einzelne Bereiche analysiert haben. Dabei werden die relevanten Begriffe selten systematisch dargelegt und definiert – vermutlich basierend auf der Annahme, dass

⁷ Vgl. Ihde [2001], 32ff.

⁸ Vgl. Beuthe/Kreutzberger [2001], 239ff.

⁹ Dem *Bündeln* von Warenströmen steht das *Vereinzeln* gegenüber. Eine nähere Beschreibung hierzu findet sich in Abschnitt 2.3.2, S. 24f.

¹⁰ Vgl. Erdmann [1999], 37.

¹¹ Vgl. Hall [1987], 60ff.

¹² Vgl. Vahrenkamp [2000], 34.

¹³ Der *Zentralisierung* eines Logistiksystems steht die *Dezentralisierung* gegenüber. Nähere Ausführungen finden sich in Abschnitt 2.3.1, S. 24.

¹⁴ Vgl. Pagh/Cooper [1998], 14.

¹⁵ Der *Spekulation* in einem Logistiksystem steht das *Aufschieben* gegenüber. In Abschnitt 2.3.3, S. 25f. wird hierauf weiter eingegangen.

¹⁶ Vgl. Pfohl et al. [1992].

¹⁷ Vgl. Bowersox et al. [1986], 279 ff.

¹⁸ Vgl. Rodi [1996], 34ff.

diese hinreichend bekannt und selbsterklärend seien. Eine sowohl umfassende als auch anwendungsorientierte Betrachtung fehlt nach Kenntnisstand des Verfassers. Aus dieser Konstellation leiten sich der Forschungsbedarf und die Zielsetzung der Arbeit ab.

In der vorliegenden Arbeit werden zunächst auf eine systematische und theoriegestützte Weise Kostendegressionspotenziale in Logistiksystemen aufgezeigt. Zur Herstellung des Praxisbezugs werden darauf aufbauend Gestaltungsempfehlungen für Logistiksysteme zur Ausnutzung solcher Potenziale gegeben.

Diese Zielsetzung kann in vier Unterziele aufgegliedert werden:

1. *Aufarbeitung der theoretischen Grundlagen zu Kostendegressionen und Begriffsklärungen*
2. *Beschreibung und Abgrenzung des Gegenstandsbereichs Logistiksysteme und deren Gestaltungsvariablen*
3. *Untersuchung der einzelnen logistischen Subsysteme auf die Existenz von Kostendegressionspotenzialen*
4. *Gestaltungsempfehlungen anhand der Verknüpfung der erarbeiteten Ergebnisse mit den logistischen Gestaltungsvariablen*

1.2. Aufbau der Arbeit

In der Arbeit gilt es, verschiedene Themenbereiche strukturiert miteinander zu verknüpfen. Die Grundzüge zu Kostendegressionen finden sich in der *Produktions- und Kostentheorie*; die *logistische Literatur* hält Beschreibungen von logistischen Systemen und logistischen Gestaltungsvariablen bereit. Daraus ergibt sich ein Aufbau wie folgt.

¹⁹ Vgl. Schröder [2000]; Kloster [2002]. Eine Abgrenzung zwischen *Netzeffekten* und *Kostendegressionen* in Transportsystemen wird in Abschnitt 3.2.5, S. 45ff. vorgenommen.

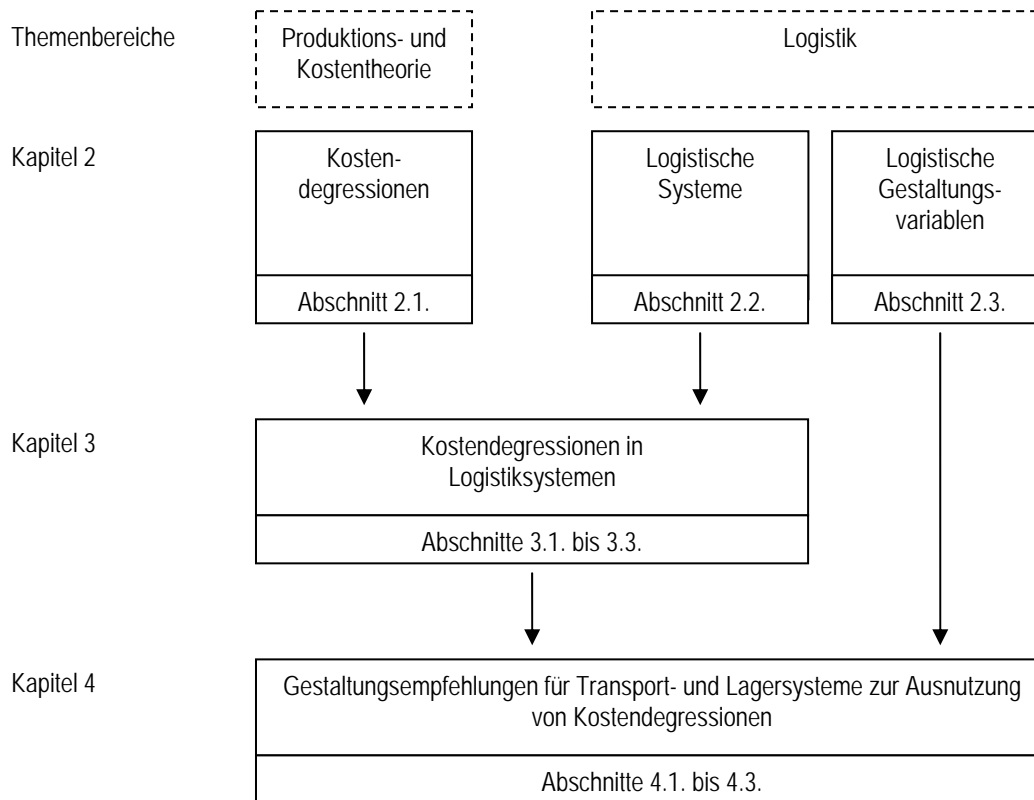


Abbildung 1: Grundlegender Aufbau der vorliegenden Arbeit

Im nun folgenden *zweiten Kapitel* werden die für die weitere Untersuchung notwendigen Themenbereiche bzw. konzeptionellen Grundlagen aufgezeigt. Zunächst werden Kostendegressionen aus der Produktions- und Kostentheorie dargestellt, die in zwei grundlegende Typen, *Economies of Scale* und *Economies of Scope*, eingeteilt werden können. Umfangreich fällt dabei die Aufarbeitung der jeweiligen Ursachen aus, da diese für die spätere Untersuchung von Kostendegressionen in den logistischen Subsystemen von großer Bedeutung sind. Anschließend werden die beiden logistischen Themenkomplexe, logistische Systeme und Gestaltungsvariablen, beschrieben. Insbesondere wird dabei Wert auf die Herausarbeitung von Interdependenzen sowohl zwischen den einzelnen Subsystemen als auch zwischen den Gestaltungsvariablen gelegt, da diese für die späteren Gestaltungsempfehlungen relevant sind.

Im *dritten Kapitel* wird die erste Kernfrage der Arbeit behandelt: Welche Kostendegressionspotenziale existieren in den logistischen Subsystemen? Es werden

folglich die Ausführungen über Kostendegressionen mit denen über die logistischen Subsysteme verknüpft. Wegen des beschränkten Umfangs dieser Arbeit wird sich die Analyse hauptsächlich auf die zwei bedeutendsten Subsysteme, Transport und Lager, beschränken. Potenzielle Kostendegressionen in den übrigen Subsystemen, Auftragsabwicklung und Verpackung, werden kurz untersucht, um sie zum Ende der Arbeit in die Gestaltungsempfehlungen für *gesamte* Logistiksysteme wieder einfließen zu lassen.²⁰

Im *vierten Kapitel* werden die Ergebnisse aus Kapitel drei mit den logistischen Gestaltungsvariablen kombiniert. Hier wird die zweite Kernfrage der Arbeit behandelt: Wie können Logistiksysteme gestaltet sein, um potenzielle Kostendegressionen ausnutzen zu können? Da sich die Ausführungen im dritten Kapitel auf Transport- und Lagersysteme konzentrieren, wird deren Gestaltung im Vordergrund der Analyse stehen. In Abschnitt 4.4. werden die Gestaltungsempfehlungen für Transport- und Lagersysteme sowie eine Betrachtung der Subsysteme Auftragsabwicklung und Verpackung abschließend zusammengeführt.

Das *fünfte Kapitel* beinhaltet ein kurzes Fazit und eine kritische Stellungnahme zu den gewonnenen Erkenntnissen.

²⁰ Siehe hierzu auch die detaillierte Beschreibung des Aufbaus der Kapitel 3 und 4 am Ende des Abschnitts 2.3, S. 28.

2. Konzeptionelle Grundlagen

In diesem Kapitel werden die drei grundlegenden Themenbereiche der vorliegenden Arbeit dargestellt: Kostendegressionen (Abschnitt 2.1.), logistische Systeme (Abschnitt 2.2.) und logistische Gestaltungsvariablen (Abschnitt 2.3.).

2.1. Kostendegressionen in der Produktions- und Kostentheorie

Von einer Kostendegression wird gesprochen, wenn eine Erhöhung des Niveaus der unabhängigen Variablen einer Stückkostenfunktion, z.B. der Ausbringungsmenge, zu einer Senkung der Stückkosten oder einzelner ihrer Komponenten führt.²¹ Klassischerweise werden Kostendegressionen im Zusammenhang mit der Produktion von Sachgütern untersucht. Zum Verständnis müssen zunächst zwei grundlegende theoretische Konzepte erläutert werden.

2.1.1. Theoretische Basiskonzepte der Kostendegression

2.1.1.1. Subadditivität von Kosten

Kostendegressionen basieren auf dem Konzept der Subadditivität. Im Ein-Produkt-Fall²² versteht man hierunter folgende Eigenschaft der Kostenfunktion C für die n -elementige Menge $X = (x_1, \dots, x_n)$:

$$C\left(\sum_{i=1}^n x_i\right) < \sum_{i=1}^n C(x_i) \quad (1)$$

$C(x)$ bezeichnet die Gesamtkosten einer Unternehmung bei Produktion der Ausbringungsmenge x . Eine Kostenfunktion wird als (streng) subadditiv bezeichnet, falls die Kosten der Produktion der Gesamtmenge X niedriger sind als die Summe der Produktionskosten der Teilmengen x_i .²³ Für den Mehr-Produkt-Fall kann das Konzept generalisiert werden. Nun seien \mathbf{x} der Outputvektor oder Produktionsplan $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_m)$ und m die Anzahl der verschiedenen Produkte. Es existieren n solcher Vektoren \mathbf{x}^i (mit $i = 1, \dots, n$). Die Kostenfunktion C ist (streng) subadditiv, wenn

²¹ Vgl. Adam [1979], 939.

²² Der Ein-Produkt-Fall bezieht sich auf Economies of Scale (siehe hierzu Abschnitt 2.1.2.1), der Mehr-Produkt-Fall auf Economies of Scope (siehe hierzu Abschnitt 2.1.3.1).

²³ Vgl. Baumol et al. [1988], 17; Tirole [1999], 41ff.; Fritsch et al. [2001], 191ff.

$$C\left(\sum_{i=1}^n x^i\right) < \sum_{i=1}^n C(x^i) \quad (2)$$

für alle x gilt und die Summe aller x ungleich Null ist.²⁴ Diese Definition gilt auch für den Fall des Ein-Produkt-Unternehmens, wenn m gleich Eins gesetzt wird, d.h. es handelt sich um ein homogenes Gut. Hierbei wird deutlich, dass eine kostensubadditive Produktion mehrerer Güter nicht auf subadditive Kostenfunktionen der einzelnen Güter angewiesen ist. Gleichung (2) kann gelten, ohne dass (1) für die jeweiligen Güter gültig ist.

2.1.1.2. Komplementarität von Kosten

Kostenkomplementarität für die Kostenfunktion $C = C(x_1, x_2)$ bedeutet, dass die Grenzkosten der Herstellung der Produktart 1 mit steigender Ausbringungsmenge der Produktart 2 sinken.²⁵

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x_1 \partial x_2} < 0, \quad (3)$$

wobei x_1 und x_2 die Ausbringungsmengen der jeweiligen Produkte bezeichnen. Dies ist bei Existenz zumindest eines gemeinsam nutzbaren Produktionsfaktors der Fall, wie es bei der so genannten Verbundproduktion²⁶ auftritt. Im Gegensatz dazu weist die vollständig voneinander unabhängig verlaufende Parallelproduktion keine Kostenkomplementarität auf, d.h. der obige Term ist gleich Null.²⁷ Wie in Abschnitt 2.1.3.1 näher erläutert wird, stellt Kostenkomplementarität eine notwendige Bedingung für die Existenz von *Economies of Scope* dar.²⁸

²⁴ Vgl. Baumol [1977], 810.

²⁵ Vgl. Baumol et al. [1988], 74f. ; Knieps [2001], 26.

²⁶ Unter *Verbundproduktion* versteht man jene Produktionsprozesse, bei denen zumindest zwei Güter voneinander unabhängig produziert werden, jedoch teilweise oder vollständig dieselben Produktionsfaktoren eingesetzt werden. *Parallelproduktion* hingegen bezeichnet die Produktion zumindest zweier Güter in einer Unternehmung, bei der die Produktionsprozesse völlig unabhängig voneinander ablaufen. Vgl. Arnold [1985], 269.

²⁷ Vgl. Arnold [1985], 271f.

²⁸ Vgl. Baumol [1977], 809; Baumol et al. [1988], 75.

Nach der Darstellung der Basiskonzepte, kann die detaillierte Betrachtung der Kostendegressionen erfolgen. Kostenvorteile²⁹, die durch eine geeignete Planung und Realisierung im Bereich der Produktion erzielbar sind, können im Wesentlichen in *Economies of Scale* und *Economies of Scope* unterschieden werden.³⁰ Während die Erstgenannten Betriebsgrößenersparnisse bezeichnen, die im Ausnutzen der Vorteile einer standardisierten industriellen Massenfertigung begründet sind, charakterisieren die Letztgenannten Kostenvorteile, die durch eine Diversifizierung des Produktspektrums erzielt werden können.³¹ Beide Effekte werden sowohl in der betriebs- als auch in der volkswirtschaftlichen Literatur beschrieben und analysiert. Im folgenden Abschnitt sollen sie deshalb auf Basis von Arbeiten beider Fachrichtungen näher erläutert werden.

2.1.2. Economies of Scale

2.1.2.1. Begriff der Economies of Scale

Der Begriff der Economies of Scale wurde in den 1950er Jahren in den USA geprägt.³² Economies of Scale bezeichnen die in der industriellen Produktion beobachteten sinkenden Stückkosten bei steigender Ausbringungsmenge *eines* Produktes.^{33,34} Somit stellen sie eine Teilmenge der Kostensubadditivität für den Ein-Produkt-Fall dar.³⁵

Hierbei ist jedoch zu beachten, dass in der Betriebs- und der Volkswirtschaftslehre Unterschiede in der Begriffsauffassung existieren. In der Volkswirtschaftslehre ist der Begriff eng gefasst. Hier bestehen Economies of Scale nur dann, wenn eine *proportionale* Erhöhung des Einsatzes aller Produktionsfaktoren

²⁹ Die Begriffe „Kostenvorteil“ und „Kostendegression“ werden in dieser Arbeit synonym verwendet.

³⁰ Mit *economies* werden in der englischen Sprache Ersparnisse bezeichnet. Eine ausführliche Erläuterung findet sich in Lücke [1967], 81ff.

³¹ Vgl. Bohr [1996], 377ff.

³² Vgl. Smith [1955], Stigler [1958] und Moore [1959]. Das Phänomen sinkender Stückkosten bei zunehmender Betriebsgröße wurde allerdings schon von MARSHALL Ende des 19. Jahrhunderts beschrieben. Vgl. Marshall [1961], 232ff.

³³ Vgl. Adam [1979], 950.

³⁴ Sowohl in der englisch- als auch der deutschsprachigen Literatur existiert eine Reihe von Begriffen, die mehr oder weniger synonym für Economies of Scale verwendet werden. In der deutschsprachigen Literatur finden sich u.a. (Betriebs-)Größeneffekt/-ersparnis, Größenvorteil oder steigende Skalenerträge. Die englischsprachige Literatur hält u.a. *scale economies*, *economies of large scale production*, *economies of mass*, *economies of volume* oder *increasing returns to scale* bereit.

³⁵ Vgl. Baumol [1977], 814; Fritsch et al. [2001], 194f.

zu einer überproportionalen Steigerung der Ausbringungsmenge und somit zu einer Senkung der Stückkosten³⁶ führt.³⁷ Bei einer proportionalen Erhöhung aller Produktionsfaktoren ist deren Einsatzverhältnis *konstant*.³⁸ Sinkende Stückkosten können jedoch ebenso auftreten, wenn das Verhältnis der eingesetzten Produktionsfaktoren bei Erhöhung der Ausbringungsmenge *nicht konstant* gehalten wird.³⁹ Dies entspricht der Begriffsauffassung von Economies of Scale in der Betriebswirtschaftslehre. In der vorliegenden Arbeit folgt die Definition von Economies of Scale diesem Begriffsverständnis, da die in der Volkswirtschaftslehre vorgenommene Einschränkung einer proportionalen Faktorvariation nur einen Teilbereich der Realität abdeckt.

Definition: *Economies of Scale* liegen vor, wenn eine Steigerung der Ausbringungsmenge eines Produktes zur Abnahme der (Herstell-)Stückkosten dieses Produktes führt.⁴⁰

2.1.2.2. Ursachen für Economies of Scale

Economies of Scale lassen sich in der Regel auf eine Kombination verschiedener Ursachen zurückführen.⁴¹ Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Untersuchung von *technisch bedingten Ursachen*⁴², die in zwei Hauptgruppen aufgeteilt werden können: die statischer und die dynamischer Art.⁴³ Diese lassen sich

³⁶ Stückkosten bezeichnen diejenigen Kosten, die durch die Aufteilung der gesamten Kosten auf die zu produzierende Ausbringungsmenge definiert sind. In der Volkswirtschaftslehre wird synonym hierzu häufig der Begriff Durchschnittskosten verwendet. Vgl. Kistner/Steven [2002], 88.

³⁷ Vgl. Panzar/Willig [1977], 481; Fritsch et al. [2001], 193; Knieps [2001], 24.

³⁸ Vgl. Samuelson/Nordhaus [1998], 131.

³⁹ Vgl. Baumol [1977], 810f., der eine ausführliche Analyse über den Zusammenhang zwischen steigenden Skalenerträgen, sinkenden Stückkosten bzw. Durchschnittskosten und Subadditivität präsentiert.

⁴⁰ Vgl. Adam [1979], 950f.; Busse von Colbe/Laßmann [1986], 197; Monopolkommission [1986], 231; Chandler [1990], 17; Bohr [1996], 375.

⁴¹ Vgl. Schildt [1994], 23.

⁴² Neben den technisch bedingten Ursachen existieren Kostenvorteile, die Ergebnis *günstigerer Einkaufsbedingungen* bei größeren Bezugsmengen von Ressourcen sind und die bei zunehmender Betriebsgröße ebenfalls zu abnehmenden Herstellstückkosten führen. Vgl. Monopolkommission [1986], 232; Höfer [1993], 214. Darüber hinaus verweist Penrose auf organisatorisch bedingte Kostenvorteile (*managerial economies*). Vgl. Penrose [1959], 89f. Beide Typen sind für die Zwecke der vorliegenden Arbeit jedoch nicht relevant.

⁴³ Diese Einteilung wird insbesondere bei Arbeiten zum Konzept der Erfahrungskurve vorgenommen. Vgl. Bauer [1986], 3f. und Coenenberg [1992], 172ff.

mit einer dreigliedrigen Systematik von PFOHL ET AL.⁴⁴ verknüpfen, woraus sich folgende Einteilung ergibt:

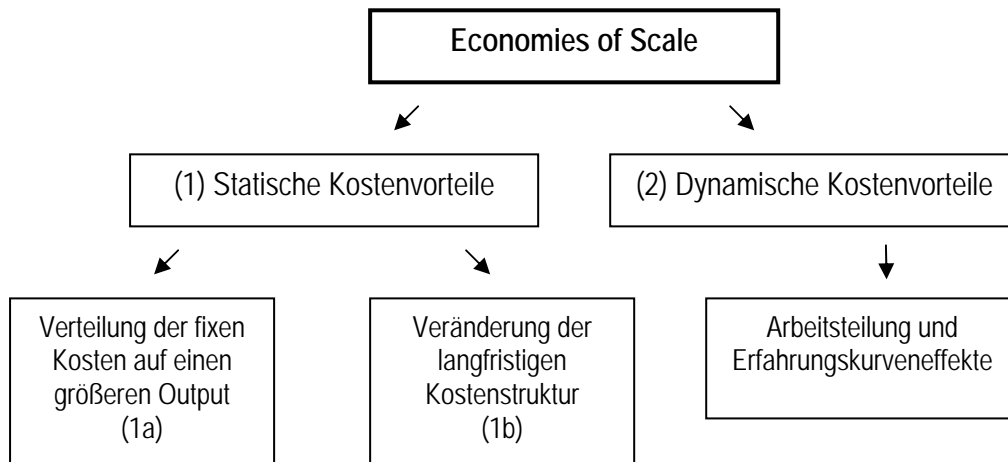


Abbildung 2: Statische und dynamische Kostenvorteile als Ursachen von technisch bedingten Economies of Scale

Statische Kostenvorteile (Nr. 1 in Abbildung 2) wirken aufgrund des reinen Größeneffekts. Sie lassen sich in zwei Untergruppen einteilen. In der *ersten Gruppe statischer Kostenvorteile* (Nr. 1a in Abbildung 2) kommt es zu Kostendegressionen bei Konstanz der fixen und variablen Kosten eines Betriebes. Die Realisierung von Economies of Scale basiert hierbei zunächst auf der *Verteilung der fixen Kosten* auf eine größere Ausbringungsmenge eines Produktes.⁴⁵ Diese Verteilung betrifft neben den fixen Produktionskosten vor allem Gemeinkosten in z.B. Marketing, Finanzwesen sowie Forschung und Entwicklung und wird auch als Beschäftigungsdegression bezeichnet.⁴⁶ Des Weiteren ergeben sich sinkende Fixkosten auch indirekt durch *geringere Leerkosten* bei höherer Auslastung der Produktionsfaktoren. Eine möglichst hohe Auslastung vorhandener Kapazitäten ergibt sich aus der Forderung nach möglichst geringen Stückkosten.⁴⁷ Zu dieser

⁴⁴ Vgl. Pfohl et al. [1992], 96ff.

⁴⁵ Vgl. Ihde [1976], 35; Busse von Colbe/Laßmann [1986], 197f.

⁴⁶ Vgl. Adam [1979], 949. Hierzu wird auch die *Auflagendegression* gezählt, bei der größere Fertigungslose zu sinkenden Umrüstkosten pro Ausbringungseinheit führen.

⁴⁷ Vgl. Delfmann [1985], 65. In Transportsystemen spielen Kostenvorteile aufgrund Auslastungserhöhung eine besondere Rolle. Sie werden dann Dichteeffekte (*economies of density*) genannt. Siehe Abschnitt 3.2.3.3, S. 38ff.

ersten Gruppe zählen schließlich Kostenersparnisse aufgrund zentralisierter Reservehaltung (*economies of massed reserves*) bei zunehmender Betriebsgröße.⁴⁸

Diese resultieren aus geringeren Vorhaltungskosten für Ersatzmaschinen und Wartungspersonal, da es mit ansteigender Betriebsgröße leichter fällt, zufallsbedingte Ereignisse zu kalkulieren.^{49,50}

Die *zweite Gruppe statischer Kostenvorteile* (Nr. 1b in Abbildung 2, S. 10) ist das Ergebnis von *langfristigen Veränderungen der fixen und variablen Kosten* der Produktion, die aus dem Einsatz effizienterer und damit kostengünstigerer Produktionsverfahren resultieren.⁵¹ Deren Anschaffung wird durch höhere Produktionsniveaus wirtschaftlich und führt so zu sinkenden Herstellstückkosten bei größerer Ausbringungsmenge.⁵² Diesen Zusammenhang und die dazugehörige Veränderung der Produktionsfunktion beschrieb schon 1910 Karl BÜCHER in seinem „Gesetz der Massenproduktion“.⁵³ GUTENBERG nennt den dafür notwendigen Übergang auf neue fertigungstechnische Verfahren eine *mutierende* Betriebsgrößenänderung.^{54,55} Wird hingegen eine *multiple* Betriebsgrößenänderung vollzogen, die sich lediglich durch eine Vervielfachung der bereits vorhandenen Technologien und Einsatzgüter auszeichnet, wird die grundlegende Struktur der

⁴⁸ Vgl. Scherer/Ross [1990], 100.

⁴⁹ Vgl. Fritsch et al. [2001], 188.

⁵⁰ In der Literatur werden außerdem Kostendegressionen aufgrund *mathematisch-naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten* beschrieben, die im Rahmen dieser Arbeit allerdings nicht von Bedeutung sind. Durch eine Vergrößerung von Betriebsmitteln, deren Kapazität von ihrem Volumen abhängt, deren Materialkosten jedoch von der Oberfläche bestimmt werden (wie z.B. bei Tanks, Röhren, Gehäusen), lassen sich Economies of Scale erzielen. Bekannt ist dieses Phänomen unter dem Stichwort *Zwei-Drittel-Regel*, da eine Verdoppelung der Kapazität in der Regel mit einem Anstieg der Materialkosten in Höhe von nur etwa zwei Dritteln verbunden ist. Vgl. Bohr [1996], 378; Norman [1979], 45; Scherer/Ross [1990], 98.

⁵¹ Vgl. Schweitzer/Küpper [1974], 192; Heinen/Sievi [1979], 982. Solche Betriebsgrößeneffekte in Transportsystemen werden in der vorliegenden Arbeit mit *Economies of Size* bezeichnet. Siehe Abschnitt 3.2.3.2, S. 37f.

⁵² Vgl. Tirole [1999], 38 und Lücke [1962], 338, der dieses Phänomen auch als *Verfahrensdegression* bezeichnet.

⁵³ Vgl. Bücher [1910], 429.

⁵⁴ Vgl. Gutenberg [1983], 423f. Hierbei sei auch auf CHANDLER verwiesen, der in seiner historischen Analyse über das Wachstum von Unternehmungen die Relevanz des verstärkten Kapitaleinsatzes zur Ausnutzung von Economies of Scale attestiert. Vgl. Chandler [1990], 21.

⁵⁵ In der englischsprachigen Literatur wird das Phänomen häufig unter dem Begriff *Unteilbarkeit (indivisibilities)* subsumiert. Größere Produktionsvolumina erlauben den Einsatz kapitalintensiverer Fertigungstechniken in Form von produktiveren Spezialmaschinen. Da diese Anlagen nicht beliebig teilbar sind, arbeiten Unternehmungen nicht von Anbeginn gleich kostengünstig. Vgl. Goldhar/Jelinek [1983], 142.

Produktionsfunktion nicht berührt und ist folglich auch kein Ausdruck des „Gesetzes der Massenproduktion“.⁵⁶

Die genannten Zusammenhänge lassen sich graphisch in der *langfristigen Kostenkurve* darstellen, die die Umhüllende einer Aneinanderreihung qualitativ unterschiedlicher Produktionsfunktionen (im Sinne einer mutierenden Anpassung) beschreibt.⁵⁷ Die langfristige Perspektive ist bei den angestellten Überlegungen grundlegend, da eine Änderung der Fertigungstechnologie einen genügend langen Anpassungszeitraum voraussetzt⁵⁸ – im Gegensatz zur kurzfristigen Perspektive, bei der der Zusammenhang zwischen Kosten und alternativen Produktionsmengen bei gegebener Kapazität analysiert wird.⁵⁹

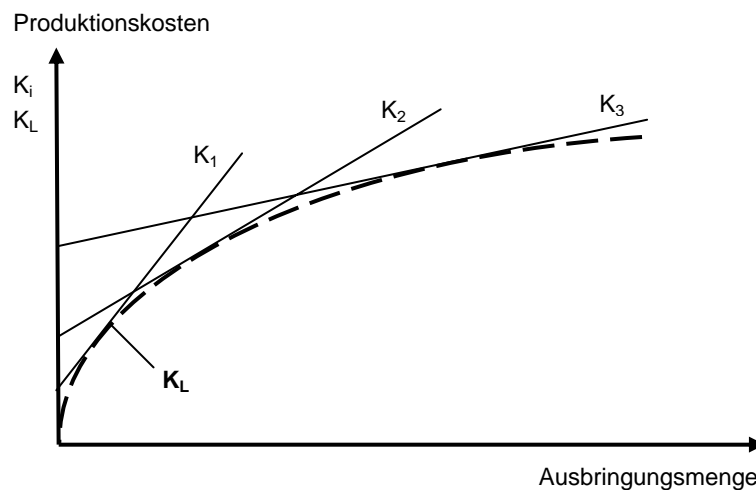


Abbildung 3: Langfristige Kostenkurve

Quelle: Bohr [1996], 385.

K_i bezeichnen unterschiedliche kurzfristige Gesamtkostenfunktionen, die im Sinne BÜCHERS immer „vollkommenere“, mit höheren Fixkosten aber sinkenden Stückkosten behaftete Produktionsverfahren darstellen.⁶⁰ Im Grenzfall nähert sich die Abfolge der kurzfristigen Gesamtkostenfunktionen K_i einer degressiv steigenden,

⁵⁶ Vgl. Schweitzer/Küpper [1974], 192.

⁵⁷ Vgl. Busse von Colbe [1974], 573; Schweitzer/Küpper [1974], 250; Gutenberg [1983], 317ff.; Bohr [1996], 375. Zur mathematischen Konstruktion der Funktion siehe Lücke [1962], 329ff.

⁵⁸ GUTENBERG führt dazu aus, dass mit dem Begriff „lange Periode“ derjenige Zeitraum gemeint ist, der im Zuge einer solchen technisch-organisatorischen Umstellung notwendig ist, d.h. alle Inputfaktoren sind variabel. Vgl. Gutenberg [1983], 421f.

⁵⁹ Vgl. ebenda.

⁶⁰ Bei „vollkommenen“, stärker technisierten oder automatisierten Verfahren variieren die Produktionskosten weniger mit der Produktionsmenge, da variable Personalkosten durch fixe Anlagekosten substituiert werden. Vgl. Delfmann [1988], 127 und Lücke [1962], 340.

langfristigen Gesamtkostenfunktion K_L an. Dieser entspricht eine degressiv fallende, langfristige Stückkostenfunktion, die die Economies of Scale grafisch darstellt.

Neben den statischen Kostenvorteilen als Ursachen für Economies of Scale existieren die so genannten *dynamischen Kostenvorteile* (Nr. 2 in Abbildung 2, S. 10). Sie führen im Gegensatz zu den statischen Kostenvorteilen zu einer Verschiebung der Produktions- und der zugehörigen Stückkostenfunktion.⁶¹ Zunächst erlaubt eine zunehmende Betriebsgröße eine immer weitgehendere *Arbeitsteilung* im Sinne einer Verfeinerung der Arbeitsorganisation.⁶² Weiterhin ergeben sich so genannte *Erfahrungskurveneffekte*⁶³, die als Verallgemeinerung des Lerngesetzes der industriellen Produktion gelten.⁶⁴ Bei neuen Produkten werden Produkt- und Fertigungstechnologie noch nicht vollständig beherrscht, so dass sich im Laufe des Produktionszeitraumes erhebliche Verbesserungspotenziale aufgrund häufiger Wiederholung der Tätigkeit ergeben können.⁶⁵ Dies führt zuvorderst zu einer Senkung der Material- und Arbeitsstückkosten.

Die statischen und dynamischen technisch bedingten Ursachen für Economies of Scale gestalten sich im Regelfall interdependent und können allesamt in *einem* Produktionsprozess auftreten. Zunächst kommt es im Rahmen einer Steigerung der Ausbringungsmenge zu einer Beschäftigungsdegression. Ab einer bestimmten Menge wird der Wechsel zu einem effizienteren Fertigungsverfahren vorteilhaft. Eine fortschreitende Ausweitung der Produktionsmenge verringert wiederum den Fixkostenanteil pro Stück und so weiter und so fort. Gleichzeitig können Erfahrungskurveneffekte im Fertigungsbereich zu Kostenvorteilen führen.

⁶¹ Vgl. Fritsch et al. [2001], 188.

⁶² Vgl. Gutenberg [1983], 430; Bohr [1996], 377.

⁶³ Mit dem Konzept der Erfahrungskurve wird postuliert, dass bei der Verdoppelung der kumulierten Ausbringungsmenge die Stückkosten eines Erzeugnisses um zwanzig bis dreißig Prozent sinken. Vgl. Henderson [1974], 5.

⁶⁴ Vgl. Ihde [1970], 451.

⁶⁵ Vgl. Adam [1979], 950; Scherer/Ross [1990], 98; Coenenberg [1992], 172.

2.1.3. Economies of Scope

2.1.3.1. Begriff der Economies of Scope

Der Begriff „Economies of Scope“ wurde Mitte der 1970er Jahre geprägt von PANZAR und WILLIG⁶⁶ und erlangte große Bekanntheit im Rahmen des zusammen mit BAUMOL erarbeiteten Ansatzes über die Bestreitbarkeit von Märkten (*contestable markets*).⁶⁷ In der Literatur werden die Begriffe Verbundvorteile⁶⁸, Bündelungsvorteile⁶⁹ und Synergieeffekte⁷⁰ häufig synonym verwendet.

Im Gegensatz zu Economies of Scale sind Economies of Scope mit der Mehr-Güter-Produktion bzw. der Verbundproduktion verknüpft. Sie stellen einen Spezialfall des generellen Konzepts der Subadditivität von Kostenfunktionen dar.⁷¹ Im Zwei-Güter-Fall seien x_1 und x_2 die Mengen zweier unterschiedlicher Güter. Für die Existenz von Economies of Scope gilt dann, dass die Kostenfunktion $C(x_1, x_2)$, welche die Gesamtkosten für die gemeinsame Produktion der beiden Güter darstellt, folgende Beziehung aufweisen muss:

$$C(x_1, x_2) < C(x_1, 0) + C(0, x_2) \quad (4)$$

für $x_1 > 0$ und $x_2 > 0$.⁷² Dabei repräsentieren $C(x_1, 0)$ und $C(0, x_2)$ jene Kosten, die bei der Produktion eines dieser beiden Güter anfallen, wenn das jeweilig andere nicht produziert wird. Unter Economies of Scope sind demnach Kostenvorteile zu verstehen, die bei gleichzeitiger Produktion mehrerer Leistungen entstehen, wenn die Summe der Kosten der jeweiligen Einzelproduktion höher ist als die Gesamtkosten bei gemeinsamer Produktion.⁷³ Unter den Bedingungen voll bestreitbarer Märkte⁷⁴

⁶⁶ Vgl. Willig [1979], 346, Fußnote 1.

⁶⁷ Vgl. Baumol et al. [1988]. Hierin beziehen sie erstmalig Mehr-Produkt-Unternehmungen explizit in die Betrachtung optimaler Marktstrukturen im Rahmen der Theorie der *Industrial Organization* ein und gestalten die Theorie dadurch realitätsnäher und handhabbarer. Eine gute und übersichtliche Erklärung dazu findet sich in Scherer/Ross [1990], 374ff.

⁶⁸ Vgl. Arnold [1985], 270.

⁶⁹ Vgl. Knieps [2001], 22.

⁷⁰ Vgl. Ropella [1989], 234f. Chandler [1990], 24 führt darüber hinaus den Begriff *economies of joint production* auf.

⁷¹ Vgl. Baumol et al. [1988], 71.

⁷² Vgl. Tirole [1999], 44; Willig [1979], 346.

⁷³ Vgl. Goldhar/Jelinek [1983], 143.

⁷⁴ Ein Markt gilt als bestreitbar (*contestable*), wenn er potenziellen Wettbewerbern freien Marktzutritt in Form von direkter Verfügbarkeit der kostengünstigsten Technologie und freien

stellen Economies of Scope sowohl die notwendige als auch die hinreichende Bedingung für die Existenz von Mehr-Produkt-Unternehmungen dar.⁷⁵

Die zugrunde liegende Kostenfunktion weist jedoch nur dann Economies of Scope auf, wenn Kostenkomplementarität vorliegt⁷⁶ – d.h. die Grenzkosten der Produktion des einen Gutes sinken, wenn die Produktion des anderen vergrößert wird.

Im Rahmen einer dreidimensionalen grafischen Darstellung (Abbildung 4, S. 16) gewinnt das Konzept an Klarheit. Die horizontale Ebene repräsentiert die Ausbringungsmengen zweier Produkte, x_1 und x_2 , und die vertikale Ebene die durchschnittlichen Kosten der gemeinsamen Produktion. In der Grafik enthalten sind außerdem sowohl die Kostenfunktionen der jeweiligen Einzelproduktion, die Strecken OA und OD , als auch die Kosten für die Verbund- und die Parallelproduktion der beiden Güter. Die Fläche OEF stellt dabei die Kosten aller möglichen Produktionskombinationen von Produkt 1 und Produkt 2 bei Parallelproduktion dar, die Fläche $OEHG$ ⁷⁷ jene bei Verbundproduktion. Bei gemeinsamer Herstellung von x_1 und von x_2 entstehen, unter der Bedingung der Kostenkomplementarität, Gesamtkosten in Höhe von BH anstatt in Höhe von BF bei separater Produktion. Die Kostenersparnis wird durch die Strecke HF gekennzeichnet. Die Illustration lässt auch erkennen, dass Gleichung (4) nur im Falle der Verbundproduktion und Kostenkomplementarität gilt, da nur dann die Gesamtkostenfunktion $C(x_1, x_2)$ multiplikativ verknüpft ist. Im Falle der Parallelproduktion ist sie additiv – d.h. die Strecken AE und BF' bzw. DG und $F'F$ sind jeweils gleich lang.^{78,79}

Marktaustritt aufgrund Abwesenheit von irreversiblen oder versunkenen Kosten (*sunk costs*) gewährleistet. Vgl. Knieps [2001], 28ff.

⁷⁵ Vgl. Baumol et al. [1988], 71; Panzar/Willig [1981], 268ff. Kritisch dazu äußert sich Teece [1980], 224ff., der bis auf zwei Ausnahmen (siehe hierzu Abschnitt 2.1.3.2, S. 16f.) diese Folgerung in Frage stellt.

⁷⁶ Vgl. Baumol et al. [1988], 75.

⁷⁷ Diese Kostenfläche muss keine Ebene sein. Economies of Scope können ebenso bei konvex oder konkav geformten Kostengebieten vorhanden sein. Vgl. Fritsch et al. [2001], 197.

⁷⁸ Für eine ausführliche Darstellung eines Vergleichs von unabhängiger Parallelproduktion mit Verbundproduktion anhand neoklassischer Produktionsfunktionen sei verwiesen auf Arnold [1985], 271ff.

⁷⁹ An der Grafik kann weiterhin die Unabhängigkeit von Economies of Scale und Economies of Scope abgelesen werden. Die Strecken OG und OE als Kostenfunktionen der separaten Herstellung weisen konstante Skalenerträge auf; trotzdem existieren Verbundvorteile in der Produktion. Vgl. Fritsch et al. [2001], 196f. Hingegen müssen beide gleichzeitig auftreten, um ein natürliches Mehrprodukt-Monopol zu begründen. Vgl. Rodi [1996], 29.

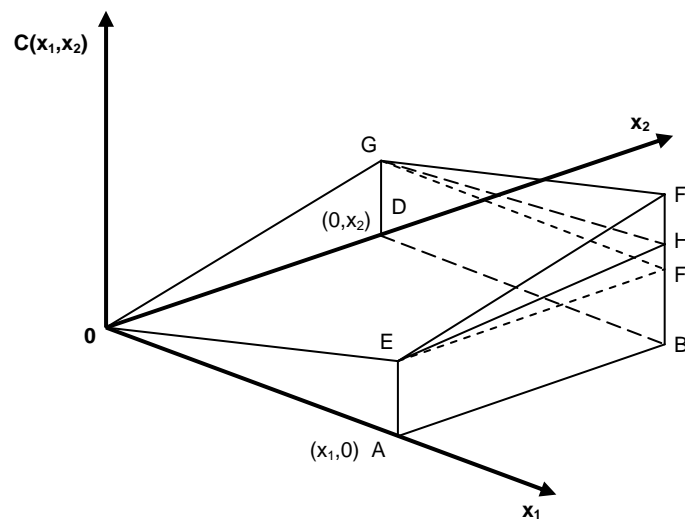


Abbildung 4: Economies of Scope im Zwei-Güter-Fall

Quelle: Eigene Darstellung (in Anlehnung an: Arnold [1985], 272)

Auf den theoretischen Grundlagen aufbauend kann folgende Definition für Economies of Scope vorgenommen werden.

Definition: *Economies of Scope* liegen vor, wenn die gemeinsame Produktion zweier oder mehrerer Güter kostengünstiger ist als die getrennte Produktion dieser Güter.

2.1.3.2. Ursachen für Economies of Scope

Aus vorangegangenen Erläuterungen wird ersichtlich, dass Economies of Scope auf die Existenz von gemeinsamen Produktionsfaktoren (*sharable inputs*) für die Produktion zweier oder mehrerer Güter angewiesen sind.⁸⁰ Grundsätzlich existieren zwei Arten von Produktionsfaktoren, die als Quellen von Economies of Scope dienen können.⁸¹

Unteilbare Produktionsfaktoren: Diese können aufgrund mangelnder Absatzmöglichkeiten nicht ausgelastet werden und besitzen somit überschüssiges Leistungspotenzial, das trotz der Spezialisierung in einer anderen Verwendung

⁸⁰ Vgl. Panzar/Willig [1981], 269f.

eingesetzt werden kann.⁸² In diese Kategorie fallen unteilbare Investitionsgüter, Teile von Produktionskapazitäten, Wärmequellen und für mehrere Produktionsprozesse einsetzbares Humankapital.⁸³ Theorienäher ausgedrückt besitzen diese Produktionsfaktoren die Eigenschaft, dass sie nach Anschaffung für die Produktion eines Gutes für die Herstellung eines anderen kostenlos bzw. kostengünstig zur Verfügung stehen.⁸⁴ Diese Eigenschaft teilen sie mit der zweiten nun folgenden Gruppe.

Immaterielle Produktionsfaktoren: Economies of Scope werden weiterhin ermöglicht, wenn Produktionsfaktoren als „quasi-öffentliche“ Güter⁸⁵ den Unternehmensmitgliedern mehr oder weniger frei zur Verfügung stehen.⁸⁶ Hierzu werden unter anderen die dispositiven Aktivitäten⁸⁷ und das Wissen⁸⁸ einer Unternehmung gezählt. PANZAR und WILLIG fassen die „quasi-öffentlichen“ Güter bei ihren mathematischen Ausführungen unter dem Begriff „Kapital“ zusammen.⁸⁹ Immaterielle Produktionsfaktoren besitzen im Gegensatz zu den unteilbaren Produktionsfaktoren jedoch nicht nur die Eigenschaft, dass sie kostenlos zur Verfügung stehen. Sie können auch „bei der Produktion mehrerer Güter eingesetzt werden [...], ohne da[ss] die Nutzung einer gegebenen Menge dieses Faktors in der einen Verwendung die Nutzung dieser Menge in anderen Verwendungen beeinträchtigt“.⁹⁰

⁸¹ Vgl. Willig [1979], 346; Teece [1980], 224ff.

⁸² Demnach sind Economies of Scope besonders bei modernen flexiblen Fertigungssystemen vorhanden. Vgl. Goldhar/Jelinek [1983], 143.

⁸³ Vgl. Panzar/Willig [1981], 269.

⁸⁴ Vgl. Teece [1980], 230ff.; Baumol et al. [1988], 76ff.

⁸⁵ Vgl. Baumol et al. [1988], 76ff.

⁸⁶ Die Bezeichnung „quasi-öffentlich“ deutet an, dass der Begriff „Öffentliches Gut“ Pate stand, in seiner Reinform jedoch nicht zutrifft. In der Finanzwissenschaft werden Öffentliche Güter oder Kollektivgüter durch *Nicht-Ausschließbarkeit* und *Nicht-Rivalität im Konsum* charakterisiert, d.h. die Nutzung des Gutes kann nicht ausgeschlossen werden und der dem Individuum aus ihr zufließende Nutzen ist unabhängig von der Zahl der Nutzer. Vgl. Samuelson [1954], 387; Musgrave [1983], 151.

⁸⁷ Vgl. Arnold [1985], 270.

⁸⁸ Vgl. Teece [1980], 226ff.

⁸⁹ Vgl. Panzar/Willig [1981], 270.

⁹⁰ Arnold [1985], 270. Vgl. auch Ropella [1989], 235. Economies of Scope treten ebenso auf, wenn ein Faktor durch die Inanspruchnahme eines anderen Faktors beeinträchtigt wird. Als ausschlaggebend erweist sich die Tatsache, dass sich die Nutzung des einen durch die Inanspruchnahme des anderen nicht völlig ausschließt. Vgl. Arnold [1985], 270.

In der Literatur wird weiterhin der so genannte *Portfolioeffekt* als ökonomische Begründung für Economies of Scope aufgeführt. Dieser besagt, dass durch Diversifizierung in verschiedene Projekte das gesamte Investitionsrisiko gesenkt werden kann.⁹¹ Häufiger wird ebenfalls die *Kuppelproduktion* als Ursache für Verbundvorteile aufgeführt.⁹² Diese Kategorisierung ist jedoch umstritten.⁹³

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Economies of Scope auf eine gemeinsame, aber nicht konkurrierende Nutzung von Produktionsfaktoren zurückzuführen sind. Dabei ist zu beachten, dass die Kostenvorteile nur dann existieren, wenn die nicht genutzten Anteile der Produktionsfaktoren aufgrund hoher Transaktionskosten, d.h. informatorischer oder organisatorischer Hindernisse, nicht über den Markt verwertet werden können.⁹⁴

2.2. Logistische Systeme

2.2.1. Grundlagen der Logistik

Die Logistik beschäftigt sich mit der Güterverteilung, die neben der Güterbereitstellung und der Güterverwendung in wirtschaftlichen Systemen von grundlegender Bedeutung ist.⁹⁵ Im Gegensatz zur qualitativen Veränderung der Güter bei deren Bereitstellung und Verwendung geschieht bei der Güterverteilung eine raum-zeitliche Veränderung der Güter. *Logistiksysteme* bezeichnen somit Systeme, die der raum-zeitlichen Manipulation von Gütern dienen.⁹⁶ Häufig sind damit auch Transformationen bezüglich der Art und der Menge der Güter verbunden.⁹⁷ Um die logistische Leistung erfüllen zu können, sind *logistische Prozesse* innerhalb der Logistiksysteme notwendig. Transport-, Umschlags- und Lagerprozesse werden als so genannte Kernprozesse bezeichnet, die von

⁹¹ Vgl. Fritsch et al. [2001], 196, die diesen Effekt bei Forschung und Entwicklung einer Mehr-Produkt-Unternehmung identifizieren, und Bohr [1996], 382f., der den Effekt bei der generellen Nutzung finanzieller Mittel beobachtet.

⁹² Vgl. Bailey/Friedlaender [1982], 1026; Fritsch et al. [2001], 196.

⁹³ Für ROPELLA sind Economies of Scope nur dann gegeben, „sofern die Entscheidung über das Zusammenwirken der Produktionsprozesse in den Dispositionsbereich der Unternehmensleitung fällt und nicht technisch bedingt ist.“ (Ropella [1989], 234f.) Vgl. auch Kleinaltenkamp [1993], 7.

⁹⁴ Vgl. Teece [1980], 224ff.

⁹⁵ Vgl. Pfohl [2000], 3f. Im Allgemeinen kann der Logistik auch die raum-zeitliche Manipulation von *Personen* zugerechnet werden. Die vorliegende Arbeit beschränkt sich jedoch auf Gütertransfers.

⁹⁶ Vgl. Pfohl [2000], 5. Ein System bezeichnet eine „Menge von geordneten Elementen mit Eigenschaften, die durch Relationen verknüpft sind.“ (o.V. [1997a]).

unterstützenden Verpackungs- und Signierungsprozessen sowie Auftragsübermittlungs- und Auftragsbearbeitungsprozessen begleitet werden.⁹⁸ Diese vielfältigen, interdependenten Prozesse erfordern eine ganzheitliche Betrachtungsweise (*Systemdenken*).⁹⁹ Das Systemdenken hilft, suboptimale Insellösungen zu vermeiden, die sich aus der isolierten, auf Teilbereiche beschränkten Optimierung ergeben.

Dem Systemdenken bezüglich der materiellen Interdependenzen eines Logistiksystems entspricht auf der Kostenseite das *Gesamtkostendenken*.¹⁰⁰ Die Erfassung aller für eine Logistikentscheidung relevanten Kosten ist insofern grundlegend, als eine isolierte Optimierung von Teilbereichen nicht unbedingt zu minimalen Gesamtkosten führt.¹⁰¹ Die Notwendigkeit der Totalperspektive resultiert aus den typischen gegenläufigen Kostenverläufen in verschiedenen Teilbereichen (*Kosten-Trade-Offs*¹⁰²): eine Kostensenkung in einem Teilsystem bewirkt oftmals eine Kostensteigerung im gleichen oder in einem anderen Teilsystem.¹⁰³ Zur Beurteilung der Effizienz von Logistiksystemen ist schließlich das *Servicedenken* von großer Bedeutung, da die Gestaltung solcher Systeme stets die Erfüllung von Kundenanforderungen zu möglichst niedrigen Kosten zum Ziel hat.¹⁰⁴

Logistische Systeme, die auch als Güterflusssysteme bezeichnet werden,¹⁰⁵ lassen sich mittels graphentheoretischer Modelle in Form eines Netzwerks

⁹⁷ Vgl. Gattorna [1988], 4; Ihde [2001], 13.

⁹⁸ Vgl. Pfohl [2000], 8; Ihde [2001], 13.

⁹⁹ Vgl. Bowersox et al. [1986], 268; Fawcett et al. [1992], 4; Lambert/Stock [1993], 39f.; Pfohl [2000], 25ff. Im Englischen wird das Systemdenken im Logistikbereich auch *total distribution concept* genannt.

¹⁰⁰ Vgl. LeKashman/Stolle [1965], 34ff.; Bowersox et al. [1986], 288ff.; Gattorna [1988], 24; Lambert/Stock [1993], 45; Pfohl [2000], 30ff.; Ihde [2001], 30ff.

¹⁰¹ Die relevanten Kosten eines Logistiksystems bilden neben den Kosten der einzelnen Subsysteme – siehe Abschnitt 3.2.3.3, S. 40, Fußnote 209, für Kosten in Transportsystemen und Abschnitt 3.3.1, S.48, für Kosten in Lagersystemen – die Serviceniveauekosten und die Loskosten. Vgl. Lambert/Stock [1993], 42; Pfohl [2000], 31.

¹⁰² Zur besseren Abgrenzung von *Kosten-Service-Trade-Offs* (negative Auswirkungen auf den Lieferservice aufgrund von Kostensenkung in einem Teilsystem) auch *Kosten-Kosten-Trade-Offs* genannt. Vgl. Delfmann [1999a], 197.

¹⁰³ Vgl. Gattorna [1988], 24; Lambert/Stock [1993], 45; Delfmann [2000], 475; Pfohl [2000], 31; Ihde [2001], 30. Als Beispiel dafür dient häufig der Zusammenhang zwischen Transport- und Lagerkosten in Bezug auf das Bestellverhalten. Größere Bestell- und Transportlose senken die Transportkosten, steigern aber gleichzeitig die Lagerkosten und *vice versa*. Die optimale Bestellmenge wird deshalb durch das Minimum der Gesamtkostenkurve bestimmt. Vgl. Ihde [2001], 32, Figur 12, für eine bildliche Darstellung. Einen Überblick über weitere Kostenkonflikte verschafft Pfohl [2000], 32, Abb. 12.

¹⁰⁴ Vgl. Pfohl [2000], 35ff.

¹⁰⁵ Vgl. Ihde [2001], 1.

abbilden.¹⁰⁶ In Netzwerken werden Objekte zwischen definierten Punkten (*Knoten*) über Verbindungen (*Kanten*) bewegt. Knoten können sowohl Start- als auch Endpunkte einer Objektbewegung (*Quellen* und *Senken*) darstellen oder als Zwischenhalte dienen, an denen die Objekte vorübergehend festgehalten oder auf einen anderen Weg übergeleitet werden. Kanten repräsentieren die verschiedenen Möglichkeiten, auf denen Objekte durch das Netzwerk bewegt werden können. Die Objekte eines Netzwerkes können wiederum in aktive und passive Objekte eingeteilt werden.¹⁰⁷ Aktive Objekte sind in der Lage, passive Objekte aufzunehmen, zu verarbeiten und untereinander auszutauschen.¹⁰⁸

Logistische Systeme lassen sich in *Subsysteme* untergliedern. PFOHL schlägt eine *verrichtungsspezifische Gliederung* mit fünf Subsystemen vor, die sich an den Aufgabenbereichen und somit an den interdependenten Prozessen eines Logistiksystems orientiert: Transport, Lagerhaus, Lagerhaltung, Auftragsabwicklung und Verpackung.¹⁰⁹ Diese Gliederung dient als Grundlage für die vorliegende Arbeit. Abweichend davon werden jedoch Lagerhaus und Lagerhaltung zum *Lagersystem* zusammengefasst.¹¹⁰ Folgende Abbildung gibt die Einbettung der Subsysteme in das Gesamtsystem und deren gegenseitige Abhängigkeiten schematisch wieder.

¹⁰⁶ Vgl. Ballou [1999], 542ff.; Pfohl [1994], 132f.; Delfmann [1995a], 510; Delfmann [1999b], 45ff. Der Begriff „Netzwerk“ wird ebenso in vielen anderen Wissenschaftsdisziplinen verwendet. Einen Überblick über die unterschiedlichen Verwendungen des Begriffes findet sich in Blankart/Knieps [1992], 73f.

¹⁰⁷ Vgl. Kloster [2002], 35.

¹⁰⁸ Da das Transportsystem das ein logistisches Netzwerk bestimmende System darstellt, spielt die Netzwerkanalyse im Rahmen der Untersuchung von Kostendegression in Transportsystemen eine entscheidende Rolle. Siehe Abschnitt 3.2.1, S. 31f.

¹⁰⁹ Vgl. Pfohl [2000], 19 und 10, Abb. 4, für eine Übersicht über logistische Aufgabenbereiche und deren Zuordnung zu den fünf Teilaufgaben/-systemen. Eine ähnliche Einteilung nimmt Delfmann [1999a], 187ff. vor.

¹¹⁰ Wie in Abschnitt 3.3, S. 47, zu erkennen ist, bietet diese Zusammenfassung der Strukturdimension (Lagerhaus) und Prozessdimension (Lagerhaltung) eines Lagersystems die Möglichkeit einer umfassenden und doch prägnanten Analyse von Kostendegressionen.

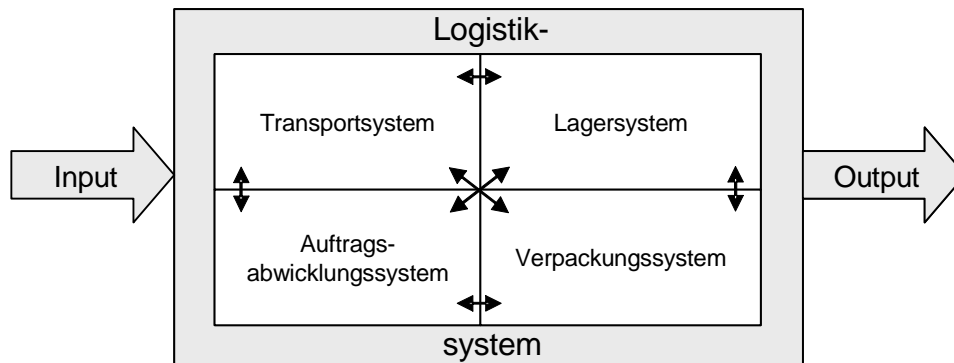


Abbildung 5: Verrichtungsspezifische Abgrenzung logistischer Subsysteme

Quelle: Eigene Darstellung (in Anlehnung an Pfohl [2000], 20)

In den folgenden Kapiteln werden die Aufgaben und Besonderheiten der einzelnen Subsysteme näher erläutert. Die Abschnitte zu den beiden wichtigsten Subsystemen, Transport und Lager, werden um eine Beschreibung der jeweiligen Kostenstrukturen ergänzt.

2.2.2. Transportsystem

Transporte übernehmen im logistischen Funktionsbündel die Aufgabe, die räumlichen Merkmale eines Gutes zu verändern.¹¹¹ Die Raumüberbrückung oder Ortsveränderung geschieht mit Hilfe von Transport- bzw. Verkehrsmitteln.¹¹² Durch deren Einsatz werden die Raumüberbrückungsbedarfe in Transportprozesse bzw. Verkehr umgesetzt. Ein Transportsystem besteht folglich aus dem (Transport-)Gut, dem Transportmittel und dem Transportprozess. Transportprozesse ohne Transportgut werden als *Leertransporte* bezeichnet.

Diese stellen zwar teilweise die notwendige Voraussetzung für einen anschließenden Transportprozess mit Transportgut dar, müssen jedoch durch intelligente Organisation so weit wie möglich reduziert werden.¹¹³ Weiterhin lässt sich der Transport in innerbetrieblichen und außerbetrieblichen Transport

¹¹¹ Vgl. Delfmann [1999a], 189; Pfohl [2000], 9/162; Ihde [2001], 3. Indem sie die räumlichen Merkmale eines Gutes verändern, tragen Transporte zum Gesamtnutzen eines Gutes bei. Vgl. Lambert/Stock [1993], 162; Pfohl [2000], 21. Selbstverständlich berührt die räumliche Veränderung eines Gutes ebenso die zeitliche Dimension. Zur besseren Abgrenzung wird diese im Allgemeinen jedoch nur der Lagerhaltung zugeschrieben. Vgl. Klaas [2002], 151f., Fußnoten 105 und 110.

¹¹² Diese werden üblicherweise in Schifffahrt, Schienenverkehr, Straßenverkehr, Luftverkehr und Rohrleitungsverkehr eingeteilt. Vgl. Fawcett et al. [1992], 44; Ihde [2001], 135.

¹¹³ Vgl. Pfohl [2000], 162; Ihde [2001], 6. Siehe auch Abschnitt 3.2.3.3, S. 41f.

unterscheiden.¹¹⁴ Innerbetriebliche Transporte bezeichnen Materialbeförderungen innerhalb eines Betriebes. Die folgenden Ausführungen beziehen sich jedoch jeweils auf außerbetriebliche Transporte, die den Transport zum Kunden, zwischen den Werken und zu den Lagern des Unternehmens sowie Lager-Lager-Transporte darstellen.

Der Transport beschäftigt sich grundsätzlich mit zwei interdependenten Fragestellungen: Zum einen mit der Wahl des günstigsten Transportmittels und zum anderen mit der Bestimmung des günstigsten Transportprozesses.¹¹⁵ Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Frage nach dem optimalen Transportmittel ausgeklammert. Im Fokus der Untersuchung steht der Straßengüterverkehr, da er von allen Transportmitteln die bedeutendste Rolle spielt und prognosegemäß weiter ausgebaut wird.¹¹⁶ Im Allgemeinen lassen sich die identifizierten Kostendegressionsarten allerdings auf andere Transportmittel, wie Schienen- und Luftverkehr übertragen, da alle diese Transportmittel ähnliche für die Kostendegressionen relevante Bestimmungsfaktoren besitzen.¹¹⁷

Die Kosten eines Transportsystems teilen sich wie folgt auf. Die *fixen*, im Transportsystem also entfernungsunabhängigen Kosten verkörpern gemäß empirischer Untersuchungen rund 70% der Gesamtkosten.¹¹⁸ Sie bestehen knapp zur Hälfte aus Fahrpersonalkosten und setzen sich sonst aus Abschreibungen für das Transportmittel, Fuhrparkverwaltung, kalkulatorische Zinsen, Versicherungen und Steuern zusammen. Die *variablen*, d.h. entfernungsabhängigen Kosten umfassen zu über der Hälfte Kraftstoff sowie ferner Reparaturen, Wartung, Reifen und Schmierstoffe.

¹¹⁴ Vgl. Schulte [1999], 113; Pfohl [2000], 162.

¹¹⁵ Vgl. Delfmann [1999a], 189; Pfohl [2000], 163. Das Transportgut als dritte Komponente eines Transportsystems ist dagegen exogen vorgegeben.

¹¹⁶ Vgl. Ihde [2001], 171; Bahrami [2003], 37f. Aus dem Fokus auf ein Transportmittel heraus ergibt sich weiterhin, dass sich die Analyse auf den intramodalen Transport beschränkt, bei dem über die gesamte Lieferkette die gleiche Transporttechnik eingesetzt wird. Vgl. Bowersox et al. [1986], 146; Gudehus [2000], 217.

¹¹⁷ Selbstverständlich weisen alle Transportmittel eine unterschiedliche Kostenstruktur auf. Vgl. z.B. Ballou [1999], 155ff. Dies hat jedoch keine Auswirkungen auf *potenzielle* Kostendegressionen, sondern nur auf deren konkrete Ausprägungen.

¹¹⁸ Vgl. Aberle [1997], 231f., dessen Kosteninformationen sich auf ein Straßengüterfernverkehrsfahrzeug mit 40 t Gesamtgewicht beziehen. Vgl. auch Erdmann [1999], 239; Delfmann [2000], 479. Allein aus der reinen Kostenbeschreibung wird die Relevanz von *Fixkostendegressionspotenzialen* in Transportsystemen deutlich. Siehe hierzu die ausführliche Kostenanalysen in Kapitel 4, S. 55ff.

2.2.3. Lagersystem

Das Lagersystem umfasst eine strukturelle und eine prozessuale Dimension.¹¹⁹ Die strukturelle Dimension umfasst alle Entscheidungen, die die räumliche Anordnung, die Dimensionierung und die Anzahl der Lager im Logistiksystem betreffen. Die prozessuale Dimension beinhaltet hingegen alle Entscheidungen, die die Lagerbestände beeinflussen. *Lagerbestände* verändern die zeitliche Dimension eines Gutes.¹²⁰ Sie dienen der Überbrückung von zeitlichen und quantitativen Unterschieden zwischen Angebot und Nachfrage in Logistiksystemen.¹²¹ Lagerbestände können in Grund-, Unterwegs- und Sicherheitsbestand eingeteilt werden.¹²² Der Grundbestand (mittlerer Lagerbestand, *base stocks*) ist der durchschnittliche im Lager vorhandene Bestand, der die Nachfrage im Durchschnitt bedienen kann/soll. Unterwegsbestände (*transit stocks*) sind Lagerbestände in Bewegung und entstehen während des Transports und des Umschlags. Der Sicherheitsbestand (*safety stocks*) dient dem Schutz vor ungeplanten Fehlmengen während des Wiederbeschaffungszeitraums.

Zur Manipulation von Lagerbeständen sind *Lagerstätten* notwendig. Sie definieren die Knoten eines logistischen Netzwerks, an denen die Güter zeitweilig deponiert oder auf eine andere Relation des Netzwerks umgeleitet werden.¹²³ Je nach Funktion können Lagerhäuser sowohl Quellen und Senken als auch Auflösungs- und Konzentrationspunkte im Netzwerk darstellen.¹²⁴ Die Funktion des Lagerhauses im Systemverbund bestimmt darüber hinaus in hohem Maße sein Layout, und seine technische Ausstattung.¹²⁵

¹¹⁹ Die strukturelle Dimension wird bei PFOHL im Subsystem *Lagerhaus* beschrieben, die prozessuale Dimension im Subsystem *Lagerhaltung*. Vgl. Pfohl [2000], 9f./98f. Vgl. auch Delfmann [1999a], 188.

¹²⁰ Vgl. Delfmann [1999a], 189; Pfohl [2000], 9; Ihde [2001], 3. Indem Lagerprozesse die zeitlichen Merkmale eines Gutes verändern, tragen sie zum Gesamtnutzen eines Gutes bei. Vgl. Pfohl [2000], 21.

¹²¹ Die weiteren Funktionen der Lagerhaltung werden ausführlich bei Schulte [1999], 178f. beschrieben. Vgl. weiterhin Bowersox et al. [1986], 184ff.; Fawcett et al. [1992], 31f.; Delfmann [1995b], 176; Ackerman/Brewer [2001], 225; Waters [2001], 196.

¹²² Vgl. Voorhees/Sharp [1978], 70; Bowersox et al. [1986], 282ff.; Pfohl [2000], 101f..

¹²³ Vgl. Ballou [1999], 542ff.

¹²⁴ Vgl. Schulte [1999], 374ff. und Pfohl [2000], 124ff. Dementsprechend werden funktional Vorrats-, Verteilungs- und Umschlaglager unterschieden. In Vorratslagern werden Güter längerfristig deponiert. Verteilungslager dienen sowohl zur Auflösung als auch zur Konzentration von Gütern. In Umschlagslagern werden Güter nur sehr kurzfristig eingelagert, um den Umschlag zwischen zwei Transportmitteln zu ermöglichen. Siehe auch Abschnitt 4.2, S. 61ff.

¹²⁵ Vgl. Pfohl [2000], 130ff.

Die Kosten in Lagersystemen setzen sich wie folgt zusammen. Sie können eingeteilt werden in *variable* Kosten, die vom Lagerdurchsatz abhängen (durchsatzabhängige Kosten), und in *fixe* Kosten, die nicht vom Lagerdurchsatz abhängen (durchsatzunabhängige Kosten).¹²⁶ Die fixen Kosten eines Lagerhauses bestehen, neben Kosten für den Lagerraum, zum größten Teil aus Personalkosten, wohingegen die variablen Kosten durch Kosten für Lagerbestände und Güterbehandlung bestimmt werden. Die Güterbehandlung erfordert neben dem Einsatz von technischer Ausstattung einen Personalbeitrag. Dieser fällt jedoch unabhängig vom Arbeitsaufwand im Lager an und wird deswegen komplett zu den fixen Kosten gezählt.¹²⁷

2.2.4. Auftragsabwicklungssystem

Jeder Güterfluss in einem Logistiksystem setzt den Austausch von Informationen voraus. Erfüllt wird diese *Informationsfunktion* von der Auftragsabwicklung.¹²⁸ Ein Auftrag stellt die Grundlage für den Informationsfluss im Logistiksystem dar. Die Auftragsabwicklung schließt somit den „gesamten Zyklus der Übermittlung, Bearbeitung und Kontrolle der Aufträge vom Zeitpunkt der Auftragsabgabe beim (externen oder internen) Kunden bis zur Ankunft der Sendungsdokumente und Rechnungen beim Kunden“¹²⁹ ein. Neben diesen rein informationsbezogenen Aufgaben bildet die Auftragsabwicklung eine Klammer um die verschiedenen logistischen Einzelfunktionen und integriert damit durch einen dem Güterfluss vorausgehenden, begleitenden und nachfolgenden Informationsfluss.¹³⁰

2.2.5. Verpackungssystem

Der Verpackung kommt ähnlich der Auftragsabwicklung eine übergreifende Funktion im Logistiksystem zu. Sie erfüllt diverse logistische Aufgaben, die den

¹²⁶ Vgl. Fawcett et al, [1992], 34; Vahrenkamp [2000], 32; Ihde [2001], 316. Siehe hierzu auch Abschnitt 3.3.1.

¹²⁷ Vgl. Eichner [1990], 40. Vahrenkamp [2000], 32 gibt an, dass die Personalkosten einen Anteil von 60-75% an den gesamten Lagerkosten einnehmen. In Kapitel 4, S. 51ff., werden die Kosten für Lagerraum, Güterbehandlung und Personal unter dem Begriff *Lagerhauskosten* zusammengefasst. Kosten für Lagerbestände werden hingegen als *Lagerhaltungskosten* bezeichnet.

¹²⁸ Vgl. Delfmann [1999a], 190f.; Pfohl [2000], 78ff.

¹²⁹ Delfmann [1999a], 190. Vgl. auch Pfohl [2000], 78.

¹³⁰ Vgl. Bowersox et al. [1986], 124; Delfmann [1999a], 190; Pfohl [2000], 81f.

(wirtschaftlichen) Transport und die Lagerhaltung von Gütern erst ermöglichen.¹³¹ Die Verpackung bezeichnet die „lösbar, vollständige oder teilweise Umhüllung eines Gutes [...], um dieses zu schützen oder andere Funktionen zu erfüllen“¹³². Aus logistischer Sicht ermöglichen Güterverpackungen deren Schutz (Schutzfunktion), Stapelfähigkeit (Lagerfunktion), Transportfähigkeit (Transportfunktion), Handhabbarkeit (Manipulationsfunktion) und Kennzeichnung (Informationsfunktion).¹³³

Des Weiteren stellen Verpackungen die Voraussetzung für die Bildung so genannter *logistischer Einheiten*, in denen auszuliefernde Güter zu größeren Einheiten zusammengefasst werden. Die damit verbundenen Möglichkeiten zur Standardisierung und Modularisierung der logistischen Prozesse haben entscheidenden Einfluss auf die Effizienz und den Synchronismus des gesamten Logistiksystems.¹³⁴

2.3. Logistische Gestaltungsvariablen

Dem Modell eines Netzwerkes entsprechend können logistische Systeme in zweierlei Hinsicht gestaltet werden.¹³⁵ Zum einen müssen die strukturelle Dimension des Systems und zum anderen die prozessuale Dimension festgelegt werden. Die logistische Infrastrukturgestaltung (*Konfiguration des Logistiksystems*¹³⁶) betrifft die „räumlichen, technischen und personellen Struktureigenschaften eines Logistiksystems“¹³⁷. Die logistische Prozessgestaltung (*Koordination eines Logistiksystems*) bestimmt hingegen die Ausgestaltung der operativen Güter- und Informationsflüsse innerhalb der Struktur eines Logistiksystems.¹³⁸ Dabei verhalten sich die beiden Gestaltungsdimensionen höchst interdependent. Beispielsweise hängen Entscheidungen über die Art, die Kapazität und den Einsatz einzelner

¹³¹ Vgl. Bowersox et al. [1986], 242ff.

¹³² Vgl. Pfohl [2000], 146.

¹³³ Vgl. Delfmann [1999a], 190; Pfohl [2000], 147f.

¹³⁴ Vgl. Bowersox et al. [1986], 247ff.; Baum et al. [1992], 100ff.; Pfohl [2000], 154ff.

¹³⁵ Vgl. Delfmann [1999a], 191.

¹³⁶ Vgl. Pfohl [1994], 133; Delfmann [1999a], 191.

¹³⁷ Vgl. Klaas [2002], 134.

¹³⁸ Vgl. Delfmann [1999a], 191; Klaas [2002], 137ff.

Transportmittel unmittelbar von den Produktions- und Lagerstandorten des Logistiknetzwerkes ab.¹³⁹

Zur Gestaltung des Logistiksystems stehen drei allgemeine Gestaltungsvariablen zur Verfügung.¹⁴⁰ Die Infrastruktur des Systems wird dabei durch dessen Zentralisierungsgrad, (*De-*)*Zentralisation*, beschrieben. Die Prozesse des Systems können konsolidiert oder aufgelöst werden (*Bündeln versus Vereinzeln*) sowie bedarfs- oder prognoseorientiert ausgerichtet werden (*Aufschieben versus Spekulieren*). Analog zur Konfiguration und Koordination eines Logistiksystems können zwischen den drei Variablenpaaren wechselseitige Abhängigkeiten beobachtet werden.

2.3.1. Zentralisierung versus Dezentralisierung

Die erste Gestaltungsvariable bestimmt die *geografische Verteilung* von Produktions- und Lagerstandorten im Logistiksystem.¹⁴¹ Der Grad der infrastrukturellen Zentralisierung drückt dabei aus, inwieweit die logistischen Prozesse an einem Standort gebündelt oder auf mehrere Standorte verteilt werden. Bei der Betrachtung lassen sich zwei verschiedene Perspektiven unterscheiden. Die *vertikale Dimension* beschreibt die Stufigkeit des Logistiksystems, d.h. die Struktur der im Logistikprozess hintereinander angeordneten Lager- und/oder Produktionsstandorte.¹⁴² Die *horizontale Dimension* betrachtet dagegen die Anzahl der Lager- und/oder Produktionsstandorte auf der jeweils selben Prozessstufe eines Logistiksystems. Ein sowohl horizontal als auch vertikal vollständig zentralisiertes Logistiksystem zeichnet sich folglich durch die Konzentration sämtlicher Logistikprozesse auf einen einzigen Standort aus (Standorteinheit).¹⁴³ Ein horizontal und vertikal dezentralisiertes System wird indessen durch ein komplexes Netz von Produktions- und Lagerstandorten repräsentiert.¹⁴⁴

¹³⁹ Vgl. Delfmann [1999a], 191; Klaas [2002], 148f.

¹⁴⁰ Vgl. Pfohl [1994], 139ff.; Delfmann [1999a], 192ff.; Klaas [2002], 133ff.

¹⁴¹ Vgl. Delfmann [1999a], 192; Vahrenkamp [2000], 31ff.; Klaas [2002], 150ff.

¹⁴² Vgl. Schulte/Schulte [1992], 1029, für eine detaillierte Einteilung von Lagern in Werks-, Zentral-, Regional- und Auslieferungslager und deren Funktionen.

¹⁴³ Vgl. Ihde [2001], 86.

¹⁴⁴ Vgl. Klaas [2002], 151f.

2.3.2. Bündeln versus Vereinzeln

Diese Prozessvariable stellt wohl die in der Literatur am häufigsten diskutierte dar, da ihr Einfluss auf die wirtschaftliche Gestaltung eines Logistiksystems sehr offensichtlich erscheint.¹⁴⁵ Dem logistischen Ideal entspricht ein *direkter Güterfluss* zwischen Quelle und Senke.¹⁴⁶ Bisweilen ist jedoch ein *indirekter Güterfluss* notwendig, um die Effizienz des Systems zu erhöhen. Indirekte Güterflüsse entstehen bei Bündelung, bei der Güterflüsse unterschiedlicher Herkunft zu größeren Transportlosen zusammengefasst werden, um einen Teil der Transportstrecke gemeinsam zu durchlaufen.¹⁴⁷ Demgegenüber steht die Vereinzelnung, bei der der Güterfluss in kleinere Teilmengen aufgelöst wird, um separat zu unterschiedlichen Destinationen gelangen zu können.

Allgemein werden die zeitliche und die räumliche Bündelung unterschieden.¹⁴⁸ Im Rahmen der zeitlichen Bündelung (auch Bestandsbündelung genannt) werden so lange Sendungsaufträge an einem Standort zusammengefasst, bis eine bestimmte Transportlosgröße oder ein bestimmter Zeitpunkt erreicht wird. Die räumliche Bündelung wird in Fahrzeug- und Umschlagslagerbündelung unterteilt. Bei der Fahrzeugbündelung (auch Transportbündelung genannt) werden Transportlose einer oder mehrerer Quellen in einem Transportmittel zusammengefasst an eine oder mehrere Senken ausgeliefert. Die Umschlagslagerbündelung (auch Transitterminalbündelung genannt) bringt Güter verschiedener Herkunft an einem Standort zusammen, an dem sie umgeladen, ggf. umsortiert und an verschiedene Destinationen weitergeleitet werden.

¹⁴⁵ Unter dem Englischen Begriff *consolidation* finden sich etliche theoretische Arbeiten und empirische Studien zu dieser Gestaltungsvariablen. Vgl. Masters [1980], Cooper [1983], Jackson [1985], Hall [1987]. Deutsche Autoren verwenden sowohl den Begriff Konsolidierung als auch Bündelung, die in der vorliegenden Arbeit synonym verwendet werden. Vgl. Pfohl [1994], Delfmann [1999a], Erdmann [1999], Schulte [1999].

¹⁴⁶ Vgl. Delfmann [1999a], 196. Hingegen weist der diskontinuierliche, indirekte Fluss unerwünschte Unterbrechungen und Verzögerungen im Güter- und Informationstransfer auf. Vgl. Beuthe/Kreutzberger [2001], 248.

¹⁴⁷ Vgl. Masters [1980], 55; Cooper [1983], 54; Hall [1987], 57; Beuthe/Kreutzberger [2001], 239; Klaas [2002], 154.

¹⁴⁸ Vgl. Hall [1987], 58f.; Pfohl [1994], 147f. In ihrer empirischen Studie zu Konsolidierung fasst Cooper die beiden Formen zusammen. Vgl. Cooper [1983], 54.

2.3.3. Aufschieben versus Spekulieren

Diese Gestaltungsvariable beschreibt den Unterschied zwischen *kundenbedarfsgerechter* und *kundenanonymer Gestaltung* des Logistikkkanals.¹⁴⁹ Von Spekulieren wird dann gesprochen, wenn im Logistiksystem die „Transfer- und Transformationsaktivitäten auf Basis von Prognosen oder rein spekulativ [...] durchgeführt“¹⁵⁰ werden.¹⁵¹ Das Aufschieben indes bezeichnet das Hinauszögern von Transfer- und Transformationsaktivitäten, das so lange geschieht, bis in den nachfolgenden Logistikstufen Bedarf vorhanden ist und auf diese Weise gesicherte Auftragsinformationen vorliegen.^{152,153} In der vorliegenden Arbeit soll nur das Aufschieben bzw. das frühzeitige Durchführen von *Transferaktivitäten* betrachtet werden, da Transformationsaktivitäten kein originär logistisches Betätigungsfeld darstellen.

In jedem Logistiksystem kommen sowohl das Spekulations-Prinzip als auch das Aufschiebe-Prinzip vor – Ersteres kommt dann zum Tragen, wenn die wirtschaftliche Tragfähigkeit des Letzteren seine Grenze erreicht.¹⁵⁴ Einerseits erlaubt es die Substitution von kundenanonymen, spekulativen durch kundenbezogene, ‚aufgeschobene‘ Prozesse, die aus Prognosen resultierenden Risiken der falschen Auftragszusammensetzung und –menge sowie die hohen Kosten aus Lagerbeständen und Kapitalbindung zu minimieren.¹⁵⁵ Andererseits stehen dieser Risiko- und Kostenminimierung die Kundenanforderungen hinsichtlich Lieferbereitschaft und –flexibilität gegenüber.

¹⁴⁹ Vgl. Ihde [2001], 251f. Mit *Kunde* ist hierbei der den internen oder externen Auftrag auslösende Empfangspunkt im Logistiksystem gemeint.

¹⁵⁰ Vgl. Delfmann [1995b], 176.

¹⁵¹ Der Begriff Aufschieben beruht auf dem Wort *postponement*, der Terminus Spekulieren korrespondiert mit dem englischen *speculation*. Beide Gestaltungsoptionen wurden 1965, aufbauend auf einer Arbeit von Anderson, von Bucklin erstmalig in einem umfassenden Artikel beschrieben. Vgl. Anderson [1950]; Bucklin [1965]. Operationalisiert wurde das Konzept 1988 von Zinn und Bowersox. Vgl. Zinn/Bowersox [1988].

¹⁵² Vgl. Bucklin [1965], 26f.; Zinn/Bowersox [1988], 118; Pfohl [1994], 145; Delfmann [1995b], 176f.; Ihde [2001], 252; Klaas [2002], 152.

¹⁵³ Wenn die *Transferaktivitäten* eines Gutes betroffen sind, wird von *geographical, time* oder *logistics postponement/speculation* gesprochen. Sobald ebenso die *Transformationsaktivitäten* im Logistiksystem berührt werden, wird dies als *manufacturing, form* oder *value-added postponement/speculation* bezeichnet. Vgl. Zinn/Bowersox [1988], 118; LaLonde/Mason [1993], 43f.; Pagh/Cooper [1998], 13f.

¹⁵⁴ Vgl. Bucklin [1965], 27; Zinn/Bowersox [1988], 118; Delfmann [1995b], 178.

¹⁵⁵ Vgl. Bucklin [1965], 26f.; Bowersox et al. [1986], 57; Ballou [1993], 33; Delfmann [1999a], 194.

2.3.4. Interdependenzen zwischen den Gestaltungsvariablen

Die hohe Interdependenz, die zwischen den einzelnen logistischen Subsystemen festzustellen ist, spiegelt sich in den wechselseitigen Abhängigkeiten der Gestaltungsvariablen wider. Diese werden im Folgenden kurz skizziert.

Das Aufschieben von Transferaktivitäten geht mit einer zentralen Lagerstruktur einher, da auf diese Weise die Kostenvorteile einer Zentrallagerung bis zuletzt ausgenutzt werden können.¹⁵⁶ Die Konzentration auf einen oder wenige Standorte ergibt sich tendenziell auch aus Bestands- oder Umschlagslagerbündelung.¹⁵⁷ Andererseits werden in zentralisierten Logistiksystemen eher gebündelte Warenströme als kleine Transportlose versendet.¹⁵⁸ Dies geschieht ebenso in spekulativ gesteuerten Systemen, wohingegen das Aufschieben von Prozessen tendenziell zu vereinzelt Transportaufträgen führt.¹⁵⁹

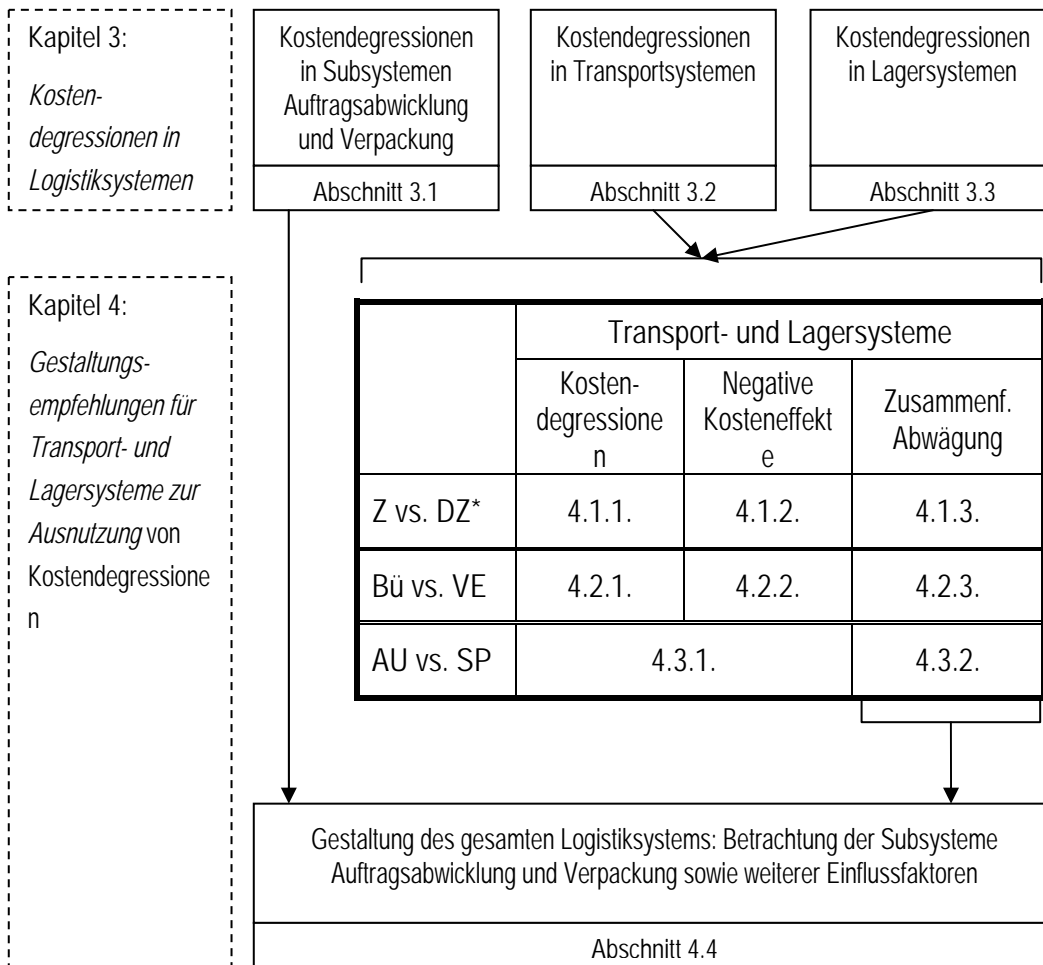
Die Interdependenz der einzelnen logistischen Themenbereiche, sowohl zwischen den einzelnen Subsystemen als auch zwischen den Gestaltungsvariablen, macht die Notwendigkeit einer *integrierten* Betrachtung deutlich. Um jedoch die Komplexität des Problems zu reduzieren, muss es zunächst gedanklich und gliederungstechnisch *dekomponiert* werden. Dementsprechend erfolgt die Bestimmung der Kostendegressionen (Kapitel 3) nach Subsystemen getrennt. Bei den darauf aufbauenden Gestaltungsempfehlungen (Kapitel 4) wird nach den Gestaltungsvariablen unterschieden. Die folgende Abbildung 6 zeigt den Aufbau der Kapitel 3 und 4 im Detail.

¹⁵⁶ Vgl. Pagh/Cooper [1998], 14; van Hoek et al. [1999], 506. Weitere Zusammenhänge zwischen *Zentralisierung versus Dezentralisierung* und *Aufschieben versus Spekulieren* untersucht Klaas [2002], 153f.

¹⁵⁷ Vgl. Cooper [1983], 71.

¹⁵⁸ Vgl. Pfohl et al. [1992], 95; Kloster [2002], 122.

¹⁵⁹ Vgl. Klaas [2002], 157.



*) Z Zentralisierung DZ Dezentralisierung
 Bü Bündeln VE Vereinzeln
 AU Aufschieben SP Spekulieren

Abbildung 6: Detaillierter Aufbau der Kapitel 3 und 4

Da bei den Subsystemen Transport und Lager die größten Kostendegressionspotenziale vermutet werden, erscheint es vor dem Hintergrund des beschränkten Umfangs dieser Arbeit sinnvoll, die nähere Untersuchung auf diese beiden Subsysteme zu konzentrieren. Grundsätzlich ist wegen der vielfältigen Abhängigkeiten allerdings die Betrachtung *aller* Subsysteme vonnöten. Deshalb wird eine kurze, gemeinsame Analyse zu Kostendegressionspotenzialen in den Subsystemen Auftragsabwicklung und Verpackung (Abschnitt 3.1.) vorgenommen. Detailliert wird anschließend – jeweils getrennt – auf Transport- und Lagersysteme (Abschnitte 3.2. und 3.3.) eingegangen.

Die erarbeiteten Kostendegressionspotenziale in Transport- und Lagersystemen werden dann auf die drei logistischen Gestaltungsvariablen angewendet (Abschnitte 4.X.1.). Nachfolgend werden negative Kosteneffekte in den beiden Subsystemen pro

Gestaltungsvariable (Abschnitte 4.X.2.) betrachtet, um sie abschließend in einer zusammenfassenden Betrachtung gegeneinander abzuwägen und Gestaltungsempfehlungen geben zu können (Abschnitte 4.X.3.).¹⁶⁰ Der letzte Abschnitt 4.4. gibt einen integrativen Überblick über die Gestaltung des *gesamten* Logistiksystems zur Ausnutzung von Kostendegressionspotenzialen. Hier fließen die Erkenntnisse über die Kostendegressionen *aller* Subsysteme und weiterer, nicht-kostenmäßiger Einflussfaktoren zusammen.

¹⁶⁰ Da sich die Kosteneffekte bei *Aufschieben versus Spekulieren* aus den beiden anderen Gestaltungsvariablen ergeben, werden hier Kostendegressionen und negative Kosteneffekte in *einem* Abschnitt (4.3.1.) behandelt und die abschließende Betrachtung in Abschnitt 4.3.2.

3. Kostendegressionen in logistischen Subsystemen

3.1. Kostendegressionen in den Subsystemen Auftragsabwicklung und Verpackung

Die *Auftragsabwicklung* muss einen durchgehenden Informationsfluss im Logistiksystem gewährleisten, um eine möglichst friktionsfreie Logistikkette zu ermöglichen. Kostenvorteile in der Informationsversorgung lassen sich im Allgemeinen aus deren elektronischer Verarbeitung generieren. Die Aufgaben der Auftragsabwicklung bieten sich für einen Einsatz von moderner Informations- und Kommunikationstechnologie (IuK-Technologie) besonders an, da sie zum allergrößten Teil aus repetitiven Routinetätigkeiten bestehen.^{161,162} Die *Größe* des Auftragsabwicklungssystems kann anhand der insgesamt behandelten Aufträge gemessen werden. Dementsprechend können durch den Einsatz von moderner IuK-Technologie *Economies of Scale* erzielt werden, wenn sich die Anzahl der bearbeiteten Aufträge erhöht. Die Erzielung von *Economies of Scope* ist ebenfalls denkbar: Werden verschiedene Aufträge in einem System gemeinsam abgewickelt, so entstehen Verbundvorteile durch die gemeinsame Nutzung von Produktionsfaktoren. Aufgrund der rein informationsbezogenen Perspektive erscheint die Unterscheidung in Größen- und Verbundvorteile jedoch nicht notwendig.

Ähnlich der Auftragsabwicklung bestehen Kostendegressionspotenziale im *Verpackungssystem*. Kostenvorteile im Sinne von technisch bedingten *Economies of Scale* und *Economies of Scope* können durch den Einsatz von mechanisierten bzw. automatisierten Verpackungsmaschinen erzielt werden. Die Automatisierung des Verpackungsprozesses hängt jedoch wesentlich von den Eigenschaften des Packgutes und der Gütermenge ab.¹⁶³ So lässt sich eine große Anzahl homogener Konsumgüter eher automatisiert verpacken als einzelne, auftragsgefertigte

¹⁶¹ So z.B. Auftragbestätigung, Prüfung des Warenbestandes, Bonitätsprüfung, Kontrolle des Auftragbestandes, Fakturierung usw. Vgl. Pfohl [2000], 82f./88.

¹⁶² Ein reibungsloser Ablauf des intra- und interorganisatorischen Güterflusses setzt eine Lösung der Schnittstellenproblematik mit Hilfe standardisierter Austauschprotokolle voraus. *Intraorganisatorisch* kann dies am Beispiel von geschlossenen Warenwirtschaftssystemen im Handel nachvollzogen werden, *interorganisatorisch* anhand von Systemen auf Basis des EDIFACT-Standards. Vgl. Pfohl [2000], 90ff.

¹⁶³ Vgl. Pfohl [2000], 153.

Investitionsgüter. Neben den technisch bedingten Kostenvorteilen lassen sich größenbedingte Ersparnisse bei der Beschaffung von Verpackungsmaterial erzielen.

Bedeutender als die Erzielung von Ersparnissen im Verpackungssystem selbst erscheint jedoch dessen Relevanz für Kostendegressionen in den übrigen Subsystemen. Die *Bildung von logistischen Einheiten*¹⁶⁴ erlaubt zwar nur die Realisierung geringer, im Verpackungssystem selbst wirksamer Größenvorteile (aufgrund der Möglichkeit zum mechanisierten bzw. automatisierten Handling der Packgüter). Allerdings bilden diese Einheiten eine Grundvoraussetzung für die rationelle logistische Abwicklung in den Transport- und Lagersystemen. Sie ermöglichen eine Zeitersparnis bei der Be- und Entladung und eine Gewichts- und Volumenreduktion beim Transport.¹⁶⁵

3.2. Kostendegressionen in Transportsystemen

Im Gegensatz zur in Abschnitt 3.1. erfolgten Untersuchung können die Kostendegressionen aus der Produktion- und Kostentheorie nicht ohne weiteres auf Transportsysteme übertragen werden, da Transportsysteme als Netzwerke betrachtet werden müssen.¹⁶⁶ Diese Komplexität wird vor allem durch die für die Bestimmung von Kostendegressionen notwendige Festlegung von Bezugsgrößen, d.h. der unabhängigen Variablen der Kostenfunktion für die einzelnen Kosteneffekte, determiniert. Diese in der klassischen maschinellen Produktion relativ einfach zu bestimmenden Größen wie Ausbringungsmenge, Größe und Auslastung der Produktionsanlage sind in Netzwerken nicht offensichtlich. Im folgenden Abschnitt wird daher zuerst auf die Notwendigkeit zur Darstellung von Transportsystemen als Netzwerke eingegangen, um anschließend die Kostendegressionen mit ihren netzwerkspezifischen Bezugsgrößen detailliert darzulegen.

¹⁶⁴ Hierunter fallen z.B. Palette oder Container. Vgl. Pfohl [2000], 156.

¹⁶⁵ Vgl. Baum et al. [1992], 99ff.

¹⁶⁶ Die Schwierigkeit der Analyse wird durch die Uneinigkeit der Forscher in Bezug auf die untersuchten Phänomene (d.h. Kosteneffekte in Transportsystemen) verdeutlicht. Für den Luftverkehr geben ANTONIOU und ebenso ALBERS jeweils einen umfassenden Überblick zu den empirischen Arbeiten über Größen- und Verbundeffekte und die teilweise konträren Auffassungen über die Existenz solcher Effekte. Vgl. Antoniou [1991], 174ff.; Albers [2001], 11ff. Die unterschiedlichen Ergebnisse beruhen allerdings hauptsächlich auf unscharfen Begriffsabgrenzungen. Vgl. Höfer [1993], 211; Kloster [2002], 31.

3.2.1. Netzwerkdarstellung von Transportsystemen

Wie in Abschnitt 2.2.1. beschrieben, lassen sich die räumlich-zeitlichen Transformationen innerhalb eines Logistiksystems als Netzwerk darstellen. Die Güter werden in diesem Netzwerk entlang der Kanten bewegt; an den Knoten können sie bereitgestellt, gespeichert oder entnommen werden. Dementsprechend müssen Kostendegressionen in Transportsystemen im Blickwinkel einer Netzwerkanalyse untersucht werden. In einem Transportnetzwerk stellen die Transportgüter die passiven Objekte und die Transportmittel die aktiven Objekte dar.¹⁶⁷ Auf den Kanten eines Transportnetzes finden Transportprozesse statt, bei denen die passiven Objekte von bzw. in den aktiven Objekten zwischen den Knoten des Netzes bewegt werden. Die Knoten eines Transportnetzes stellen hingegen Lagerstätten dar, in denen Lager- und Umschlagsprozesse stattfinden. So wird die enge Verknüpfung der Subsysteme Transport und Lager auch in der Netzwerkdarstellung deutlich.¹⁶⁸

Dieser kurze Einstieg deckt auf, welche Schwierigkeiten bei der Analyse von Kostendegressionen in Transportsystemen erwachsen. Schließlich werden im Gegensatz zur Realgüterproduktion in einem verarbeitenden Betrieb nicht quasi homogene Produktionsanlagen betrachtet, bei denen technisch-kostenmäßige Wirkungszusammenhänge relativ einfach zu untersuchen sind. Transportnetzwerke stellen komplexe Gebilde dar, in denen höchst interdependente Prozesse ablaufen. Darüber hinaus sind sie im logistischen Kontext mit anderen Subsystemen eng verknüpft.

3.2.2. Economies of Scope in Transportsystemen

Economies of Scope liegen vor, wenn die gemeinsame Produktion zweier oder mehrerer Güter kostengünstiger ist als die getrennte Produktion dieser Güter. Anders formuliert bestehen diese Verbundeffekte, wenn mit der Erweiterung eines bestehenden Produktspektrums um ein weiteres Produkt Kostenvorteile verbunden

¹⁶⁷ Siehe Abschnitt 2.2.1, S. 18ff.

¹⁶⁸ Wenn also, wie im Rahmen der vorliegenden Arbeit, die Kostendegressionen in den logistischen Subsystemen separat analysiert werden, dann offenbart sich wiederum die Notwendigkeit einer anschließenden Interdependenzanalyse. Siehe Abschnitte 4.1.3, S. 58ff., 4.2.3, S. 69ff. und 4.3.2, S. 74ff.

sind. Um Economies of Scope in Transportsystemen bestimmen zu können, ist die Beschäftigung mit der Produktion des Systems, also dessen Produkt, notwendig.

Ein Produkt kann im Allgemeinen nach seiner Art, d.h. durch einen Namen (z.B. Schraube, Schuh), seiner Quantität und der dazugehörigen Maßzahl (z.B. 5 Kilogramm Schrauben, 2 Container Schuhe) beschrieben werden.¹⁶⁹ Da ein Transportsystem die räumlichen Merkmale eines Gutes verändert, muss zusätzlich eine die Raumveränderung charakterisierende Beschreibung angefügt werden. Ein in einem Transportprozess transferiertes und transformiertes Produkt wären dann z.B. 5 Kilogramm Schrauben von Köln nach Hamburg oder 2 Container Schuhe von Frankfurt nach Freiburg. Wenn eine sehr detaillierte Produktdefinition sinnvoll ist, kann jedes Produkt in einem Transportsystem nach diesen verschiedenen Dimensionen abgegrenzt werden.¹⁷⁰

Eine empirische Analyse macht allerdings häufig eine *Aggregation* notwendig, um das Datenmaterial handhabbar zu machen.¹⁷¹ Das Produkt eines Transportsystems wird im Allgemeinen nach der *räumlichen Dimension* aggregiert.¹⁷² In einem Transportsystem werden somit unterschiedliche *Quelle-Senke-Relationen* produziert.¹⁷³ Dementsprechend wird in der vorliegenden Arbeit vorgegangen.

Definition: *Economies of Scope in einem Transportsystem sind vorhanden, wenn die gemeinsame Produktion verschiedener Quelle-Senke-Relationen kostengünstiger ist als die separate Produktion. Dies setzt den Rückgriff auf gemeinsame Produktionsfaktoren voraus.*

¹⁶⁹ Vgl. Jara-Díaz [1982], 523f.

¹⁷⁰ Jara-Díaz et al. unterscheiden die Dimensionen räumlich (*spatial*), zeitlich (*time*) sowie art- und mengenmäßig (*commodity*). Da diese jedoch den Funktionen des *gesamten* Logistiksystems entsprechen, wird diese Einteilung bei der hiesigen Betrachtung des Transportsystems nicht verfolgt. Vgl. Jara-Díaz et al. [2001], 3.

¹⁷¹ Vgl. Wang Chiang/Friedlaender [1984], 268; Braeutigam [1999], 68f.; Jara-Díaz et al. [2001], 1.

¹⁷² Vgl. Jara-Díaz [1982], 524.

¹⁷³ Vgl. Brueckner/Spiller [1991], 324; Shy [1996], 440; Domschke/Krispin [1999], 290. In wettbewerbstheoretischen Analysen wird häufig „der jeweils relevante Markt als Produktlinie“ (Höfer [1993], 219) verstanden. Vgl. auch Bittlingmayer [1990], 245; Keeler/Formby [1994], 25.

3.2.3. Economies of Scale in Transportsystemen

Economies of Scale liegen vor, wenn mit steigender Ausbringungsmenge eines Produktes sinkende Stückkosten verbunden sind. Die Ausbringungsmenge (*output*) entspricht der insgesamt gefertigten Menge eines Produktes innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit. Der Output eines Transportsystems stellt folglich die *Menge aller in einer bestimmten Zeiteinheit angebotenen bzw. produzierten Relationen* dar.¹⁷⁴ Analog zum Produktbegriff wird eine aggregierte Maßzahl notwendig, ohne die die Lösung eines Optimalproblems unmöglich wäre.¹⁷⁵ Diese Maßzahl soll die Komplexität der Transportleistung reduzieren, indem sie die Vielzahl von heterogenen Produkten innerhalb des Netzwerkes auf *ein* Maß hin homogenisiert.¹⁷⁶

In der Literatur bestehen solche Maßzahlen mehrheitlich aus einer Mengen-, Gewichts- oder Volumenkomponente und einer Entfernungskomponente.¹⁷⁷ Daraus ergeben sich äußerst vielfältige Kombinationsmöglichkeiten: Für die Messung der Ausbringungsmenge einer Fluggesellschaft finden sich beispielsweise produzierte, angebotene oder verkaufte Tonnen- bzw. Personenkilometer (*available personal/ton kilometers, passenger kilometers sold*).¹⁷⁸

Zwei Aspekte erscheinen im Zuge der Verwendung aggregierter Maßzahlen allerdings problematisch. Erstens geht mit jeder Aggregation ein Informationsverlust einher.¹⁷⁹ Im Falle des Transportes heißt das, dass mindestens eine der das Transportprodukt und damit die Ausbringungsmenge bestimmenden Dimensionen verloren geht. Bei Verwendung der Maßzahl Tonnenkilometer betrifft dies beispielsweise die *räumliche* Dimension.¹⁸⁰ Um diesen Informationsverlust zumindest teilweise auszugleichen, verwenden Autoren häufig zusätzlich so genannte Attribute (*output characteristics, output variables*), die jeweils eine der Dimensionen beschreiben (z.B. *length of haul, load factor, average shipment size*).¹⁸¹

¹⁷⁴ Vgl. Jara-Díaz [1982], 524.

¹⁷⁵ Vgl. Wang Chiang/Friedlaender [1984], 268.

¹⁷⁶ Vgl. Braeutigam [1999], 68.

¹⁷⁷ Vgl. Ihde [2001], 4.

¹⁷⁸ Vgl. Tretheway/Oum [1992], 4; Keeler/Formby [1994], 29; Albers [2001], 10.

¹⁷⁹ Vgl. Braeutigam [1999], 69; Jara-Díaz et al. [2001], 3.

¹⁸⁰ Somit können sich hinter identischen tonnenkilometrischen Leistungsangaben sehr heterogene Leistungen verbergen. Beispielsweise werden 1000 Tonnenkilometer sowohl gemessen, wenn 1 Tonne Ladung 1000 Kilometer bewegt wird, als auch bei einer Güterbewegung von 1000 Tonnen um 1 Kilometer.

¹⁸¹ Vgl. Xu et al. [1994], 275; Basso /Jara-Díaz [2003], 5.

Die Verwendung von Attributen kann jedoch nicht dem zweiten Problem entgegenwirken – im Gegenteil wird es dadurch noch gravierender: Aggregierte Maßzahlen sind in der Regel interdependent. Dies erschwert ihren Einsatz als Bezugsgrößen für Kostendegressionen, da isolierte Analysen und Aussagen verwässert werden.^{182,183}

Trotz aller Problematik herrschen die auf die beschriebene Weise aggregierten Maßzahlen zur Definition der Ausbringungsmenge eines Transportsystems in der Literatur vor.¹⁸⁴ Auch in der vorliegenden Arbeit wird für die Ausbringungsmenge eines Transportsystems die aggregierte Bezugsgröße *Tonnenkilometer* gewählt.

Definition: *Economies of Scale in einem Transportsystem sind vorhanden, wenn die Stückkosten eines Tonnenkilometers bei steigender Gesamtproduktion von Tonnenkilometern sinken.*

Von den zahlreichen Ursachen für Economies of Scale¹⁸⁵ erweisen sich zwei statische Kostenvorteile in Transportsystemen als besonders relevant: die Fixkostendegression aufgrund Auslastungserhöhung (zu Typ 1a in Abbildung 2, S. 10) und die mutierende Vergrößerung der Produktionsanlagen (Typ 1b in Abbildung 2, S. 10).¹⁸⁶ Die wirtschaftswissenschaftliche Forschung hält für diese Phänomene zwei Bezeichnungen bereit, die das Begriffsspektrum der Produktions- und Kostentheorie erweitern: *Economies of Density* und *Economies of Size*.¹⁸⁷ Da die

¹⁸² So kommen Xu et al. [1994], 276 beispielsweise zu dem Ergebnis, dass die durchschnittliche Transportstrecke und –ladung mit der Ausbringungsmenge positiv korreliert sind. Vgl. ebenso Oum/Zhang [1997], 310/314.

¹⁸³ Als theoretisch korrekte, aber ob seiner Komplexität empirisch nicht handhabbare Alternative schlagen JARA-DÍAZ und CORTÉS den disaggregierten Vektor aller im Transportsystem produzierten Quelle-Senke-Relationen vor. Vgl. Jara-Díaz/Cortés [1996], 157.

¹⁸⁴ Vgl. Jara-Díaz et al. [2001], 4; Xu et al. [1994], 275.

¹⁸⁵ Siehe Abschnitt 2.1.2.2, S. 9.

¹⁸⁶ Generell sind in Netzwerken die *dynamischen Kostenvorteile* (Typ 2 in Abbildung 2, S. 10), insbesondere Lern- und Erfahrungskurveneffekte, gegenüber denen statischer Art zu vernachlässigen. Die von HÖFER vorgebrachten Argumente für den Luftverkehr lassen sich nach Ansicht des Verfassers verallgemeinern und auf andere netzbasierte Industrien übertragen. Vgl. Höfer [1993], 244. Vgl. hierzu auch Bretzke [1998], 396.

¹⁸⁷ An dieser Stelle soll auf die in der Literatur ebenfalls besprochenen *Economies of Length of Haul* eingegangen werden. Sie stellen einen Sonderfall unter den Kostendegressionen dar. Deren Bezugsgröße, die *durchschnittliche Transportentfernung*, bezieht sich im Gegensatz zu den Bezugsgrößen der anderen untersuchten Kostenvorteile nicht auf das gesamte Netzwerk, sondern nur auf die einzelnen Kanten des Systems. Mit Economies of Length of Haul wird folglich eine Kostendegression der Stückkosten eines Tonnenkilometers bezeichnet, die mit einer Steigerung der durchschnittlichen Transportentfernung einhergeht. Vgl. Rodi [1996], 35;

beiden Begriffe in der Literatur uneinheitlich verwendet werden, wird deren Entstehungsgeschichte kurz dargelegt, bevor auf sie detailliert eingegangen wird.

3.2.3.1. *Evolution der Begriffe Economies of Density und Economies of Size*

Die Diskussion über Größen- und Verbundvorteile in Transportindustrien setzte auf breiter Basis in den 1980er Jahren im Zuge der Deregulierung von Luft- und Schienenverkehrsmärkten ein. Es zeigte sich, dass die Analyse von Kostendegressionen in Transportnetzwerken die Differenzierung der Ursachen für Economies of Scale notwendig machte.

Grundlegend für diese Differenzierung ist eine Arbeit von CAVES ET AL., in der die Autoren Mitte der 1980er Jahre Kostendegressionspotenziale in der Luftfahrtindustrie untersuchten.^{188,189} Ausgehend von der Annahme, dass große nationale Luftverkehrsgesellschaften (*trunk carriers*) Kostenvorteile gegenüber kleineren regionalen Konkurrenten besäßen, mutmaßten sie, dass sich der US-amerikanische Markt nach seiner Deregulierung zu einem Oligopol entwickeln müsste. Tatsächlich gewannen jedoch die kleineren regionalen Fluggesellschaften Marktanteile und es traten neue Konkurrenten in den Markt ein. Dementsprechend konnte der Kostenvorteil nicht nur auf schierer Betriebsgröße basieren.¹⁹⁰ Bei der Analyse stellte sich heraus, dass hingegen der Grad der Auslastung des von der Fluggesellschaft betriebenen Netzwerks entscheidend ist. CAVES ET AL. definieren Economies of Density als solche Kostenvorteile, die aufgrund einer höheren Auslastung in einem bestehenden Netzwerk entstehen.^{191,192} Dem gegenüber

Pfohl [2000], 126; Ihde [2001], 33. Im Prinzip ist die Entfernungskostendegression pro zurückgelegten Kilometer richtig und empirisch erwiesen. Vgl. Pfohl [2000], 126. Problematisch ist nach Ansicht des Verfassers jedoch der Bezug auf die *durchschnittliche Transportentfernung*, die lediglich *ein* Attribut des komplexen Transportprodukts darstellt (siehe Abschnitt 3.2.3, S. 34). Infolgedessen kann fälschlicherweise angenommen werden, dass eine Erhöhung der Transportentfernung generell zielführend und positiv zu bewerten sei. Dass dem nicht so ist, liegt auf der Hand – insbesondere, da exogene Faktoren wie Kundennachfrage und Lieferservice dagegensprechen. Aus diesem Grunde wird diese Art von Kostendegression in der vorliegenden Arbeit nicht weiter verfolgt.

¹⁸⁸ Vgl. Caves et al. [1984]. Der Begriff Economies of Density wird allerdings schon früher von Koontz [1951], 139 und von Keeler [1974], 207 verwendet.

¹⁸⁹ Die Arbeit gilt als wegweisend in der Wettbewerbstheorie von netzbasierten Industrien. Basso/Jara-Díaz [2003], 2, bemerken dazu: „These two concepts have attained a status of almost textbook definitions and have been (and still are) extensively used in empirical work.“

¹⁹⁰ Vgl. Caves et al. [1984], 472. Dazu kritisch: Höfer [1993], 226f.

¹⁹¹ Vgl. Caves et al. [1984], 472.

¹⁹² Ob seiner Relevanz hat der Begriff große Verbreitung auch in anderen Forschungsfeldern gefunden. Vgl. für den logistischen Bereich die detaillierten Literaturüberblicke in Albers

untersuchen CAVES ET AL. Kostenvorteile, die auf der Größenänderung von Netzwerken basieren.

Sie verwenden dafür den Begriff Economies of Scale.¹⁹³ Problematisch beim Gebrauch des Begriffes ist jedoch, dass hierbei der Oberbegriff von Größeneffekten für eine spezielle Ausprägung derselben verwendet wird. Zur besseren Abgrenzung von Größeneffekten in Netzwerken bietet sich stattdessen der Begriff Economies of Size an. Dieser wurde in den 1950er Jahren von PENROSE eingeführt.¹⁹⁴ Im Rahmen der Netzwerkdebatte wurde er wieder aufgegriffen, aber nicht konsequent verwendet.¹⁹⁵

Die vorliegende Arbeit folgt der Unterscheidung in *size* und *density*. Auf diese Weise soll die Absicht unterstrichen werden, einen Beitrag zur begrifflichen Klärung und zur einfachen Anwendbarkeit der Ergebnisse leisten zu wollen. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die in der vorliegenden Arbeit unterschiedenen Kostendegressionen.

[2001], 11ff. (Luftverkehr) und Rodi [1996], 36f. (Schieneverkehr). Stellvertretend für andere Gebiete sei auf den wirtschaftsgeografischen Bereich mit z.B. Mori/Nishikimi [2002] verwiesen.

¹⁹³ Als *returns to scale* wird „the variation in unit costs with respect to proportional changes in both network size and the provision of transport services“ (Caves et al. [1984], 472) definiert.

¹⁹⁴ PENROSE benutzte den Begriff synonym zu Economies of Scale, der, im selben Zeitraum geprägt (siehe Abschnitt 2.1.2.1, S.8), in der Literatur offenbar größeren Anklang fand. Vgl. Penrose [1959], 89f.

¹⁹⁵ So weisen manche, zumeist volkswirtschaftliche Autoren explizit auf die Unterteilung der Economies of Scale in Economies of Density und Economies of Size hin und gebrauchen die Begriffe dementsprechend. Vgl. Braeutigam et al. [1984], 4; Werner [1988], 134; Rodi [1996], 34f. In anderen Veröffentlichungen zu netzbasierten Industrien wird hingegen nicht differenziert und schlicht der Begriff Economies of Scale benutzt. Vgl. Tretheway/Oum [1992], 7ff.; Xu et al. [1994], 275ff.; Keeler/Formby [1994], 21ff.

Kostendegressionen in...	Größeneffekte		Verbundeffekte
der Produktion	<i>Economies of Scale</i> (Abschnitt 2.1.2.)		<i>Economies of Scope</i> (Abschnitt 2.1.3.)
in Transportsystemen	<i>Economies of Scale</i> (Abschnitt 3.2.3.)		<i>Economies of Scope</i> (Abschnitt 3.2.2.)
	<i>Economies of Size</i> (Abschnitt 3.2.3.2.)	<i>Economies of Density</i> (Abschnitt 3.2.3.3.)	

Tabelle 1: Gegenüberstellung der in der vorliegenden Arbeit unterschiedenen Kostendegressionen

3.2.3.2. *Economies of Size in Transportsystemen*

In der vorliegenden Arbeit werden als *Economies of Size* in Transportsystemen solche Kostenvorteile bezeichnet, die sich auf eine mutierende Betriebsgrößenänderung beziehen. Bezugsgröße für *Economies of Size* ist demnach die Größe des zugrunde liegenden Transportnetzwerks.¹⁹⁶ Sie wird im Regelfall über die so genannten Netzwerkvariablen (*network variables*) beschrieben.¹⁹⁷ Zwei häufig verwendete Netzwerkvariablen stellen die von CAVES ET AL. eingeführte Anzahl der Knoten bzw. Destinationen (*numbers of points served*)¹⁹⁸ und die von HARRIS erstmalig benutzte Länge des Transportnetzes (*route/track miles*)¹⁹⁹ dar.

Da von zahlreichen Autoren²⁰⁰ die Existenz von Größeneffekten in Abhängigkeit von der Netzgröße *verneint* wird, erscheint fraglich, ob die Netzwerkgröße einen geeigneten Indikator für das Kostenniveau in

¹⁹⁶ Neben dem Netzwerk können ebenso die einzelnen Transportmittel als Produktionsanlagen innerhalb eines Transportsystems angesehen werden. Deren mutierende Veränderung wird dann als Bezugsgröße für *Economies of Size* angesehen. Vgl. Kloster [2002], 94f. In der vorliegenden Arbeit werden jedoch alle Kostenvorteile, die auf Transportmittel bezogen sind, unter *Economies of Density* subsumiert. Siehe dazu Abschnitt 3.2.3.3, S. 39ff.

¹⁹⁷ Vgl. Xu et al. [1994], 275. Einen anderen Weg diskutiert HÖFER mit der inputorientierten Größenmessung eines Transportnetzwerks, bei der die Anzahl der aktiven Objekte als Basis genommen werden. Dabei stößt er jedoch auf „unüberwindbare Schwierigkeiten“ (Höfer [1993], 234), da die Objekte weitestgehend nicht miteinander vergleichbar sind.

¹⁹⁸ Vgl. Caves et al. [1984], 474. Vgl. z.B. auch Keeler/Formby [1994], 29 ; Gottinger [2001], 10; Jara-Díaz et al. [2001], 2.

¹⁹⁹ Vgl. Harris [1977], 557.

Transportsystemen darstellt. Wie DE WIT jedoch herausstellt, werden in vielen Studien Betriebsgrößeneffekte auf eine *multiple* Variation der Netzwerkgröße bezogen, d.h. die Studien analysieren Duplizierungen von bestehenden Netzwerken.²⁰¹ Da für die Existenz von Economies of Scale jedoch eine *mutierende* Betriebsgrößenänderung notwendig ist, erscheinen die negativen Studienergebnisse als Konsequenz fehlerhafter Modellbildung.²⁰² Im Rahmen der Erweiterung eines bestehenden Transportnetzes um einen Knoten und damit um eine neue Quelle-Senke-Relation kann indes von einer mutierenden Betriebsgrößenerweiterung gesprochen werden, so dass durchaus Economies of Size in Transportnetzwerken vorstellbar sind.

Definition: *Economies of Size in Transportsystemen sind dann vorhanden, wenn eine Vergrößerung des Netzwerkes mit sinkenden Stückkosten eines Tonnenkilometers verbunden ist.*

3.2.3.3. Economies of Density in Transportsystemen

Economies of Density beziehen sich auf die Dichte eines Netzwerks. Die *Dichte* eines Netzwerks bezeichnet dessen *Auslastung*.^{203,204} Der in der Literatur vielfach gebrauchte Dichtebegriff bezieht sich auf die *Verkehrsdichte* eines Netzwerks.²⁰⁵ Diese Dichte stellt das Verhältnis zwischen der Menge und Größe der im Netzwerk bewegten passiven Objekte und der Kapazität oder der Größe des Netzes insgesamt dar. Da die Menge der in einem Netzwerk bewegten passiven Objekte, die gemessen in Tonnenkilometern dessen Ausbringungsmenge gleicht, als *Verkehr* bezeichnet werden kann, wird dieser Dichtetyp *Verkehrsdichte* genannt.

²⁰⁰ Vgl. Caves et al. [1984], 471, Xu et al. [1994], 276, Oum/Zhang [1997], 309 und die dort angegebenen weiteren Studien.

²⁰¹ Vgl. De Wit [1995], 174f.

²⁰² Den Ergebnissen vieler Studien, die die Existenz von Betriebsgrößeneffekten in Transportsystemen negieren, stehen ebenso Xu et al. [1994] und Oum/Zhang [1997] kritisch gegenüber. Harmatuck [1991] gelangt gleichfalls zu steigenden *Size*-Effekten in der Transportindustrie.

²⁰³ Die Auslastung wird definiert als das Verhältnis von tatsächlicher Ausbringungsmenge und maximaler Kapazität bzw. Größe einer Produktionsanlage. Zu Auslastung synonym wird der Begriff Beschäftigung verwendet. Vgl. o.V. [1997b].

²⁰⁴ Vgl. Albers [2001], 9. Die Bezeichnung liegt nahe. Schließlich drückt die Dichte einer Struktur ebenfalls ein Verhältnis zwischen den Elementen der Struktur und der Größe bzw. des Volumens eben jener Struktur aus. Vgl. o.V. [1968].

²⁰⁵ Vgl. Koontz [1951], 139; Albers [2001], 10.

Mathematisch lässt sich die Verkehrsdichte d als das Verhältnis von Verkehr v zur Größe des Netzwerkes g_n schreiben:

$$d = \frac{v}{g_n} \quad (5)$$

Aus Gleichung (5) geht hervor, dass die Verkehrsdichte eines Netzwerkes einerseits steigt, wenn der Verkehr v bei konstanter Netzwerkgröße g_n zunimmt, und andererseits, wenn die Netzwerkgröße bei konstantem Verkehr schrumpft.²⁰⁶ Gleichzeitig lässt sich erkennen, dass die Verkehrsdichte eines Netzwerkes dessen Auslastung bezeichnet.²⁰⁷

In der vorliegenden Arbeit wird dieses Verständnis vom Dichtebegriff erweitert.²⁰⁸ Es wird nicht nur die *zeitpunktbezogene Auslastung* eines Transportnetzwerks betrachtet, wie dies bei der Verkehrsdichte der Fall ist, sondern auch dessen *Auslastung im Zeitverlauf*.²⁰⁹ Darunter wird das *Verhältnis der produktiven zur unproduktiven Einsatzzeit der Transportmittel* verstanden. Diese beiden Typen der für ein Transportnetzwerk relevanten Dichten bzw. Auslastungen können jeweils durch verschiedene Maßnahmen ausgelöst werden. Jede Maßnahme kann dabei einzeln oder in Kombination mit anderen die Dichte des Transportsystems erhöhen. Bemerkenswert ist, dass es sich dabei nicht nur um *transportmittelbezogene* Maßnahmen, die häufig im Zusammenhang mit der Verkehrsdichte vorgebracht werden, sondern auch um *transportprozess-* sowie *lagerprozessbezogene* Maßnahmen handeln kann.

²⁰⁶ Für die Analyse von Economies of Density wird sich hier auf den Fall konzentriert, in dem die Netzwerkgröße konstant gehalten wird.

²⁰⁷ In diesem Sinne treten Economies of Density in Transportsystemen also dann auf, wenn eine steigende Verkehrsdichte des Systems mit sinkenden Stückkosten für einen Tonnenkilometer einhergeht. Vgl. Braeutigam et al. [1984], 4; McShan/Windle [1989], 212; Tretheway/Oum [1992], 9; Brueckner/Spiller [1994], 380; Albers [2001], 10/20; Talley [2001], 317.

²⁰⁸ Hierbei ist zu ergänzen, dass sich die vertretene Sichtweise allerdings nur auf *Transportprozesse* beschränkt. Aufgrund der zwei Betrachtungsdimensionen in Netzwerken (Struktur- und Prozessdimension) müssen im Grunde zwei Arten von Dichten in Transportnetzen unterschieden werden: Zum einen die auf die *Netzstruktur* bezogene Dichte, zum anderen die auf die *Netzprozesse* bezogene Dichte. Erstere bezeichnet das Verhältnis zwischen der Anzahl und den Kapazitäten der Knoten und Kanten eines Netzwerkes und der zur Verfügung stehenden Fläche. Diese wird z.B. für die Messung von Verkehrsinfrastrukturausstattung einzelner Regionen verwendet, in Form von Dichtekennziffern der Art Länge des Straßennetzes geteilt durch Fläche. Vgl. Ihde [2001], 113. Vgl. auch Mori/Nishikimi [2002], deren Abhandlung sich mit den Auswirkungen von Economies of Density auf Netzstrukturen und die Bildung von Industrieagglomerationen beschäftigt.

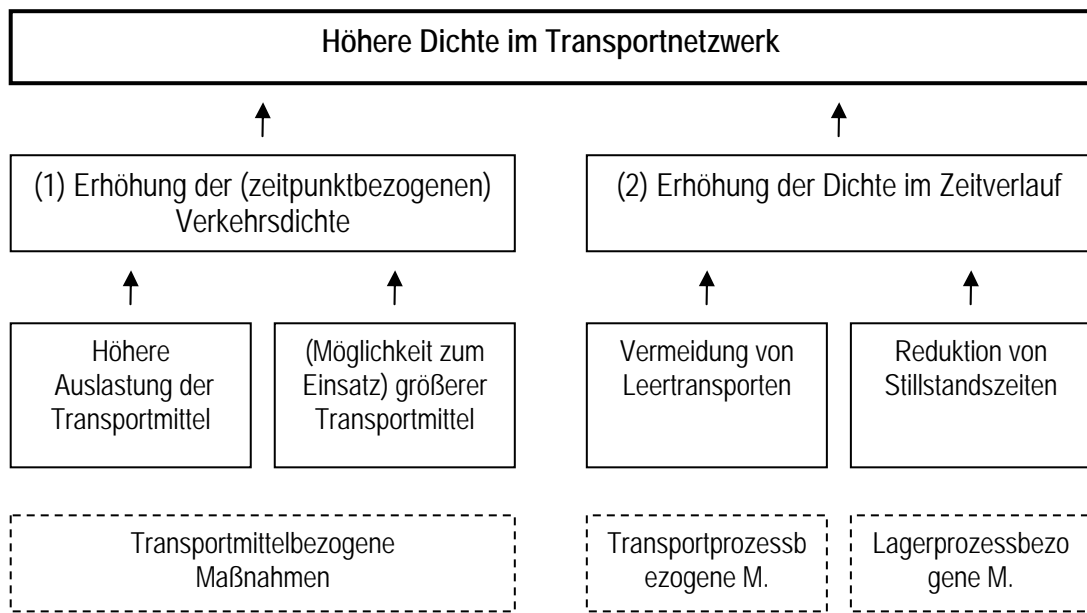


Abbildung 7: Maßnahmen zur Steigerung der Dichte im Transportnetzwerk

Eine Erhöhung der Verkehrsdichte (Typ 1 in Abbildung 7) wird zum einen durch eine *höhere Auslastung der Transportmittel* und eine *Benutzung größerer Transportmittel* verursacht.^{210,211} Durch diese beiden *transportmittelbezogenen* Maßnahmen erhöht sich die Verkehrsdichte d , da jeweils die Ausbringungsmenge in Form der erbrachten Tonnenkilometer bei konstanter Netzgröße steigt. Dabei führen beide zu sinkenden Stückkosten durch eine Degression der Fixkosten.

Die Dichte des Transportnetzwerks im Zeitverlauf (Typ 2 in Abbildung 7, S. 43) kann durch eine *transportprozessbezogene* und eine *lagerprozessbezogene* Maßnahme gesteigert werden: einerseits durch die *Vermeidung von Leertransporten* und andererseits durch die *Reduktion von Stillstandszeiten* bei der Be- und

²⁰⁹ Vgl. Baum et al. [1992], 232; Kloster [2002], 102.

²¹⁰ Vgl. Baum et al. [1992], 82; Brueckner/Spiller [1994], 380; Höfer [1993], 215. Die Verkehrsdichte eines Transportnetzwerks kann ebenso durch eine Erhöhung der Frequenz der Transportmittelbewegungen, bei entsprechender Steigerung der transportierten Güter, gesteigert werden. Vgl. Beuthe/Kreutzberger [2001], 240; Albers [2001], 10. Da jedoch diese Maßnahme den Nutzen der Nachfragerseite erhöht statt die Kosten auf der Anbieterseite zu senken, wird sie in der folgenden Betrachtung ausgeschlossen. Eine mehrperiodige Betrachtung im Sinne einer Kostensenkung aufgrund ggf. verstärkter Nachfrage wird ebenfalls nicht vorgenommen. Vgl. McShan/Windle [1989], 212; Domschke/Krispin [1999], 297; Beuthe/Kreutzberger [2001], 250; Kloster [2002], 96.

²¹¹ In der Literatur werden Kostendegressionen, die aus der Benutzung größerer Transportmittel resultieren, vereinzelt *economies of vehicle/aircraft size* genannt. Vgl. Morrison/Winston [1985], 59ff.; De Wit [1995], 174ff. Sie können jedoch unter dem Begriff *Economies of Density* subsumiert werden.

Entladung.²¹² Ein Leertransport bildet zwar häufig die notwendige Voraussetzung für einen nachfolgenden Transportauftrag.²¹³ Die Zeiten, in denen sich ein Transportmittel zwischen zwei Knoten ohne Ladung bewegt, senken allerdings die zeitliche Auslastung des Transportsystems. Es gilt also, die Effizienz der Transporte zu erhöhen und die Kosten im System zu senken.²¹⁴ Hierbei spielt die so genannte *Paarigkeit* einer Kante eine entscheidende Rolle.²¹⁵ Die Paarigkeit bezeichnet das Verhältnis der auf Hin- und Rückweg einer Kante erbrachten Gütermengen und kann mit Hilfe des Paarigkeitsindizes η gemessen werden:

$$\eta_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ji}} \quad (6)$$

wobei mit x_{ij} die Gütermengen von Knoten i zu Knoten j bezeichnet werden.²¹⁶ Ein Paarigkeitsindex von 1 zeigt den Idealzustand zwischen zwei (sich gegenseitig beliefernden) Knoten an, da sowohl auf der Hin- als auch auf der Rückfahrt dieselbe Gütermenge transportiert wird. Eine höhere zeitliche Auslastung auf dieser Kante kann nicht erreicht werden. Werden nun die Paarigkeitsindizes aller Kanten eines Transportsystems bestimmt und mit der jeweiligen Ausbringungsmenge gewichtet, lässt sich die systemweite Paarigkeit eines Transportsystems errechnen.²¹⁷ Es lässt sich vermuten, dass Transportsysteme mit einer hohen systemweiten Paarigkeit Kostenvorteile gegenüber solchen mit einer niedrigen systemweiten Paarigkeit besitzen.²¹⁸

Die *Reduktion von Stillstandszeiten* bei der Be- und Entladung führt zu einer besseren zeitlichen Auslastung eines Transportmittels und des gesamten

²¹² Vgl. Baum et al. [1992], 98f.; Kloster [2002], 103.

²¹³ Vgl. Pfohl [2000], 162.

²¹⁴ Durch die Vermeidung von Leerfahrten und die Reduktion von Stillstandszeiten ergibt sich in jedem Fall eine Degression der fixen Transportkosten. Wenn darüber hinaus Fahrten im System eingespart werden können, sinken auch die systemweiten variablen Transportkosten. Das insgesamt zu erzielende Einsparpotenzial wird deutlich, wenn man bedenkt, dass rund 15% der gesamten Fahrten im außerbetrieblichen Straßengüterverkehr (in Deutschland) ohne Ladung gefahren werden. Vgl. Baum et al. [1995], 12. Als konkrete prozessuale Maßnahme hierzu wird in Abschnitt 4.2.1, S. 64f., die Möglichkeit von so genannten Begegnungsverkehren besprochen.

²¹⁵ Vgl. Ihde [1976], 20; Ihde [2001], 79.

²¹⁶ Vgl. Ihde [1976], 20; Ihde [2001], 79.

²¹⁷ Vgl. Kloster [2002], 119.

²¹⁸ Zu diesem Ergebnis kommt auch KLOSTER, der den europäischen Schienenverkehr untersucht. Vgl. Kloster [2002], 137ff.

Transportsystems. Interessanterweise sind Prozesse, die das *Lagersystem* betreffen, hierfür Voraussetzung. So kann die Standzeit an der Laderampe z.B. durch eine größere Anzahl von Toren, durch zusätzliches Be- und Entladegerät und durch mehr Personal deutlich verringert werden.²¹⁹ Nach diesen Ausführungen lassen sich Economies of Density definieren.

Definition: *Economies of Density in Transportsystemen sind dann vorhanden, wenn die Stückkosten eines Tonnenkilometers mit steigender Dichte des Transportsystems sinken, wobei sich die Dichte sowohl auf einen Zeitpunkt als auch auf einen Zeitraum beziehen kann.*

3.2.4. Verhältnisse der Kostendegressionen zueinander

Ein Schwachpunkt der vorgestellten Bezugsgrößensystematik liegt darin, dass *Scope-* und *Scale-*Effekte vermischt werden, und somit Kosteneffekte nicht in der gleichen Weise eindeutig zuzuordnen sind, wie dies bei der Produktions- und Kostentheorie der Fall ist. Auf der Seite der *Scale-*Effekte gilt dies sowohl für Economies of Density als auch für Economies of Size.

Das Verhältnis von Economies of Density und Economies of Scope erklärt sich folgendermaßen.²²⁰ Wie oben beschrieben, wird die Dichte eines konstant gehaltenen Netzwerks bei steigendem Verkehr erhöht. Steigender Verkehr kann unter anderem aufgrund von gebündelten Transportströmen im Streckenverkehr zustande kommen. Hierbei entstehende Kostenvorteile können sowohl als Economies of Density als auch als Economies of Scope interpretiert werden, da es sich um eine Produktion verschiedener Produkte mit gemeinsamen Produktionsfaktoren handelt. Angenommen, in einem Transportnetzwerk werden die Produkte P1 und P2 als Quelle-Senke-Relationen AB und AC nachgefragt. Die Bedienung der Transportströme in diesem Netzwerk findet über ein Zentrallager Z statt, was zu einer Bündelung der beiden Ströme auf der Relation AZ führt.

²¹⁹ Vgl. Baum et al. [1992], 98f.; Ackerman/Brewer [2001], 229f.

²²⁰ Vgl. Morrison/Winston [1985], 59; Höfer [1993], 216; Albers [2001], 17f.

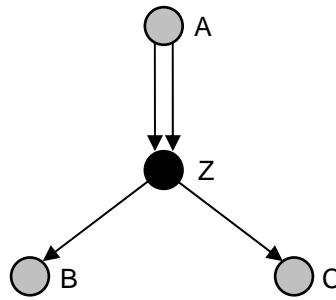


Abbildung 8: Bündelung von Transportströmen

Quelle: Eigene Abbildung (in Anlehnung an: Albers [2001], 18)

Bei dieser Bündelung werden gemeinsame Produktionsfaktoren in Anspruch genommen, z.B. (Schienen-)Weg, Transportfahrzeug, Personal usw., was zu Economies of Scope führt.²²¹

Die Vermischung von Economies of Size und Economies of Scope liegt in der Verwendung der Netzwerkvariablen als Bezugsgröße begründet. JARA-DÍAZ widmet sich in verschiedenen Arbeiten diesem Problem und zeigt auf, dass mit der Vergrößerung eines Netzwerkes die Anzahl der verschiedenen Produkte steigt.²²² Die Erweiterung eines Netzwerkes um einen Knoten erhöht die Anzahl der Quelle-Senke-Relationen, die Bezugspunkt für Economies of Scope sind. Somit besteht wiederum die Möglichkeit, zwei oder mehrere verschiedene Produkte mit gemeinsamen Produktionsfaktoren herzustellen.

²²¹ Analog zu der mathematischen Schreibweise aus Abschnitt 2.1.3, S. 14, kann hier geschrieben werden als: $C(AB,0) + C(0,AC) > C(AB,AC)$.

²²² Vgl. Jara-Díaz/Cortés [1996]; Jara-Díaz et al. [2001]; Jara-Díaz/Basso [2003]; Basso/Jara-Díaz [2003]. Zu diesen Aussagen gelangen auch Hurdle et al. [1989], 121 und Borenstein [1992], 59f.

Sinkende Stückkosten	Bezugsgröße	
	Ausbringungsmenge	Produkt
Netzgröße konstant	Economies of Density	
Netzgröße variabel	Economies of Scale	Economies of Scope
	Economies of Size	

Abbildung 9: Verhältnisse der Kostendegressionen in Transportsystemen zueinander
 Quelle: Eigene Darstellung (in Anlehnung an: Albers [2001], 19)

In Abbildung 9 sind die Zusammenhänge zwischen den Kostendegressionen zusammenfassend dargestellt. Economies of Scale beziehen sich auf die Ausbringungsmenge, Economies of Scope auf die verschiedenen Produkte – beide können jeweils auftreten sowohl bei konstanter als auch bei variabler Netzgröße. Bei konstanter Netzgröße ergeben sich Economies of Scale aufgrund steigender Dichte, im Sinne von Economies of Density. Im Falle der Bündelung vermischen sich bei konstanter Netzgröße wiederum *Scope*- und *Density*-Effekte. Bei variabler Netzgröße ergeben sich Economies of Scale aufgrund mutierender Betriebsgrößenänderung, im Sinne von Economies of Size. Gleichmaßen können diese Kostenvorteile jedoch auch als *Scope*-Effekte interpretiert werden.

Abschließend lässt sich feststellen, dass *Size*- und *Density*-Effekte in Transportsystemen klar zu unterscheiden sind, da sie vollkommen unabhängig voneinander auftreten können.²²³ Die Unabhängigkeit der *Scope*- und *Scale*-Effekte scheint im Gegensatz zu ‚normalen‘ Produktionssystemen in Transportsystemen hingegen nicht gegeben zu sein.²²⁴ In diesem Sinne bestätigt HÖFER, dass eine Vermischung von *Scope*- mit *Scale*-Effekten, also Economies of Scope mit Economies of Density oder Economies of Size, als das kleinere Übel gegenüber einer

²²³ Vgl. Braeutigam et al. [1984], 4; Werner [1988], 135.

²²⁴ Siehe Kapitel 2.1.3.1, S. 15, Fußnote 79.

Vermischung der beiden Hauptausprägungen von *Scale*-Effekten, *Economies of Density* und *Economies of Size*, hinzunehmen ist.²²⁵

3.2.5. Abgrenzung von Netzeffekten und Kostendegressionen in Transportsystemen

Die Untersuchung von Kostendegressionen in Transportnetzwerken macht die Abgrenzung zu Netzeffekten notwendig, deren Existenz ebenfalls im Forschungsfeld Logistik analysiert wird. Der Begriff der Netzeffekte bzw. Netzexternalitäten wurde originär in der Literatur zu Telekommunikationsprodukten geprägt.²²⁶ Das Standardwerk in diesem Forschungsgebiet ist eine Veröffentlichung von KATZ und SHAPIRO aus dem Jahre 1985.²²⁷

Die Literatur unterscheidet zwei verschiedene Arten von Netzeffekten.²²⁸

- (1) *Direkte Netzeffekte*²²⁹ sind unmittelbare, nachfrageseitig bedingte Externalitäten in Netzen. Sie treten auf, wenn der Nutzen eines Konsumenten eines Netzgutes mit der Anzahl der im Netzwerk zusammengeschlossenen Nutzer steigt – und aufgrund der im Konsum notwendigen Interaktion mit anderen Konsumenten von der Entscheidung anderer Nachfrager abhängig ist.²³⁰

²²⁵ Vgl. Höfer [1993], 226.

²²⁶ Die Begriffe *Externalität* und *externer Effekt* werden für dasselbe Phänomen verwendet. Beide bezeichnen die Auswirkung einer wirtschaftlichen Aktivität, die nicht dem Urheber zugerechnet werden kann und somit nicht über den Preismechanismus des Marktes abgegolten werden kann. Sie können sowohl positiver als auch negativer Natur sein. Vgl. Pyndick/Rubinfeld [1998], 787f. Analog dazu finden sich sowohl der Begriff *Netzeffekt* als auch der Begriff *Netzexternalität*. Vgl. z.B. Wiese [1990], 1 und Graumann [1993], 1332 für den Begriff *Netzeffekt* sowie z.B. Blankart/Knieps [1992], 78 und Röver [1997], 11, insbes. Fußnote 9 für den Begriff *Netzexternalität*. In der vorliegenden Arbeit werden die beiden Begriffe synonym verwendet.

²²⁷ Vgl. Katz/Shapiro [1985], 424ff. In einem späteren Artikel verallgemeinern sie den Begriff zu *network effects*. Vgl. Katz/Shapiro [1994], 94f.

²²⁸ Vgl. Katz/Shapiro [1985], 424f.; Wiese [1990], 2f.; Schoder [1995], 18; Economides [1996], 678f.; Röver [1997], 12f.; Shapiro/Varian [1999], 174f.; Gottinger [2003], 7f.

²²⁹ Direkte Netzeffekte werden auch als *demand-side network externalities*, *demand-side economies of scale* oder *consumption externalities* bezeichnet. Vgl. Gottinger [2003], 7; Shapiro/Varian [1999], 174; Economides [1996], 678.

²³⁰ Diese Externalität wird einleuchtend am Beispiel des Telefonnetzes. Ein einzelner Nutzer erfährt keinen Nutzen, da das Telefon keinen *originären* Nutzen bietet, der sich aus seiner unmittelbaren Beschaffenheit und dem Verwendungszweck ergibt. (Vgl. Schoder [1995], 18.) Es bietet nur einen *derivativen* Nutzen, der aus den Interaktionsbeziehungen zu anderen Netzteilnehmern erwächst. So erklärt sich der steigende Nutzen des Netzgutes: Je mehr Menschen einen Telefonanschluss besitzen, desto höher ist der Nutzen des einzelnen Konsumenten, da die Zahl der potenziellen Verbindungen steigt. Generell lässt sich sagen, dass Telekommunikationsprodukte prototypisch für die Bedeutung von Netzeffekten sind. Vgl. Wiese [1990], 5ff.; Economides [1996], 674ff.; Shy [2001] 2ff.; Gottinger [2003], 10ff.

- (2) *Indirekte Netzeffekte*²³¹ bezeichnen mittelbare, angebotsseitig bedingte Externalitäten in Netzen. Diese treten auf, wenn die Kostenfunktion des Netzgutes im Bereich der relevanten Outputmengen subadditiv ist, also ‚traditionelle‘ Kostenvorteile vorliegen. Sie wirken indirekt nutzensteigernd, indem sie bei steigender Nutzerzahl in Form von Preissenkungen oder Qualitätssteigerungen an die Konsumenten weitergegeben werden können.²³²

Im Rahmen der Logistik erscheint die Beschäftigung mit Netzeffekten aufgrund der Netzstruktur von logistischen Systemen durchaus gerechtfertigt. Es existieren zumindest zwei Arbeiten, die sich explizit mit Netzeffekten in Logistiksystemen beschäftigen.²³³ In diesen *integrierten Kosten-Nutzen-Betrachtungen* von Logistiksystemen sind sowohl die Untersuchung von direkten und indirekten Netzeffekten als auch eine Abgrenzung von indirekten Netzeffekten und (klassischen) Kostendegressionen vonnöten.²³⁴

Im Rahmen der hier verfolgten *reinen Kostenbetrachtung* ist dagegen weder das eine noch das andere sinnvoll. Da *direkte* Netzeffekte nur nutzenbezogen sind, ist deren Untersuchung in der vorliegenden Arbeit grundsätzlich nicht von Interesse. Darüber hinaus stellt KLOSTER fest, dass *direkte* Netzeffekte in logistischen Systemen eine nur untergeordnete Rolle spielen.²³⁵ SHY schreibt dazu:

²³¹ Indirekte Netzeffekte finden sich auch unter den Namen *production externalities*, *supply-side economies of scale* oder *supply-side network externalities*. Vgl. Economides [1996], 678; Shapiro/Varian [1999], 179; Gottinger [2003], 7.

²³² Die Darstellung der Effekte ist hier bewusst einfach gehalten. Die Nutzensteigerung wird ebenso durch die Verbreitung so genannter Komplementärgüter hervorgerufen, „die ein sachlich, zeitlich und räumlich vielfältigeres Angebot an Inhalten [...] und Systemkomponenten [...] ermöglichen“ (Schoder [1995], 18). Vgl. auch Katz/Shapiro [1985], 424, die das Phänomen unter dem Begriff „Hardware-Software-Paradigma“ bekannt machten.

²³³ Vgl. Schröder [2000] und Kloster [2002].

²³⁴ Indirekte Netzeffekte und Kostendegressionen grenzen beide Autoren folglich ab, indem sie definitionsgemäß Netzeffekte auf Wirkungen beschränken, die bei Netzbeitritt eines Konsumenten/Produzenten entstehen und bei Netzaustritt wieder untergehen. Vgl. Schröder [2000], 97ff.; Kloster [2002], 28f. Dynamische Skalenerträge, insbesondere in Form von Lerneffekten, bleiben dagegen auch bei Verkleinerung des Netzes bestehen.

²³⁵ Vgl. Kloster [2002], 34. Dies steht im Gegensatz zu den meisten anderen netzbasierten Industrien. Insbesondere in den Bereichen Telekommunikation und Informationstechnologie sind direkte Netzeffekte von entscheidender Bedeutung für gesamt- und einzelwirtschaftliche Belange. Dabei steht bei der gesamtwirtschaftlichen Perspektive, analog zu den Arbeiten über Kostendegressionen, die Diskussion über Marktversagen in Netzindustrien im Vordergrund. Vgl. Köster [1999], 173f. Im Rahmen der einzelwirtschaftlichen Analysen werden unternehmensstrategische Implikationen untersucht, wie z.B. die Notwendigkeit der

„Whereas the markets for hardware, software, and information are characterized by having *consumers* whose preferences exhibit network externalities, transportation industries are characterized by having *producers* whose production technologies exhibit economies of network.“²³⁶

Gleichermaßen fällt die *Nutzenkomponente* der *indirekten* Netzeffekte aus dem Betrachtungsrahmen. Eine Abgrenzung der *Kostenkomponente* der *indirekten* Netzeffekte, die für eine Kostenbetrachtung relevant wäre, von den Kostendegressionen erscheint dem Verfasser im Rahmen dieser Arbeit nicht sinnvoll.²³⁷ Demgemäß und dem Anspruch entsprechend, eindeutige Aussagen anhand klarer Begrifflichkeiten treffen zu können, werden weiterhin ausschließlich die beschriebenen Begriffe für Kostendegressionen verwendet.

3.3. Kostendegression in Lagersystemen

Wie Abschnitt 2.2.3 zu entnehmen ist, sind für die folgende Untersuchung grundsätzlich zwei unterschiedliche Betrachtungsperspektiven einzunehmen. Zum einen müssen Kostendegressionen in Bezug auf die strukturbestimmende Dimension eines Lagersystems untersucht werden. Zum anderen sind mögliche Kostendegressionen hinsichtlich der Lager- und Umschlagsprozesse zu bestimmen. Aus der Variation der Struktur kann eine spezifische Form der Economies of Scale resultieren, die so genannten Economies of Massed Reserves.²³⁸ Bezüglich der Prozesse eines Lagersystems sind gemäß der Produktions- und Kostentheorie Economies of Scale und Economies of Scope zu erwarten. Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich jeweils mit einer der genannten Kostendegressionen.

Standardsetzung oder des schnellen Erreichens einer kritischen Masse. Vgl. Graumann [1993], 1338f.

²³⁶ Shy [2001], 215 (Hervorhebungen aus Original übernommen). Economies of network werden dabei von Economies of Scope hergeleitet. Vgl. Shy [2001], 217 und auch Bittlingmayer [1990], 249.

²³⁷ Dies erscheint auch deshalb zweckmäßig, da die genannten Untersuchungen über Netzeffekte in Logistiksystemen diesbezüglich keine Ergänzungen zu den hier gewonnenen Ergebnissen bereithalten. Vgl. Schröder [2000]; Kloster [2002].

²³⁸ Siehe Abschnitt 2.1.2.2, S. 10, für Economies of Massed Reserves in klassischen Produktionssystemen.

3.3.1. Economies of Scale in Lagersystemen

Analog zu der Vorgehensweise bei Transportsystemen benötigt die Bestimmung von Economies of Scale in Lagersystemen die Festlegung der Bezugsgröße *Ausbringungsmenge eines Lagersystems*. Gemäß der Funktionsbeschreibung in Abschnitt 2.2.3 laufen in Lagerstätten Prozesse ab, die die zeitliche Dimension eines Gutes verändern. Hierzu zählen verschiedene Prozesse wie die Ein- und Auslagerung, die Lagerung selbst und gegebenenfalls die Kommissionierung und Verpackung.²³⁹ Im Rahmen einer aggregierten Sichtweise spielt jedoch nur die Tatsache eine Rolle, dass innerhalb eines fixen Zeitraumes eine bestimmte Menge an Produkten ein- und wieder ausgelagert wird. Die Ein- und Auslagerungsmenge eines Lagerhauses wird in der Literatur üblicherweise mit der Maßgröße *Lagerdurchsatz* gemessen.²⁴⁰

Definition: Economies of Scale in Lagersystemen bestehen dann, wenn ein steigender Lagerdurchsatz zu sinkenden Lagerstückkosten führt.

Die Ansatzpunkte für die Realisierung von statischen und dynamischen Kostenvorteilen werden aus der Kostenstruktur des Lagersystems ersichtlich.²⁴¹ In Lagersystemen kann eine *Degression der fixen Kosten* (Typ 1a in Abbildung 2, S. 10) auf einer Erhöhung der Auslastung der installierten Anlagen und eine *Veränderung der Kostenstruktur* (Typ 1b in Abbildung 2, S. 10) auf dem Einsatz neuer Technologien im Sinne einer mutierenden Größenänderung beruhen.²⁴² Aufgrund des hohen Anteils der Personalkosten können darüber hinaus *Erfahrungskurveneffekte* (Typ 2 in Abbildung 2, S. 10) in Lagersystemen von hoher Relevanz sein. Diese Möglichkeit wird jedoch im Folgenden, wie bei der Betrachtung von Transportsystemen, außer Acht gelassen, da sie vollkommen

²³⁹ Vgl. Pfohl [2000], 130; o.V. [2000b]. Die Bestimmung von Economies of Scale für jeden einzelnen der beschriebenen Prozesse nehmen Pfohl et al. [1992], 98ff. vor.

²⁴⁰ Vgl. Fawcett et al. [1992], 33; Pfohl et al. [1992], 109; Schulte [1999], 380; Delfmann [1999a], 193; o.V. [2000a].

²⁴¹ Siehe 2.2.3, S. 23.

²⁴² Eine Verwendung der Begriffe Economies of Density und Economies of Size erscheint in diesem Zusammenhang nicht sinnvoll, da sich die Analyse von Kostendegressionen in Lagersystemen eher auf produktionstechnische Zusammenhänge als auf Netzwerke bezieht. In diesem Sinne werden auch in der Literatur nur Economies of Massed Reserves als spezifische Ausprägung von Economies of Scale in Lagersystemen behandelt. Vgl. Ihde [1976], 40; Bowersox et al. [1986], 286; Vahrenkamp [2000], 35.

unabhängig von Kostendegressionen in anderen Subsystemen und deren entsprechender Gestaltung auftreten können.

3.3.2. Economies of Massed Reserves in Lagersystemen

Analog zu den möglichen Kostenvorteilen in der Produktion aufgrund zentralisierter Reservehaltung von Ersatzmaschinen und Wartungspersonal mit zunehmender Betriebsgröße²⁴³, ermöglicht die *Zentralisierung* eines Lagersystems die Ausnutzung stochastischer Größensparnisse.²⁴⁴ Diese werden als Economies of Massed Reserves bezeichnet.²⁴⁵ Sie erklären sich daraus, dass in einem zentralisierten Lagersystem unterschiedliche Nachfragen auf zentrale Bestände gelenkt werden. Diese Zusammenfassung von stochastisch unabhängigen Ereignissen führt zu einem statistischen Ausgleichseffekt: Nachfrageschwankungen werden geglättet und der Abfluss eingelagerter Güter geschieht gleichmäßiger als in einem dezentralisierten System.²⁴⁶ Als Resultat können die systemweiten Sicherheitsbestände gesenkt werden.²⁴⁷ Der Ausgleichseffekt ist umso größer, je größer die Varianzen der einzelnen Nachfragen und je unabhängiger die einzelnen Nachfragen voneinander sind.²⁴⁸

Definition: Economies of Massed Reserves in Lagersystemen sind dann vorhanden, wenn die Zentralisation eines Lagersystems zur Senkung der systemweiten Sicherheitsbestände genutzt wird und infolgedessen die Lagerstückkosten sinken.

²⁴³ Siehe Abschnitt 2.1.2.2, S. 9, und die dort aufgeführte Literatur.

²⁴⁴ Vgl. Bowersox et al. [1986], 286; Vahrenkamp [2000], 35; Ihde [2001], 316. Auch in Lagersystemen kann die zentralisierte Reservehaltung zu Recht als eine Ursache von Economies of Scale bezeichnet werden, da mit der Zentralisierung ein steigender Lagerdurchsatz pro Lager einhergeht.

²⁴⁵ Sie werden im Deutschen auch *Ersparnisse der physischen Warenverteilung* genannt. Vgl. Ihde [1976], 40.

²⁴⁶ Die Wirkungszusammenhänge des Ausgleichseffekts sind die gleichen wie im Rahmen der aus der Finanztheorie bekannten Portfolio-Selektion nach MARKOWITZ. Vgl. Markowitz [1952], 77.

²⁴⁷ Vgl. Paraschis [1989], 16. Dieser Sachverhalt lässt sich auch vereinfacht darstellen. In einem zentralisierten Lagersystem ist es vergleichsweise unwahrscheinlich, dass die Spitzennachfragen unterschiedlicher Nachfrager exakt zusammenfallen. Aus diesem Grunde können die Sicherheitsbestände gegenüber einem dezentralisierten System gesenkt werden. Vgl. Ihde [1976], 39f.

²⁴⁸ Vgl. Ihde [2001], 316.

3.3.3. Economies of Scope in Lagersystemen

Die Bestimmung des Produktes eines Lagersystems als Bezugsgröße für Economies of Scope kann aus der Bezugsgröße für die Ausbringungsmenge abgeleitet werden. Schließlich stellt die Ausbringungsmenge nichts anderes dar als die Gesamtmenge der hergestellten Produkte. Bei Verwendung der aggregierten Bezugsgröße *Lagerdurchsatz* zur Outputmessung von Lagersystemen werden die heterogenen Lagerprozesse zusammengefasst und anhand einer auf eine Zeiteinheit bezogenen Maßgröße gemessen. Dementsprechend wird in der vorliegenden Arbeit unter dem Produkt eines Lagersystems die Lagerung selbst verstanden, d.h. die zeitliche Transformation eines Lagerobjektes, die durch die oben beschriebenen unterschiedlichen Lagerprozesse vollzogen wird. Folglich bestehen Economies of Scope in Lagersystemen dann, wenn die gemeinsame Lagerung verschiedener Lagerobjekte kostengünstiger ist als die getrennte Lagerung.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung von technisch bedingten Kostendegressionen stehen die unteilbaren Produktionsfaktoren als eine der Ursachen für Economies of Scope im Mittelpunkt der Analyse.²⁴⁹ Diese sind erstens das Lagerhaus, zweitens die technische Lagerausstattung und drittens das Lagerpersonal.²⁵⁰ Im Regelfall werden bei der Lagerung die zur Verfügung stehenden Produktionsfaktoren von allen Lagerobjekten gemeinsam in Anspruch genommen, solange bis die Kapazitätsgrenze eines Produktionsfaktors erreicht ist.²⁵¹ In diesem Sinne entstehen bei der Lagerung Economies of Scope.²⁵² Da die gemeinsame Nutzung von Produktionsfaktoren den Lagersystemen inhärent ist, erscheint es folglich fraglich, ob die separate Betrachtung von Economies of Scope neben Economies of Scale sinnvoll ist. Aus diesem Grunde wird die Analyse von Verbundvorteilen in Lagersystemen im Folgenden nicht weiter verfolgt.

²⁴⁹ Siehe Abschnitt 2.1.3.2, S. 16f., für die Ursachen von Economies of Scope.

²⁵⁰ Diese Einteilung entspricht den Elementarfaktoren nach GUTENBERG, die alle diejenigen Produktionsfaktoren bezeichnen, die nicht dem dispositiven Faktor angehören. Vgl. Gutenberg [1983], 3ff.

²⁵¹ Das Lagerhaus wird *per definitionem* von allen Lagerobjekten gleichermaßen in Anspruch genommen. Bei den einzelnen Lagerprozessen wird darüber hinaus menschlicher und/oder maschineller Einsatz benötigt. Siehe dazu Abschnitt 2.2.3, S. 22f.

²⁵² Gleichermäßen sind allerdings *Diseconomies of Scope* möglich, da die Zunahme der Anzahl unterschiedlicher Artikel die Komplexität im Logistikkkanal erhöht, wenn die Artikel nicht über ein sehr ähnliches logistisches Anforderungsprofil verfügen.

3.4. Zwischenfazit: Kostendegressionen in Logistiksystemen

In diesem Kapitel wurden auf abstrakter Ebene Kostendegressionen in logistischen Subsystemen erörtert. Anhand der Erarbeitung der jeweiligen Bezugsgrößen konnte ein konsistentes Schema von potenziellen Kosteneffekten für jedes Subsystem aufgestellt werden. Dabei ist an verschiedenen Stellen deutlich geworden, dass die Kostendegressionen der einzelnen Subsysteme nicht separat betrachtet werden können, da vielfältige Interdependenzen zwischen diesen herrschen. So können sich z.B. realisierte Kostendegressionen in Transportsystemen auf Kosteneffekte in Lagersystemen auswirken und *vice versa*.

Um die Erkenntnisse für unternehmerische Entscheidungen nutzbar zu machen, stellen sich zwei Aufgaben für das folgende Kapitel. Erstens müssen die vielfältigen Interdependenzen zwischen den verschiedenen Subsystemen bzw. zwischen den potenziellen Kostendegressionen herausgearbeitet werden. Zweitens müssen die Möglichkeiten zur Ausnutzung von Kostendegressionen in logistischen Subsystemen konkretisiert werden.

4. Gestaltungsempfehlungen für Transport- und Lagersysteme zur Ausnutzung von Kostendegressionen

Im Folgenden werden die potenziellen Kostendegressionen in den logistischen Subsystemen Transport und Lager mit den drei logistischen Gestaltungsvariablen verknüpft. Ziel ist es, möglichst konkrete Gestaltungsempfehlungen für Logistiksysteme zur Ausnutzung von Kostendegressionen aussprechen zu können. Hierzu werden zunächst Kostendegressionen in Transport- und Lagersystemen für jede Gestaltungsvariable detailliert analysiert. Die jeweils anschließende Interdependenzanalyse, in der negative Kosteneffekte (*trade-offs*) untersucht und anschließend gegen die Kostendegressionen abgewogen werden, zeigt Grenzen der Realisation von Kostendegressionen auf und erlaubt differenzierte Gestaltungsempfehlungen.²⁵³

Aufgrund der vielfältigen Interdependenzbeziehungen sollten Redundanzen in der Analyse weitestgehend vermieden werden.²⁵⁴ Deshalb werden sich die Untersuchungen der Variablenpaare jeweils auf *eine* der beiden Alternativen konzentrieren. Dies ist möglich, da es sich bei den Variablenpaaren jeweils um Antonyme handelt und so die Vorteile der einen Alternative gleichzeitig die Nachteile der anderen Alternative und *vice versa* darstellen. Konkret bedeutet dies, dass bei *Zentralisierung versus Dezentralisierung* nur die Kostendegressionen bezüglich *zentralisierter* Logistiksysteme untersucht werden. Bei *Bündeln versus Vereinzeln* liegt der Schwerpunkt der Analyse auf Kostenvorteilen von *gebündelten* Transportströmen bzw. Logistiksystemen.²⁵⁵

²⁵³ In Ergänzung werden hier neben Kosteneffekten auch jeweils kurz *Kosten-Service-Trade-Offs* betrachtet.

²⁵⁴ Wie schon mehrfach erwähnt, bestehen Interdependenzen sowohl zwischen den einzelnen Subsystemen als auch zwischen den einzelnen Gestaltungsvariablen und somit ebenfalls zwischen den einzelnen Kostendegressionen. So geht beispielsweise mit einer Zentralisierung eine Bündelung von bestimmten Transportströmen einher und *vice versa*. Siehe dazu auch Abschnitt 2.3.4, S. 27f.

²⁵⁵ Die Analyse der Variablen *Aufschieben versus Spekulieren* in Abschnitt 4.3 gestaltet sich ein wenig anders, da sich hier realisierbare Kostendegressionen aus denen der anderen beiden Variablenpaare ergeben. Somit wird hier *kein* Analysefokus gelegt, sondern es werden die beiden Gestaltungsoptionen gegenübergestellt.

4.1. Gestaltungsempfehlungen in Bezug auf Zentralisierung versus Dezentralisierung

Den Referenzfall für die folgende Untersuchung stellt die *Standorteinheit* dar, bei der sämtliche Logistikprozesse an einem Standort konzentriert sind. Beispielhaft wird der Betrachtung ein System der *Distributionslogistik* eines Industrieunternehmens zugrunde gelegt, dessen Aufgabe der Gütertransfer von Fertigprodukten zwischen dem Unternehmen und der nachgelagerten Wirtschaftsstufe bzw. dem Konsumenten ist.²⁵⁶

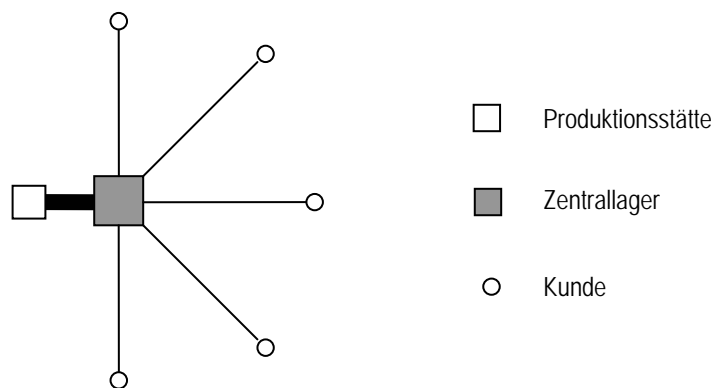


Abbildung 10: Referenzfall Standorteinheit

Quelle: Eigene Darstellung

Im Rahmen des Referenzfalls befindet sich das Zentrallager in räumlicher Nähe zu der Produktionsstätte des Unternehmens. Sämtliche Güter werden am zentralen Standort angeliefert, eingelagert und umgeschlagen sowie nötigenfalls kommissioniert und verpackt. Die Auslieferung an den jeweiligen Kunden erfolgt auf direktem Wege. Die Zentralisierung im Allgemeinen impliziert *ceteris paribus* zwei Begebenheiten.²⁵⁷ Da der Gesamtdurchsatz auf eine geringere Zahl an Lagern verteilt wird, ist erstens der Durchsatz pro Lager höher als in einem dezentralisierten System.²⁵⁸ Zweitens wird das Einzugsgebiet eines Lagers ausgedehnt und damit die Auslieferungswege verlängert, da ein Lager eine größere Kundenanzahl bedienen

²⁵⁶ Vgl. Pfohl [2000], 211ff.; Waldmann/Klein [2000], 94ff. Die Ergebnisse können jedoch auch auf die Beschaffungs- oder die Produktionslogistik – hier allerdings von eher theoretischem Wert – angewendet werden. Vgl. dazu auch den Unterschied zwischen der hier betrachteten logistischen Globalstruktur und der logistischen Detailstruktur bei Klaas [2002], 34ff.

²⁵⁷ Es wird von einem konstanten Gesamtdurchsatz und einer konstanten Kundenstruktur ausgegangen.

²⁵⁸ Vgl. Vahrenkamp [2000], 32.

muss.²⁵⁹ Im Falle der hier betrachteten Standorteinheit sind die beiden Ausprägungen maximal.

4.1.1. Realisierbare Kostendegressionen im Lager- und im Transportsystem

Aufgrund des steigenden durchschnittlichen Lagerdurchsatzes können im *Lagersystem* zunächst die *Lagerhauskosten pro Stück* (Stückkosten für Lagerraum, Güterbehandlung und Personal) durch das Ausnutzen von Kostendegressionen im Sinne von Economies of Scale gesenkt werden. Zunächst verteilen sich die *fixen* Lagerkosten, insbesondere die Personalkosten²⁶⁰, im Zuge der Auslastungssteigerung auf einen größeren Lagerdurchsatz, so dass die Stückkosten sinken.²⁶¹ Gleichzeitig erhöht sich die Rentabilität von Rationalisierungsinvestitionen in produktivere und kostengünstigere Verfahren.²⁶² So können im Vergleich zu kleineren Systemen z.B. durch industrielle, mechanisierte Sortierung, Kommissionierung, Lagerung und Verpackung sowie durch Informationssysteme *variable* Lagerhauskosten eingespart werden.²⁶³ Zusätzlich dazu besteht die Möglichkeit, im Sinne der mutierenden Betriebsgrößenänderung Personalkosten durch fixe Anlagenkosten zu ersetzen. Diese Möglichkeit erscheint besonders relevant, wenn der hohe Anteil der Personalkosten an den Gesamtkosten eines Lagersystems, der zwischen 60 und 75% beträgt, bedacht wird.²⁶⁴ Allerdings können Prozesse in Lagersystemen nur zu einem gewissen Grad mechanisiert bzw. automatisiert werden, da bei hoch technisierten Systemen zwischen möglichen Kostenersparnissen und sinkender Flexibilität bezüglich der zu verarbeitenden Lagerobjekte abgewogen werden muss.²⁶⁵

²⁵⁹ Vgl. Delfmann [1999a], 193.

²⁶⁰ Siehe Abschnitt 3.3.1, S. 48.

²⁶¹ Vgl. Schulte [1999], 377; Vahrenkamp [2000], 34.

²⁶² Vgl. Paraschis [1989], 16; Pfohl [1994], 142; Vahrenkamp [2000], 34; Ihde [2001], 316. GUDEHUS zeigt vielfältige technische Möglichkeiten zur Mechanisierung bzw. Automatisierung von Lagersystemen auf. Vgl. Gudehus [2000], 461ff. Vgl. auch Bowersox et al. [1986], 254ff.

²⁶³ Vgl. Beuthe/Kreutzberg [2001], 249. Siehe auch Abschnitt 2.2.4, S. 22f.

²⁶⁴ Vgl. Vahrenkamp [2000], 32. Vgl. auch Delfmann [2000], 259.

²⁶⁵ Vgl. Stein [2000], 486; Ackerman/Brewer [2001], 231. In ihrer empirischen Untersuchung von Kostendegressionen in Lagern gelangen Pfohl et al. [1992], 120, zu beinahe konstanten Economies of Scale. Allerdings werden hier Economies of Scale auf die mutierende Betriebsgrößenänderung eingeschränkt und ausschließlich Lager mit Schwerpunkt auf Kommissioniertätigkeiten untersucht.

Insbesondere bei arbeitsintensiven Bereichen wie Kommissionierung und Palettierung werden die Grenzen der Technisierung deutlich.²⁶⁶

Darüber hinaus können in zentralisierten Logistiksystemen Economies of Massed Reserves zur Senkung der *Lagerhaltungskosten pro Stück* (Stückkosten für Lagerbestände) genutzt werden. Wie oben erläutert, können aufgrund des stochastischen Ausgleichseffekts die Sicherheitsbestände im Zentrallager niedriger angelegt werden als im dezentralisierten System.²⁶⁷ So sinkt der durchschnittliche Lagerbestand bei einem Übergang von n dezentralen Lagern auf ein Zentrallager gemäß dem Quadratwurzelgesetz approximativ um den Faktor \sqrt{n} .^{268,269} Aufgrund des geringeren gebundenen Kapitals sinken die Kapitalkosten und somit die Stückkosten im Lagersystem.²⁷⁰ Diese sinken weiterhin, da in zentralisierten Systemen mit geringeren Lagerverlusten (*Schwund*) zu rechnen ist und daher Wagniskosten reduziert werden.²⁷¹

Da durch die strukturelle Konfiguration des Logistiksystems festgelegt wird, ob und wie häufig die Transportobjekte die Transportmittel wechseln, bestimmt die Zentralisierung ebenfalls potenzielle Kostendegressionen im *Transportsystem*.²⁷² Diese ergeben sich in erster Linie als Größeneffekte im Sinne von Economies of Density und wirken positiv auf die *Belieferungskosten pro Stück*.^{273,274} Wie die breite Linie zwischen Produktionsstätte und Zentrallager in Abbildung 10 illustriert, ist das

²⁶⁶ Vgl. Ackerman/Brewer [2001], 231. Vahrenkamp [2000], 229f. beschreibt allerdings ein innovatives Kommissionierverfahren namens Pick and Pack-System, das jedoch nur einstufige, auftragsbezogene Kommissionierung handhaben kann.

²⁶⁷ Siehe Abschnitt 3.3.2, S. 49. Die von Ihde [1976], 40, propagierte Konstanz der Lieferbereitschaft ist allerdings kritisch zu beurteilen. Siehe dazu Abschnitt 4.1.3, S. 60.

²⁶⁸ Vgl. Pfohl [1994], 141; Delfmann [1999a], 193. Bowersox et al. [1986], 283ff., argumentieren, dass es trotz konstanten Grundbestands und sogar steigenden Unterwegsbestands (siehe dazu 4.1.2, S. 57) durch den sinkenden Sicherheitsbestand zu insgesamt niedrigeren Beständen im zentralisierten System kommt. Vgl. auch Fawcett et al. [1992], 5.

²⁶⁹ ZINN ET AL. kritisieren die unrealistischen Annahmen des Quadratwurzelgesetzes und verallgemeinern es zu einem generellen Modell auf Basis des Portfolio-Effekts zur Risikostreuung. Vgl. Zinn et al. [1989], 1ff.

²⁷⁰ Vgl. Vahrenkamp [2000], 34.

²⁷¹ Vgl. Vahrenkamp [2000], 32. Sowohl Wagniskosten als auch Zinsen auf Vorräte im Sinne der Kosten für gebundenes Kapital werden zu den Lagerhaltungskosten gezählt, da sie unmittelbar von der Bestandshöhe abhängen. Vgl. Eichner [1990], 41.

²⁷² Vgl. Delfmann [1999a], 197; Kloster [2002], 122.

²⁷³ Vgl. Fawcett et al. [1992], 37; Pfohl [1994], 141; Delfmann [1999a], 193. Im Referenzfall bestimmt ebenfalls die kurze Distanz zwischen Produktionsstätte und Zentrallager die niedrigen Belieferungskosten.

Transportvolumen zwischen diesen beiden Knoten, das ja im Lagersystem im hohen Lagerdurchsatz Niederschlag findet, deutlich größer als zwischen dem Zentrallager und einem einzelnen Kunden. Das größere Transportvolumen ermöglicht es, die Auslastung pro Transportmittel zu erhöhen und gegebenenfalls größere Transportmittel einzusetzen.²⁷⁵ Gleichsam können zur Lagerauffüllung Ganzzüge (*truckload, bulk transport*) eingesetzt werden, deren Frachtraten bei Einkauf logistischer Dienstleistungen im Vergleich zu Teilladungsverkehren (*less-than-truckload*) wesentlich preisgünstiger sind.²⁷⁶ Die höhere Auslastung der Transportmittel lässt weiterhin die Zahl der Ein- und Auslagerungen sinken.²⁷⁷ Die damit einhergehende Reduktion von Rüstvorgängen und die Möglichkeit zum Einsatz größerer Be- und Entladegeräte bedeuten nicht nur Kosteneinsparungen im Lagersystem, sondern insbesondere Zeitersparnis im Transportsystem.²⁷⁸ Die Reduzierung von Stillstandszeiten führt zu einer höheren Auslastung im Zeitverlauf und senkt die systemweiten Transportstückkosten im Sinne von Economies of Density.

4.1.2. Negative Kosteneffekte im Lager- und im Transportsystem

Mit der Zentralisierung sind ebenfalls Kostennachteile verbunden, die allerdings im *Lagersystem* zum größten Teil *organisatorisch bedingt* sind.²⁷⁹ Mit einer zunehmenden Lagergröße sind Größennachteile verbunden, die in der allgemeinen Literatur häufig mit *diseconomies of scale* bezeichnet werden.²⁸⁰ Mit zunehmender Organisationsgröße können keine Rationalisierungsgewinne mehr erzielt werden – im Gegenteil werden diese von steigenden Transaktions- und

²⁷⁴ Zum großen Teil resultieren diese Kostenvorteile aus der Bündelung von Warenströmen. Hierauf wird in Abschnitt 4.2.1, S. 63ff., detailliert eingegangen.

²⁷⁵ Vgl. Pfohl [1994], 142; Vahrenkamp [2000], 35. Die Auslastungserhöhung erwirkt eine Fixkostendegression der Transportstückkosten. Darüber hinaus kommt es zu einer Parallelverschiebung der (degressiv sinkenden) Stückkostenkurve, wenn die Entfernung zwischen Produktionsstätte und Zentrallager im zentralisierten System verringert wird. Vgl. Pfohl [1994], 140, Abb. 57.

²⁷⁶ Vgl. Ballou [1999], 154, Abb. 6-3.

²⁷⁷ Vgl. Schulte [1999], 377.

²⁷⁸ Vgl. Ackerman/Brewer [2001], 229f.; Bahrami [2003], 50.

²⁷⁹ Der Vollständigkeit halber werden bei dieser detaillierten Kostenbetrachtung auch andere als technisch bedingte Kosteneffekte betrachtet.

²⁸⁰ Vgl. Bohr [1996], 385f.; Chandler [1990], 25; Scherer/Ross [1990], 103f.

Koordinationskosten abgelöst. Dies kann auch in großen Lagersystemen zu steigenden Lagerstückkosten führen.²⁸¹

Eine untergeordnete Rolle im Lagersystem spielen die Auswirkungen des Anstiegs des Unterwegsbestands und somit der *Lagerhaltungsstückkosten*.²⁸² Mit zunehmender Dezentralisierung verringert sich der systemweite Wiederauffüllzeitraum, so dass im Gegenzug der Unterwegsbestand bei Zentralisierung steigt.²⁸³ Da jedoch der negative Kosteneffekt durch die Kostenwirkung des sinkenden Sicherheitsbestandes überkompensiert wird, fällt er kaum ins Gewicht.

Gravierender gestalten sich die Kostennachteile im *Transportsystem*. Die Zentralisierung verlängert die Transportdistanzen vom Zentrallager zum Kunden. Dies führt zu steigenden *Auslieferungskosten pro Stück*.²⁸⁴ Im Referenzfall sinkt darüber hinaus *ceteris paribus* die Auslastung der Transportmittel, was ebenfalls die Auslieferungsstückkosten erhöht. Durch den Einsatz kleinerer Transportmittel kann dem allerdings mittelfristig entgegengewirkt werden.

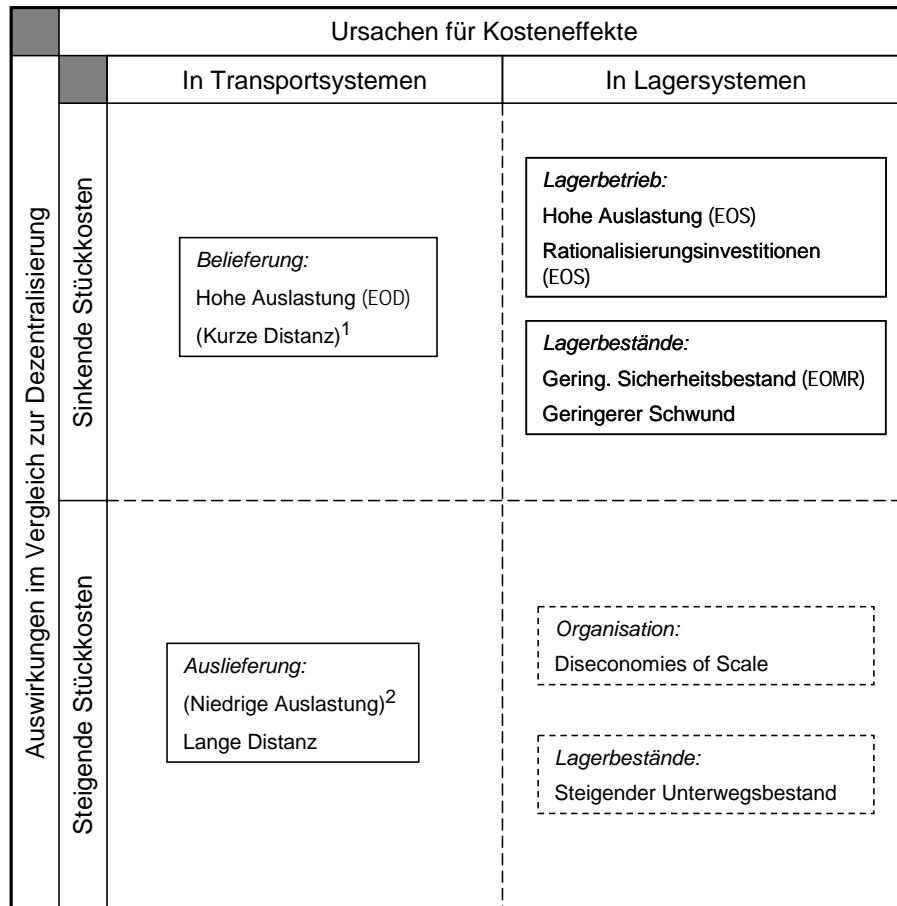
Abbildung 11 stellt die positiven und negativen Kosteneffekte sowie deren Ursachen in einem zentralisierten Logistiksystem im Vergleich zur Dezentralisierung zusammenfassend dar.

²⁸¹ Vgl. Pfohl [1994], 143; Delfmann [1999a], 194.

²⁸² Trotz seiner Mobilität wird der Unterwegsbestand zum Lagerbestand und somit zu den Bestimmungsfaktoren der Lagerkosten gezählt. Vgl. Bowersox et al. [1986], 282.

²⁸³ Vgl. Bowersox et al. [1986], 283ff. Dieser Kostenverlauf wird zwar als typisch angegeben, tritt jedoch nicht immer auf und muss deswegen fallweise analysiert werden.

²⁸⁴ Vgl. Fawcett et al. [1992], 5; Delfmann [1999a], 193; Vahrenkamp [2000], 31. Die durchschnittliche Entfernung zwischen den Lagern und den Kunden lässt sich ebenfalls mithilfe des Quadratwurzelgesetzes ermitteln. Vgl. Pfohl [1994], 140.



EOD Economies of Density
 EOS Economies of Scale
 EOMR Economies of Massed Reserves

- 1 Eine kürzere Distanz zwischen Produktionsstätte und Zentrallager ist gegenüber einem dezentralisierten System nicht unbedingt gegeben.
- 2 Mittelfristig können kleinere Transportmittel eingesetzt werden, um die Auslastung zu erhöhen.

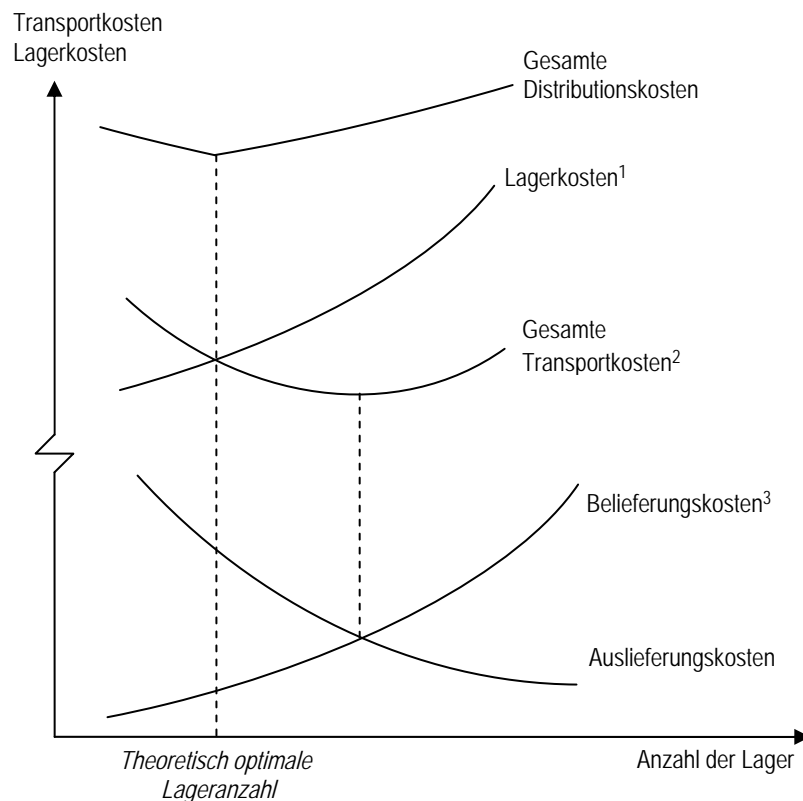
Abbildung 11: Positive und negative Kosteneffekte sowie deren Ursachen in einem zentralisierten Logistiksystem im Vergleich zur Dezentralisierung

4.1.3. Zusammenfassende Abwägung der Kosteneffekte

Auf den Ausführungen der letzten beiden Abschnitte aufbauend lassen sich zwei wesentliche, gegenläufige Kostenverläufe ausmachen. Im *Lagersystem* führen Economies of Scale, die auf die Lagerhaltungskosten einwirken, und Economies of Massed Reserves, die die Lagerbestandskosten reduzieren, in Kombination mit geringerem Schwund zu sinkenden Lagerstückkosten bei zunehmender Lagergröße, d.h. *ceteris paribus* bei abnehmender Lageranzahl. Im Gegensatz dazu steht die Kostenentwicklung im *Transportsystem*, die zwar von geringeren

Belieferungsstückkosten aufgrund von Economies of Density profitiert, sich jedoch steigenden Auslieferungsstückkosten gegenüber gestellt sieht.

Die beschriebenen Kostenverläufe können in einem Diagramm schematisch abgetragen werden.²⁸⁵ Dabei gelten die eingangs festgehaltenen Auswirkungen auf Lagerdurchsatz und durchschnittliche Entfernung mit Variation der Lageranzahl.



- 1 Die gesamten Lagerkosten steigen wegen erzielbarer Kostendegressionen (im einzelnen Lager) progressiv an.
- 2 Die gesamten Transportkosten ergeben sich aus der Summe von Be- und Auslieferungskosten.
- 3 Die Belieferungskosten steigen progressiv an, da ab einer bestimmten Grenzanzahl an Lagern die Auslastung der Transportmittel unwirtschaftlich wird.

Abbildung 12: Kostenverläufe Zentralisierung versus Dezentralisierung

Quelle: Eigene Darstellung (in Anlehnung an: Fawcett et al. [1992], 37f.)

Es zeigt sich, dass sich durch die Abwägung von Lagerkosten und gesamten Transportkosten ein zumindest *theoretisches Optimum an (De-)Zentralisation* ergibt.²⁸⁶ An diesem Punkt stößt die hier vorgenommene theoretische Analyse jedoch

²⁸⁵ Vgl. Fawcett et al. [1992], 37f.; Schulte [1999], 380; Vahrenkamp [2000], 31f.

²⁸⁶ Vgl. Fawcett et al. [1992], 36f.; Schulte [1999], 380; Vahrenkamp [2000], 32.

an ihre Grenzen, da Kostengrößen unbekannt sind und bloß geschätzt werden können. Aus den oben entwickelten Kostenverläufen lässt sich allerdings folgendes ersehen: Hohe Lagerkosten und damit verbundene hohe Einsparpotenziale sprechen für eher zentralisierte Logistiksysteme, hohe Transportkosten und hier realisierbare Kostendegressionen für eher dezentralisierte Systeme.²⁸⁷ Darüber hinaus kann formuliert werden: Die Zentrallagerhaltung ist nur dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn die dadurch eingesparten Lagerkosten die steigenden Transportkosten überkompensieren.

In der Praxis besteht eine *Tendenz zu zentralisierten Logistiksystemen*²⁸⁸ – und tatsächlich scheinen in der Realität die Rationalisierungsgewinne in den Lagersystemen die höheren Transportkosten wettzumachen.²⁸⁹ Insbesondere bedeutende Economies of Scale aufgrund technologischer Fortschritte und Fixkostendegression bei hohen Personalkosten lassen ein Zentrallagersystem, wie oben erläutert, sinnvoll erscheinen.²⁹⁰ Hinzu kommt, dass die durchschnittlichen Transportstückkosten aufgrund von Entwicklungen in der Transporttechnologie geringer werden.²⁹¹

Diese Aussage soll allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass sich aus der *reinen Kostenbetrachtung* von Transport- und Lagersystem keine pauschalen Schlüsse über die (Un-)Vorteilhaftigkeit von zentralisierten Logistiksystemen ziehen lassen. So können stark negative *Kosten-Service-Trade-Offs*²⁹² die in Transport- und Lagersystem realisierbaren Kostenvorteile in den Hintergrund rücken lassen. *Längere Transportentfernungen* im zentralisierten System führen zu Marktferne mit längeren Transportzeiten und schlechterer Akquisitionsfunktion sowie zu einem

²⁸⁷ Hieraus lässt sich weiter folgern, dass in einem System, in dem (hohe) Einsparungen bei den Transportkosten zu realisieren sind, durch z.B. höhere Auslastung der Transportmittel, die Tendenz zu Zentralisierung besteht. Dies wird in der Zeichnung bei einer Verschiebung der Gesamttransportkostenkurve nach unten deutlich. Andersherum führt höhere Technisierung in (Auslieferungs-)Lagern zu sinkenden Lagerkosten, was die Dezentralisierung günstiger erscheinen lässt.

²⁸⁸ Vgl. Baum et al. [1992], 109f.; Schulte [1999], 377; Vahrenkamp [2000], 34.

²⁸⁹ Vgl. Vahrenkamp [2000], 34.

²⁹⁰ Vgl. Baum et al. [1992], 110.

²⁹¹ Vgl. Pfohl [2000], 66f. Für Abbildung 12, S. 60, hieße das, dass die Steigung der Kurve der Auslieferungskosten geringer würde und so die optimale Lageranzahl kleiner wäre. Die Steigung der Belieferungskosten würde hingegen nicht so stark sinken, da angenommen werden kann, dass der Flächenverkehr im Vergleich weitaus kostenintensiver ist.

²⁹² Vgl. Delfmann [1999a], 197.

Flexibilitätsverlust mit negativen Auswirkungen auf die Lieferbereitschaft.²⁹³ Bei hohen Serviceanforderungen müssen daher *dezentralisierte Logistiksysteme* mit indirekter Distribution über ein oder mehrere (Auslieferungs-)Lager aufgebaut werden.²⁹⁴ Bei der Frage nach der Ausgestaltung eines solchen Systems sind Kostenabwägungen wiederum hilfreich. Aus Abbildung 12 lässt sich entnehmen, dass die Belieferungskosten mit zunehmender Entfernung progressiv ansteigen. Ein zusätzliches Auslieferungslager erscheint somit nur dann sinnvoll, wenn die Kosten für Errichtung und Betrieb des Lagers nicht die Transportkosteneinsparungen wieder ausgleichen.²⁹⁵ Da die Stückkosten eines Lagers von dessen Lagerdurchsatz bestimmt werden, muss jedoch eine *genügend große Nachfrage* in der Auslieferungsregion vorhanden sein.²⁹⁶

An dieser Stelle gelangt die reine Kostenbetrachtung wieder an ihre Grenzen. In einer konkreten Analyse müssen weitere Faktoren berücksichtigt werden, wie z.B. die Kundenstruktur und -verteilung, der durchschnittliche Wert der Produkte und die Sortimentsbreite.²⁹⁷ Eine Kundenstruktur mit *wenigen Großkunden* unterstützt Zentralisierungstendenzen, da sich hier der Wagenladungsverkehr vom Zentrallager rentiert. Relativ *preisgünstige Produkte* können dagegen, ob ihrer geringen Kapitalkosten, gut in dezentralen Systemen vorgehalten werden. Letztlich zeigen sich bei einem *breiten Sortiment* wiederum die Vorteile der Zentrallagerhaltung, da nicht sämtliche Artikel mehrfach bereitgestellt werden müssen.

4.2. Gestaltungsempfehlungen in Bezug auf Bündeln versus Vereinzeln

Analog zu Abschnitt 4.1. soll auch der folgenden Betrachtung ein Referenzfall zugrunde liegen. Von den drei in Abschnitt 2.3.2. beschriebenen Formen der Bündelung bietet sich dafür die Umschlagsbündelung in Form des so genannten *Multi-Hub-Netzes* an, da sich hieran der Großteil der aufgrund von Bündelung ausgelösten positiven und negativen Kosteneffekte erklären lässt.²⁹⁸ Ein Multi-Hub-

²⁹³ Vgl. Schulte [1999], 377; Vahrenkamp [2000], 31.

²⁹⁴ Vgl. Bowersox et al. [1986], 278f.

²⁹⁵ Vgl. Schulte [1999], 380; Pfohl [2000], 127.

²⁹⁶ Vgl. Pfohl [2000], 127.

²⁹⁷ Vgl. Pfohl [1994], 142; Schulte [1999], 378, Abb. 8-4; Vahrenkamp [2000], 221.

²⁹⁸ Auf Kosteneffekte, die sich im Rahmen der Bestands- oder Fahrzeugbündelung ergeben und sich von denen der Umschlagslagerbündelung unterscheiden, wird in Abschnitt 4.2.2, S. 67f.,

Netz zeichnet sich durch *zwei oder mehr Umschlagspunkte* zwischen Quellen und Senken aus. Zwischen diesen Umschlagspunkten (*Hubs*) bewegen sich gebündelte Transportströme.²⁹⁹ Weitere Formen von Logistiknetzen sind *Rasternetz* und *Sternnetz*.³⁰⁰

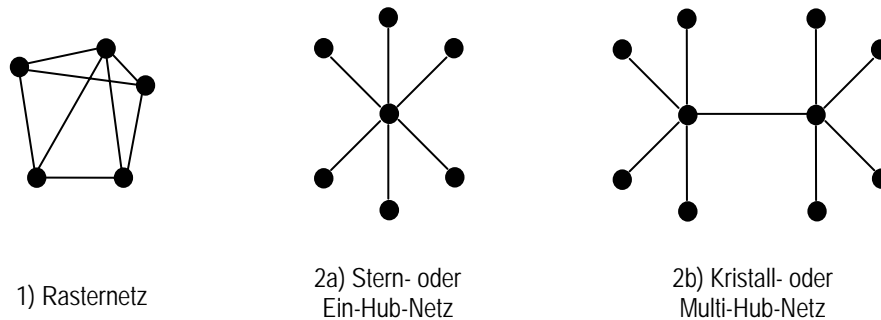


Abbildung 13: Formen von Logistiknetzen

Quelle: Eigene Darstellung (in Anlehnung an: Pfohl [1994], 149)

Rasternetze sind durch direkte Verbindungen zwischen den Quellen und Senken charakterisiert. In *Stern- oder Ein-Hub-Netzen* werden die Transportgüter nur an *einem* zentralen Knoten umgeschlagen und weitergeleitet.³⁰¹ Im Vergleich zu Rasternetzen ist die Anzahl der notwendigen Verbindungen in Sternnetzen bedeutend geringer. In einem Rasternetz sind bei N Quellen und M Senken $N \cdot M$ Relationen zu bedienen, wohingegen in einem Sternsystem lediglich $N + M$ Verbindungen genügen.³⁰² Weiterhin wird am Netzlayout der Umschlagslagerbündelung unmittelbar deren Zusammenhang mit der geografischen Zentralisierung ersichtlich.³⁰³ Aufgrund dieses Layouts lassen sich in Umschlagslagern in Ein- oder Multi-Hub-Netzen die in Abschnitt 4.1.1 dargelegten Economies of Scale bei den Lagerhausstückkosten erzielen. Im Gegenzug gelten die im nächsten Abschnitt entwickelten transportmittelbezogenen Dichteeffekte für die

eingegangen. Interessanterweise lassen sich Fahrzeug- und Umschlagslagerbündelung in einem Ein- oder Multi-Hub-Netz kombinieren, was zu weiteren Kostenvorteilen führt.

²⁹⁹ Vgl. Pfohl [1994], 148; Klaas [2002], 156. Solche Multi-Hub-Netze finden sich vor allem in der Luftverkehrsbranche. Eine detaillierte Analyse findet sich z.B. bei Hanlon [1999], 133ff.

³⁰⁰ In der Literatur werden diverse Einteilungen von Netztypen vorgenommen. Sie können jedoch auf die drei Vorgestellten reduziert werden. Vgl. z.B. Pfohl [1994], 149; Delfmann [1999a], 196; Gottinger [2003], 2f.

³⁰¹ Vgl. Domschke/Krispin [1999], 284; Economides [1996], 675f.

³⁰² Vgl. Pfohl [1994], 148; Delfmann [1999a], 196; Ihde [2001], 221f.

³⁰³ Vgl. Cooper [1983], 71; Klaas [2002], 157. Ebenso besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Dezentralisierung und Vereinzeln von Warenströmen.

gebündelten Warenströme bei Zentrallagerhaltung, z.B. die Belieferungstransporte.³⁰⁴

Die Bündelung von Transportströmen erscheint sinnvoll, wenn die zu transportierenden Güter volumen- und/oder gewichtsmäßig nicht ausreichen, das Transportmittel wirtschaftlich auszulasten. Wenn hingegen eine volle Wagenladung zu transportieren ist, wird grundsätzlich eine Direktverbindung zwischen Quelle und Senke aufgebaut.³⁰⁵ In einem indirekten *Hub-and-Spoke-Netz* (H&S-Netz)³⁰⁶ verläuft der Transportprozess indes in mehreren Stufen.³⁰⁷ Zunächst werden die Transportobjekte von den jeweiligen Quellen zu einem Hub in der Startregion transportiert. Dort werden sie nach Zielregionen sortiert und auf ein gemeinsames (ggf. größeres) Transportmittel umgeladen. Dieses transportiert die Objekte zu einem Hub in der Zielregion, von dem aus die Fracht zu den jeweiligen Empfangspunkten ausgeliefert wird.

4.2.1. Realisierbare Kostendegressionen im Transport- und im Lagersystem

Da sowohl Transport- als auch Lagersysteme einen hohen Fixkostenanteil haben, besitzt die *Erhöhung der Auslastung bestehender Anlagen* höchste Priorität.³⁰⁸ Gerade das kann im *Transportsystem* durch die Einrichtung eines H&S-Netzes erzielt werden, was zu hohen (Economies of Scale im Sinne von) Economies of Density führt. Zunächst kann die Auslastung der Transportmittel aufgrund des höheren Transportaufkommens zwischen den Umschlagslagern erhöht werden, was zu *niedrigeren Transportstückkosten* führt.³⁰⁹ Denselben Effekt bewirkt der Einsatz größerer Transportmittel, der jenseits eines bestimmten Transportvolumens rentabel

³⁰⁴ Siehe Abschnitt 4.1.1., S. 54.

³⁰⁵ Vgl. Taylor et al. [1995], 210; Domschke/Krispin [1999], 298. Die Vorteile einer Umschlagslagerbündelung im Wagenladungsverkehr werden in Abschnitt 4.2.3, S. 70, besprochen.

³⁰⁶ Im Folgenden wird der Gattungsbegriff *Hub-and-Spoke-Netz* (H&S-Netz) der Einfachheit halber für Multi-Hub-Netze verwendet, da die allermeisten Kosteneffekte sowohl für Ein- als auch für Multi-Hub-Netze gelten.

³⁰⁷ Vgl. Taha/Taylor [1994], 147; Domschke/Krispin [1999], 297; Beuthe/Kreutzberger [2001], 243. In der vorliegenden Arbeit wird der Prozess vereinfacht dargestellt.

³⁰⁸ Siehe Abschnitt 3.2.3.3, S. 40, Fußnote 209, für Transportkosten und Abschnitt 3.3.1, S. 49, Fußnote 240, für Lagerkosten. Siehe weiterhin Abschnitt 4.1.1, S. 53ff., für die bei Zentralisierung realisierbaren Fixkostendegressionen in Lagersystemen.

wird.³¹⁰ Allerdings ist vor allem im Straßengüterverkehr die Größe der Transportmittel gesetzlich begrenzt.³¹¹ Des Weiteren können effizientere Transportmittel *variable Transportstückkosten* senken.³¹² Sie sind jedoch, da nicht jederzeit verfügbar, als exogene Faktoren bei der Gestaltung zu betrachten.

In einem H&S-Netz wird eine Erhöhung der Dichte jedoch nicht nur mit der Variation der Transportmittel erreicht. Eine Steigerung wird ebenso durch die *Optimierung von Lager- und Transportprozessen* ermöglicht, welche die Stillstandszeiten reduzieren und Leerfahrten vermeiden hilft, und infolgedessen die *fixen Transportkosten* sinken. Wie größere, gebündelte Transportströme auf die Effizienz an der Laderampe und damit auf die Reduzierung von Stillstandszeiten einwirken, steht bereits in Abschnitt 4.1.1 beschrieben. Nun gilt es zu untersuchen, inwiefern H&S-Netze zu einer Vermeidung von Leerfahrten beitragen können.

In einem H&S-Netz wird eine Vielzahl von mehr oder weniger paarigen Quelle-Senke-Relationen miteinander kombiniert.³¹³ Neben der Möglichkeit zur Bündelung hat dies eine positive Auswirkung auf die Paarigkeit von Verbindungen bzw. von einzelnen Abschnitten dieser Verbindungen.³¹⁴ Anhand eines Beispieles soll dieser Sachverhalt erklärt werden (siehe Abbildung 14). Ein H&S-Netz bestehe aus fünf Quellen und Senken, Punkte *A* bis *E*, die über zwei Hubs, *H1* und *H2*, miteinander verbunden seien. Es werden vier nicht-paarige³¹⁵ Transportrelationen nachgefragt: *AE*, *BC*, *CA* und *DE*. Zunächst ergeben sich in dem H&S-Netz folgende Möglichkeiten zur Bündelung von Transportströmen: Die Ströme *AE* und *BC* können zwischen den beiden Hubs *H1* und *H2* gebündelt werden. Zusätzlich können die Ströme *AE* und *DE* auf der Strecke zwischen *H1* und *E* kombiniert werden.³¹⁶ Beides führt zu einer Auslastungserhöhung und zu Economies of Density.

³⁰⁹ Vgl. Domschke/Krispin [1999], 290; Delfmann [1999a], 196; Beuthe/Kreutzberger [2001], 240; Ihde [2001], 33; Kloster [2002], 101. Empirisch wurde dies schon von Masters [1980], 71, bestätigt.

³¹⁰ Vgl. Domschke/Krispin [1999], 290; Beuthe/Kreutzberger [2001], 240; Kloster [2002], 101. Morrison/Winston [1985], 59, stellen bei jeder Art von Transportmittel signifikante *economies of vehicle size* fest.

³¹¹ Vgl. Beuthe/Kreutzberger [2001], 240.

³¹² Vgl. Ihde [2001], 33.

³¹³ D.h. deren Paarigkeitsindex ist $0 \leq \eta < 1$.

³¹⁴ Vgl. Ihde [2001], 220f.

³¹⁵ D.h. es existieren z.B. keine zwei Transportnachfragen für die Relationen *AE* und *EA*.

³¹⁶ Von der Möglichkeit zu einer Direktverbindung zwischen *D* und *E* wird hier abgesehen.

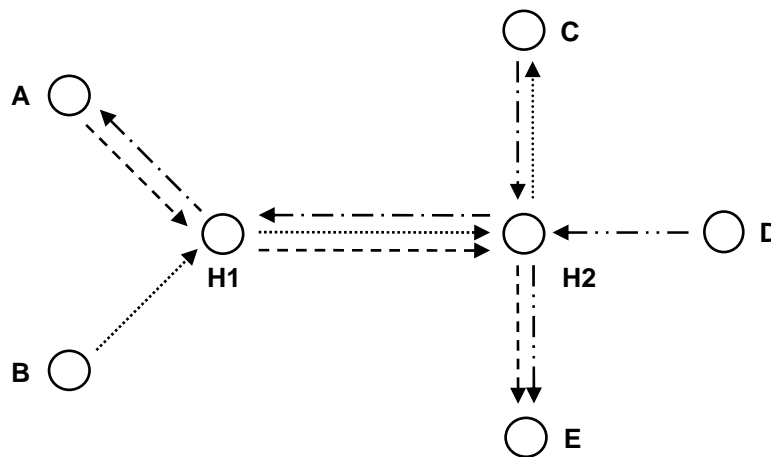


Abbildung 14: Abschnittsweise paarige Verbindungen in H&S-Netzen

Bedeutsamer in diesem Beispiel sind allerdings die *abschnittsweise paarigen Relationen*. Diese entstehen zwischen A und H1 sowie zwischen C und H2. Durch intelligente Prozessorganisation kann nun eine Leerfahrt vermieden werden, indem das von A nach H1 startende Transportmittel, mit seiner Ladung für die Relation AE, auf dem Rückweg die Ladung der nachgefragten Relation CA transportiert. Das gleiche gilt für das zwischen C und H2 eingesetzte Transportmittel und die Ladung der Relation BC, sowie für den Linienverkehr zwischen den beiden Hubs selbst.³¹⁷ Es lässt sich folgern, dass die Wahrscheinlichkeit zu einer solchen Möglichkeit steigt, je mehr Quelle-Senke-Relationen durch ein H&S-Netz abgewickelt werden. Gleiches gilt für die Bündelung von (gleichgerichteten) Warenströmen. Um den Bereich Economies of Density abzuschließen, lässt sich festhalten, dass in H&S-Netzen vielfältige Mittel zur Steigerung der zeitpunkt- und zeitraumbezogenen Dichte in Transportsystemen bestehen.

In der Literatur wird häufig erwähnt, dass H&S-Netze eine rentable Einbindung von Knoten ermöglichen, die aufgrund ihres geringen

³¹⁷ Das hier beschriebene Prinzip basiert auf den in der Literatur beschriebenen *Begegnungsverkehren*. Vgl. o.V. [2000c]; Ihde [2001], 220. Andere Möglichkeiten zur Erhöhung der Paarigkeit sind z.B. die Integration verschiedener Transportnetze (vgl. Kloster [2002], 182), die vertikale oder horizontale Kooperation verschiedener Teile einzelner Wertschöpfungsketten (vgl. Ihde [1976], 39; Bahrami [2003]) und der Einsatz von Transportbörsen (vgl. Baum et al. [1992], 96).

Frachtaufkommens keine Direktverbindung rechtfertigen.³¹⁸ Da es sich um eine *Vergrößerung* von Transportnetzwerken handelt, stellt sich die Frage, ob sich in H&S-Netzen Economies of Size realisieren lassen. Dem wird hier *bedingt zugestimmt*. Die Vergrößerung des Transportnetzes durch die Einbindung eines zusätzlichen Knoten führt zwar *per se nicht* zu sinkenden systemweiten Transportstückkosten. Jedoch treten Economies of Size in H&S-Netzen dann auf, wenn die vom einzubindenden Knoten nachgefragten Relationen derartig mit anderen Relationen kombiniert und gebündelt werden können, dass die gesamte Auslastung des Transportnetzes steigt. Somit können *sinkende Transportstückkosten im gesamten Transportsystem* erreicht werden.³¹⁹ Hierbei gilt ein weiteres Mal, dass die Wahrscheinlichkeit, dass sich solche ‚bündelfähigen‘ Relationen ergeben, mit steigender Größe des H&S-Netzes zunimmt.

Interessanterweise führt schon die alleinige *Einrichtung* eines H&S-Netzes zu einer Senkung der Transportstückkosten. Im Vergleich zu Direktverkehren im Rasternetz geht hiermit eine Verkleinerung des Streckennetzes einher, da weniger Relationen bedient werden müssen.³²⁰ Zunächst sinken die Stückkosten aufgrund der unmittelbaren *Verringerung der variablen Transportkosten*. Wenn nun die freigesetzte Kapazität für zusätzliche Transportleistungen eingesetzt wird, kommt es darüber hinaus zu einer *Fixkostendegression*. Zusätzlich können *langfristig* Kosten durch eine Reduktion der Fahrzeugflotte eingespart werden.³²¹

Abschließend soll noch erwähnt werden, dass, wie in Abschnitt 3.2.4 erläutert, die bei der Bündelung von Warenströmen entstehenden Kostendegressionen auch als Economies of Scope interpretiert werden können. Schließlich handelt es sich bei der Zusammenfassung von Transportströmen um eine Verbundproduktion verschiedener Quelle-Senke-Relationen, bei der auf gemeinsame Produktionsfaktoren

³¹⁸ Vgl. Morrison/Winston [1985], 60; Taha/Taylor [1994], 143; Domschke/Krispin [1999], 298; Beuthe/Kreutzberger [2001], 250.

³¹⁹ Hierzu muss ergänzt werden, dass sinkende Transportstückkosten alleine *nicht* auf die *Vorteilhaftigkeit* von größeren H&S-Netzen hinweisen. Lohnenswert ist eine Erweiterung nur dann, wenn die Ersparnisse in den systemweiten Transportkosten die Kosten für die Einbindung des zusätzlichen Knoten übersteigen.

³²⁰ Vgl. McShan/Windle [1985], 212; Delfmann [1999a], 196.

³²¹ Vgl. Bahrami [2003], 50.

zurückgegriffen wird.³²² Interessanterweise finden sich diese gemeinsamen Produktionsfaktoren nicht nur im Transportsystem (Transportmittel) sondern auch im Lagersystem (Lagerhaus, Lagerausstattung, Lagerpersonal).³²³ Hier wird wiederum die Notwendigkeit zur Koordination und Integration der unterschiedlichen Subsysteme und deren Elemente deutlich.

Aufgrund des durch das höhere Transportaufkommen induzierten steigenden Lagerdurchsatzes lassen sich im *Lagersystem* eines H&S-Netzes, wie eingangs erwähnt, *Economies of Scale bei den Lagerhausstückkosten* realisieren.³²⁴

4.2.2. Negative Kosteneffekte im Transport- und im Lagersystem

Im Rahmen der Entscheidung über die Implementierung eines H&S-Netzes müssen vor allem Kosten-Trade-Offs im *Lagersystem* beachtet werden. Die Unterbrechung des Güterflusses impliziert zusätzliche *Kosten durch die Errichtung und den Betrieb von Umschlagslagern*.³²⁵ Des Weiteren erhöht der zusätzliche Umschlag die Kapitalbindung sowie das Risiko der Warenbeschädigung und von Verzögerungen im Ablauf, was zu steigenden systemweiten Kapital- und Risikokosten führt.³²⁶ Bei Linienverkehren führt das höhere Risiko von Verzögerungen darüber hinaus zu Unwägbarkeiten im Transportzeitplan, was sich auf die Lieferbereitschaft niederschlägt.³²⁷

Im Gegensatz zu einer Direktbelieferung müssen Transportströme im H&S-Netz längere Transportwege durchlaufen.³²⁸ Infolgedessen entstehen im *Transportsystem* mit zunehmender Bündelung *steigende Transportkosten*.³²⁹

³²² Vgl. Morrison/Winston [1985], 58f.; Bittlingmayer [1990], 248f.; Brueckner/Spiller [1991], 324; Shy [1996], 442f.

³²³ Vgl. Domschke/Krispin [1999], 290.

³²⁴ Vgl. Beuthe/Kreutzberger [2001], 250; Ihde [2001], 222. Zur Kostensenkung in Umschlagslagern tragen weiterhin innovative Gestaltungskonzepte wie z.B. das so genannte *Cross-Docking* in der Hersteller-Handels-Logistik bei. Hierbei liefern Hersteller bedarfsgerecht kommissionierte Waren in ein Umschlagslager eines Handelsunternehmens, in dem die Sendungen aller Hersteller für einzelne Filialen zusammengefasst und anschließend gemeinsam weitertransportiert werden. Vgl. Kotzab [1997], 156ff.; Schulte [1999], 406.

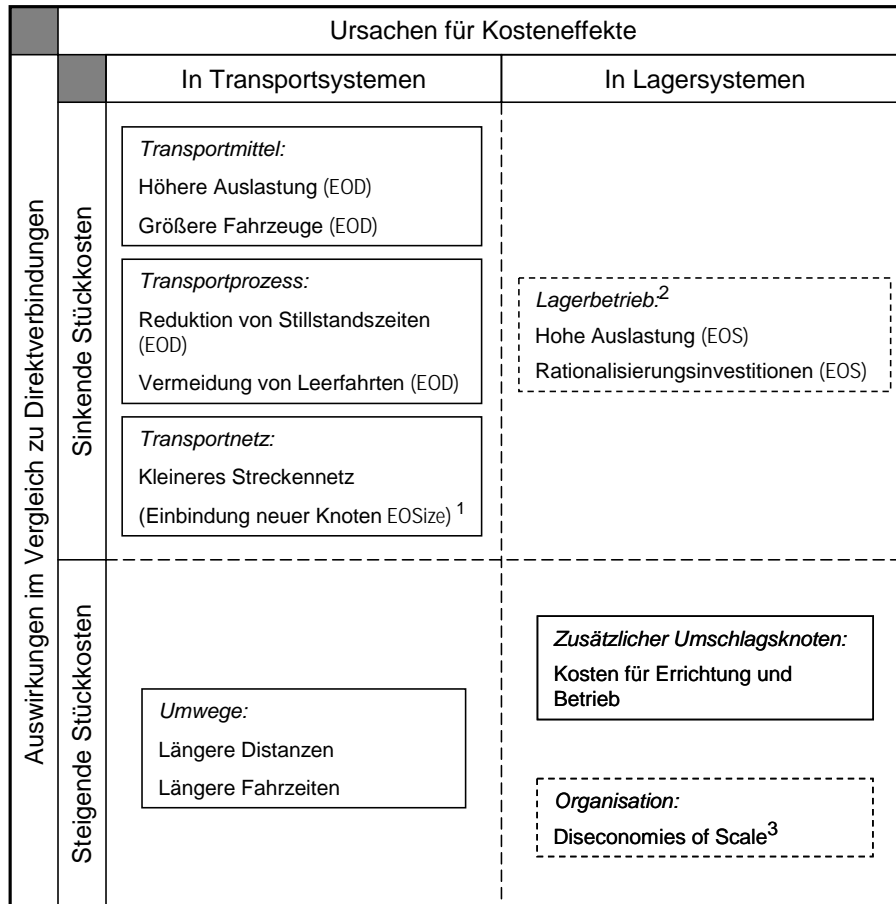
³²⁵ Vgl. Blumenfeld et al. [1985], 373; Taha/Taylor [1994], 145; Delfmann [1999a], 196f.; Domschke/Krispin [1999], 298.

³²⁶ Vgl. Beuthe/Kreutzberger [2001], 248f.

³²⁷ Vgl. Taha/Taylor [1994], 147; Beuthe/Kreutzberger [2001], 250.

³²⁸ Vgl. Blumenfeld et al. [1985], 373; Taha/Taylor [1994], 147; Ihde [2001], 33.

Abbildung 15 stellt die positiven und negativen Kosteneffekte sowie deren Ursachen in einem H&S-Netz im Vergleich zu Direktverbindungen zusammenfassend dar.



EOD Economies of Density
 EOSize Economies of Size
 EOS Economies of Scale

- 1 Mit einer Vergrößerung des Netzes ist nur *bedingt* eine Stückkostensenkung verbunden.
- 2 Die Stückkostensenkungen können nur realisiert werden, wenn der zusätzliche Knoten tatsächlich errichtet wird, was wiederum zu zusätzlichen Kosten führt.
- 3 Diseconomies of Scale treten nur bei sehr großen Lagersystemen auf und werden deshalb im Folgenden nicht betrachtet. Siehe dazu Abschnitt 4.1.2, S. 56.

Abbildung 15: Positive und negative Kosteneffekte sowie deren Ursachen in einem H&S-Netz im Vergleich zu Direktverbindungen

An dieser Stelle soll kurz auf Kosteneffekte der weiteren Formen der Bündelung, Bestandsbündelung und Fahrzeugbündelung, eingegangen werden. Der

³²⁹ Die resultierenden *Kosten-Service-Trade-Offs* werden in Abschnitt 4.2.3, S. 70, beleuchtet.

Kostenkonflikt bei der *Bestandsbündelung* ist aus der Planung der optimalen Bestellmenge bekannt.³³⁰ Mit zunehmender Auslastung sinkende Transportkosten stehen höheren Lagerkosten aus Kapitalkosten und Lagerraumbeanspruchung gegenüber. In diesem Zusammenhang interessanter ist die *Fahrzeugbündelung*, da sie zu effizienteren Abläufen in H&S-Netzen beitragen kann. Dies geschieht, indem die Verkehre von den Quellen zu den Umschlagslagern bzw. von den Umschlagslagern zu den Senken auf Sammel- oder Auslieferungstouren gebündelt werden.³³¹ Somit erhöht sich die Auslastung des Transportmittels. Nachteile entstehen jedoch aus dem zunehmenden Handlingsaufwand in den Quellen bzw. Senken und ggf. längerer Transportwege und -zeiten.³³² Die Fahrzeugbündelung im H&S-Netz ist jedoch in ihrem Ausmaß beschränkt, da ein H&S-Netz gegenüber einem Rasternetz relativ geringe Sortierkapazität aufweist.³³³

4.2.3. Zusammenfassende Abwägung der Kosteneffekte

Im *Transportsystem* eines H&S-Netzes ergeben sich zwei gegenläufige Kostenverläufe. Einerseits sinken die Transportstückkosten, da sich mit steigender Bündelung der Warenströme zunehmende Möglichkeiten zur Ausnutzung von Economies of Density in Bezug auf die Verkehrsdichte des Systems ergeben. Zu einer Kostensenkung trägt weiterhin die Verkleinerung des zu bedienenden Streckennetzes bei. Darüber hinaus erleichtert die Beschleunigung und bessere Koordination von Prozessen im Lagersystem, Stillstandszeiten zu reduzieren und so die zeitliche Auslastung des Transportsystems zu erhöhen. Andererseits steigen mit zunehmender Bündelung und damit einhergehenden Umwegen die systemweiten Transportkosten. Aufgrund der hohen Fixkostenbelastung im Transportsystem ist aber davon auszugehen, dass die durch die Auslastungserhöhung implizierten Stückkostensenkungen diese Kostensteigerung mehr als ausgleichen.³³⁴ Tendenziell sprechen demnach die potenziellen Kostendegressionen im Transportsystem *für* die Bündelung von Warenströmen und die Einrichtung eines H&S-Netzes.

³³⁰ Vgl. Hall [1987], 61; Pfohl [1994], 148; Erdmann [1999], 40. Die klassische Bestellmengenformel wird z.B. bei Pfohl [2000], 107f. erläutert.

³³¹ Vgl. Taha/Taylor [1994], 147; Domschke/Krispin [1999], 300.

³³² Vgl. Hall [1987], 60; Erdmann [1999], 39.

³³³ Vgl. Aberle [1997], 460f.; Vahrenkamp [2000], 87.

³³⁴ Von einer H&S-Gestaltung, die prohibitiv hohe Kosten aus Umwegen implizieren würde, wird hier abgesehen.

Im *Lagersystem* sind hingegen mit der Etablierung von H&S-Netzen Kosten für die Errichtung und den Betrieb von Umschlagslagern verbunden. Bei der Implementierung eines H&S-Netzes gilt es also zunächst, zwischen den Ersparnissen im Transportsystem und den zusätzlichen Kosten im Lagersystem abzuwägen. Neben den Möglichkeiten zur Kostendegression durch Bündelung hängen die Transportkosten allerdings von einem weiteren Faktor ab, den es bei der Entscheidung zu berücksichtigen gilt. Große H&S-Netze besitzen gegenüber kleinen H&S-Netzen und gegenüber Rasternetzen den Vorteil, dass die Möglichkeiten zur Vermeidung von Leerfahrten, wie oben erläutert, mit steigender Größe zunehmen und sich somit positiv auf die Transportstückkosten auswirken. Darüber hinaus steigert eine größere Anzahl an eingebundenen Relationen neben der Transportsystemauslastung ebenfalls die Auslastung der Knotenpunkte, was wiederum zu Kostenersparnissen im Lagersystem genutzt werden kann.

Im Allgemeinen ist zu beachten, dass in einem logistischen Netzwerk auch Kombinationen aus Direkt- und Bündelungsverkehr möglich sind.³³⁵ Dabei sollten grundsätzlich Wagenladungsverkehre im Direktverkehr transportiert werden, da die Auslastung der einzelnen Transportmittel nicht weiter gesteigert werden kann.³³⁶ Allerdings kann der Transport von Wagenladungen im H&S-Verkehr vor allem in großen Logistiknetzen auch von Vorteil sein. Es wird eine Reduktion der Tourenlängen bzw. der Fahrzeit der einzelnen Fahrer erreicht, da von einem Fahrzeug nur die Strecke bis zum nächsten Umschlagslager bewältigt werden muss, an dem das Zugfahrzeug gewechselt wird.³³⁷ Durch den Fahrerwechsel erhöht sich die Arbeitsqualität der Langstreckenfahrer, was zu sinkenden Kosten hinsichtlich *reduzierter Personalfuktuation* führt.³³⁸ Weiterhin erhöht sich durch die Vermeidung von (im Direktverkehr relativ häufigen) Leerfahrten die *produktive Nutzungsdauer* der Fahrzeuge.³³⁹

Im Rahmen der *reinen Kostenbetrachtung* sprechen zusammenfassend viele Punkte für die Einrichtung eines H&S-Netzes. Dementsprechend ergaben

³³⁵ Vgl. Blumenfeld et al. [1985], 362.

³³⁶ Vgl. Taha/Taylor [1994], 147; Domschke/Krispin [1999], 298.

³³⁷ Vgl. Taylor et al. [1995], 211.

³³⁸ Vgl. Taha/Taylor [1994], 149.

Modellrechnungen eine durchschnittliche systemweite Auslastung in einem H&S-Netz von über 80% gegenüber einer Auslastung von rund 60% im Rasternetz.³⁴⁰ Die höhere Auslastung führte zu einer Kostenersparnis von knapp 20%.

Darüber hinaus zeigte die Betrachtung, dass eine Vergrößerung von H&S-Netzen von Vorteil sein kann, da die Wahrscheinlichkeit sowohl des Auftretens von abschnittsweise paarigen Verbindungen als auch der Realisation von Economies of Size mit steigender Netzgröße zunimmt.

Doch nur die Einbeziehung von weiteren Faktoren ermöglicht eine umfassende Beurteilung. Aufgrund der in einem H&S-Netz gefahrenen Umwege erhöht sich die Zahl der gefahrenen Kilometer und Tonnenkilometer.³⁴¹ Diese Umwege der indirekten Belieferung haben *Kosten-Service-Trade-Offs* zur Folge. Es erhöht sich die durchschnittliche Transportzeit, was negative Auswirkungen auf die Lieferbereitschaft hat.³⁴² Das heißt auch, dass *eventuelle Nachfragerückgänge* durch die Kostenvorteile des H&S-Layouts überkompensiert werden müssen.³⁴³ Das H&S-Layout kann sich jedoch insofern positiv auf den Lieferservice auswirken, als die Bündelung von stochastisch unabhängigen Transportaufträgen, ähnlich wie der Ausgleichseffekt der Sicherheitsbestände bei Zentralisierung, ausgleichend auf die *Varianz der Lieferzeiten* einwirkt.³⁴⁴

4.3. Gestaltungsempfehlungen in Bezug auf Aufschieben versus Spekulieren

Die letzte der drei Gestaltungsvariablen rundet das Bild der in einem Logistiksystem grundsätzlich möglichen Gestaltungsoptionen ab. Es geht dabei um die Frage, ab welcher Position in der Wertschöpfungskette kundenanonyme von kundenauftragsbezogenen Prozessen abgelöst werden. Grundsätzlich können dabei sowohl Gütertransformations- als auch Gütertransferaktivitäten hinausgezögert

³³⁹ Vgl. Domschke/Krispin [1999], 298.

³⁴⁰ Vgl. Baum et al. [1992], 64. Es wird jedoch eingeschränkt: „Die vorliegenden Erkenntnisse sind bisher [...] rudimentär. Sie stellen auf einzelne Zielparameter [*Kosten, Anm. d. Verf.*] ab und gelten nur für bestimmte Projekte“ (Baum et al. [1992], 64).

³⁴¹ Vgl. Baum et al. [1992], 64; Vahrenkamp [2000], 93.

³⁴² Vgl. Masters [1980], 71; Cooper [1983], 71. Verlader sehen in diesem Trade-Off das größte Problem bei der Bündelung von Warenströmen. Vgl. Jackson [1985], 18.

³⁴³ Morrison/Winston [1985], 60 gehen allerdings davon aus, dass Nachfragerückgänge im Straßengüterverkehr eine nur unwesentliche Rolle im Vergleich zum Luftverkehr spielen.

werden.³⁴⁵ In der vorliegenden Arbeit sollen allerdings allein die aufgeschobene versus spekulative Durchführung von *Transferaktivitäten* für ein Gut betrachtet werden. Diese Einschränkung wird vorgenommen, da es sich nur bei diesen Aktivitäten um originär logistische Prozesse handelt.

Bei dem in der Literatur als *logistics* oder *geographic postponement* bezeichneten Verfahren werden Transport- und Umschlagsprozesse von *Fertigprodukten* so lange hinausgezögert, bis gesicherte Auftragsinformationen seitens des Kunden vorliegen.³⁴⁶ Im Gegensatz dazu steht das *logistics* oder *geographic speculation*, bei dem die räumliche Differenzierung der Fertigprodukte in Art und Menge frühzeitig auf der Basis von prognostizierten Kundenbedarfen geschieht.³⁴⁷ Das bedeutet, dass die Lagerbestände in eher kundenauftragsorientierten Logistiksystemen möglichst stromaufwärts, in einem eher kundenanonymen System möglichst stromabwärts vorgehalten werden.³⁴⁸ Der Wechsel von kundenanonymer zu kundenauftragsorientierter Logistik wird an einem zentralen Entkopplungspunkt (*order penetration point*) vollzogen.³⁴⁹ Im Rahmen des Aufschiebens von Transferaktivitäten befinden sich der Entkopplungspunkt und damit die Lagerbestände in einer der verschiedenen (Distributions-)Lagerstufen.³⁵⁰

Die beiden Gestaltungsoptionen hängen sehr eng mit den anderen Gestaltungsvariablen zusammen. Da die fertigen Produkte im Rahmen des *logistics postponement* nur nach Kundenauftrag ausgeliefert werden, führt das Verfahren zu einem weitgehend *zentralisierten Logistiksystem*.³⁵¹ Im Gegensatz dazu wird dem *logistics speculation* eine eher *dezentralisierende Wirkung* auf das Logistiksystem zugeschrieben.³⁵² Die Fertiglagerbestände werden hierbei möglichst nahe am Kunden, d.h. in Auslieferungslagern, vorgehalten. Gleichzeitig gehen spekulative Prozesse eher mit *gebündelten Warenströmen* einher, da größere Bestelllose

³⁴⁴ Vgl. Masters [1980], 71; Ihde [2001], 33.

³⁴⁵ Vgl. Bowersox et al. [1986], 57f.; Zinn/Bowersox [1988], 123; Pfohl [1994], 145; Klaas [2002], 152f.

³⁴⁶ Vgl. Zinn/Bowersox [1988], 126; Delfmann [1995b], 178; van Hoek [1998], 95.

³⁴⁷ Vgl. Bucklin [1965], 27; Klaas [2002], 152.

³⁴⁸ Vgl. Delfmann [1995b], 178.

³⁴⁹ Vgl. Pfohl [1994], 145; Delfmann [1995b], 176.

³⁵⁰ Vgl. Pfohl [1994], 146. Die verschiedenen Stufen finden sich z.B. bei Schulte [1999], 374f. Siehe auch Abschnitt 2.3.1, S. 24.

³⁵¹ Vgl. Shapiro/Heskett [1985], 53; Zinn/Bowersox [1988], 126; Pfohl [1994], 145; Pagh/Cooper [1998], 14; van Hoek [1998], 95.

³⁵² Vgl. Shapiro/Heskett [1985], 53; Klaas [2002], 154.

anfallen.³⁵³ Gegenteilig wirkt sich indes das Aufschieben von Transferaktivitäten aus.³⁵⁴ Interessant ist, dass sich hier im Zusammenspiel der drei Gestaltungsvariablen gegenläufige Zentralisierungswirkungen zeigen.³⁵⁵ Das *logistics speculation* führt einerseits zu einem dezentralisierten Logistiksystem und andererseits zu gebündelten Warenströmen. Gebündelte Warenströme hingegen unterstützen die Tendenz zu zentralisierten Logistiksystemen.³⁵⁶ „Diese Gegenläufigkeit ist allerdings nicht als Widerspruch zu werten, sondern stellt vielmehr einen Beleg für die komplexen Interdependenzbeziehungen zwischen den [...] Proze[ss]- und Strukturvariablen von Logistiksystemen dar.“³⁵⁷

4.3.1. Positive und negative Kosteneffekte im Lager- und im Transportsystem

Im Lagersystem können durch das *Aufschieben* von Transferaktivitäten und die damit verbundene Zentrallagerhaltung der Fertigprodukte Lagerhaus- und Lagerhaltungskosten im Vergleich zu einem spekulativ gesteuerten Logistikkanal eingespart werden.³⁵⁸ Im Transportsystem hingegen entstehen vergleichsweise höhere Kosten, da der Anteil der Stückgut- und Teilladungsverkehre bei der Kundenauslieferung größer ist als beim Spekulieren.³⁵⁹ Im Gegensatz dazu steht die *Spekulation*, bei der die eher gebündelten Warenströme zu sinkenden Transportkosten führen.³⁶⁰ Gleichzeitig impliziert das dezentralisierte Lagersystem vergleichsweise höhere Lagerhauskosten sowie steigende Lagerhaltungskosten durch hohe Kapitalbindung und mögliche Prognosefehler.³⁶¹ So ergeben sich zwei gegenläufige Kostenverläufe, die in einem Diagramm abgetragen werden können.

³⁵³ Vgl. Pagh/Cooper [1998], 14; Delfmann [1999a], 195.

³⁵⁴ Vgl. Zinn/Bowersox [1988], 126.

³⁵⁵ Vgl. Klaas [2002], 157f.

³⁵⁶ Siehe auch Abschnitt 4.2, S. 62 und Abschnitt 2.3.4, S. 26.

³⁵⁷ Klaas [2002], 157f.

³⁵⁸ Die Einsparungen basieren auf Economies of Scale und Economies of Massed Reserves. Siehe Abschnitt 4.1.1, S. 53ff.

³⁵⁹ Vgl. Zinn/Bowersox [1988], 126.

³⁶⁰ Die Kostenvorteile beruhen auf Economies of Density auf Basis von transportmittelbezogenen Maßnahmen. Siehe Abschnitt 4.2.1, S. 63.

³⁶¹ Vgl. Bucklin [1965], 27; Delfmann [1999a], 195.

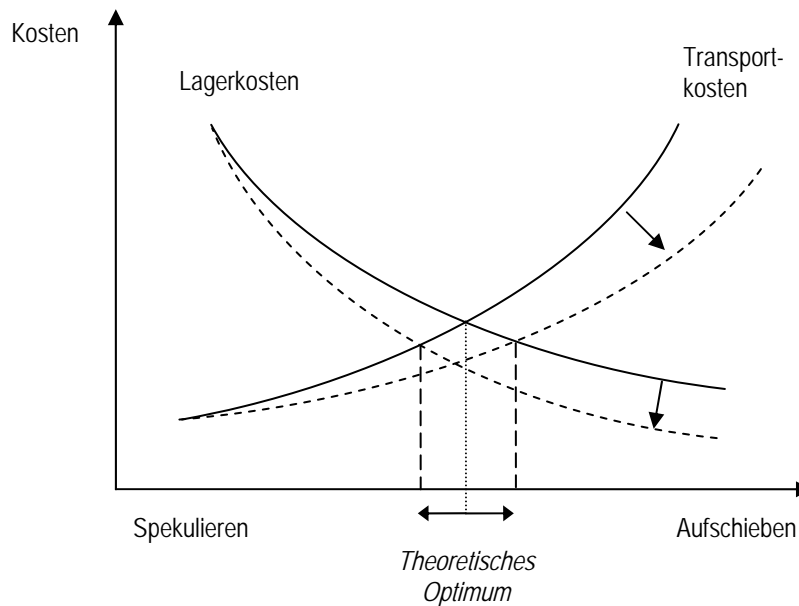


Abbildung 16: Transport- und Lagerkosten bei Aufschieben versus Spekulieren

Es ergibt sich ein *theoretisches Optimum mit minimalen Kosten* auf einem Kontinuum zwischen Spekulieren und Aufschieben. Aus der Darstellung kann weiterhin abgelesen werden: Besteht eine Möglichkeit zur Senkung der Lagerkosten, wird eine eher spekulative Steuerung vorteilhaft – bei einer Möglichkeit zur Senkung der Transportkosten eine eher aufschiebende Steuerung.³⁶² Eine Verringerung der Transportkosten kann z.B. durch das Bündeln von Warenströmen in einem H&S-Netz erreicht werden.³⁶³ Interessant dabei ist, dass sich die Gestaltungsvariablen über die Realisierung von Kostendegressionen gegenseitig beeinflussen.

4.3.2. Zusammenfassende Abwägung

Auf Basis der aufgeführten Kosteneffekte von *Aufschieben versus Spekulieren* lassen sich folgende Aussagen treffen: Um potenzielle Kostendegressionen ausnutzen zu können, sollte im Falle hoher Lagerkosten der Logistikprozess so weit wie möglich aufgeschoben werden; bei hohen Transportkosten dagegen sollten die

³⁶² Dabei können Lager- und Transportkosten im Niveau variieren, d.h. es kommt zu einer Verschiebung der Kostenkurven, oder sich deren Stückkosten verändern, d.h. es resultiert eine Drehung der Kostenkurven, wie es in Abbildung 16 dargestellt ist.

³⁶³ Eine Verringerung der Lagerkosten durch Zentralisierung steht der Dezentralisierungstendenz im spekulativ gesteuerten System entgegen. Jedoch können sinkende Lagerkosten z.B. durch zunehmende Technisierung im Lagersystem erreicht werden. Da solche Kostenvorteile jedoch exogen vorgegeben sind, werden sie hier nicht betrachtet.

bei einer spekulativen Steuerung bestehenden Möglichkeiten zur Bündelung so weit wie möglich ausgenutzt werden.

Im Unterschied zu den beiden anderen Gestaltungsvariablen lassen sich jedoch abschließend keine Aussagen über die Vorteilhaftigkeit von einer der beiden Optionen treffen. Dies liegt darin begründet, dass von beiden Optionen keine unmittelbaren (Möglichkeiten zur Ausnutzung von) Kostendegressionen ausgehen, sondern sie ausschließlich mittelbar über die anderen Gestaltungsvariablen wirken.³⁶⁴ So können bedeutende Kostendegressionen sowohl in einem aufgeschobenen als auch in einem spekulativen Logistiksystem realisiert werden.

Neben der reinen Kostenbetrachtung müssen bei einer konkreten Analyse weitere Faktoren berücksichtigt werden, insbesondere die *Kosten-Service-Trade-Offs*. Aufschiebende Systeme implizieren sinkendes Risiko in Bezug auf Auftragszusammensetzung und –menge.³⁶⁵ Indes erhöhen sich die Fehlmengen aufgrund längerer Lieferzeiten.³⁶⁶ Im Gegensatz dazu erlaubt eine spekulative Steuerung des Logistikkkanals hohe Lieferbereitschaftsgrade und –flexibilität, kurze Lieferzeiten und Vermeidung von Lieferunfähigkeiten.³⁶⁷

Weitere zu berücksichtigende Faktoren sind unter anderen der *Wert der Produkte*, der *Durchsatz des Logistiksystems*, das *Nachfrageverhalten*, die *Variantenvielfalt* und der *gewünschte Lieferservice*.³⁶⁸ Hochwertige Produkte steigern die Lagerkosten hinsichtlich Kapitalbindung, ein hoher Durchsatz lässt die Transportkosten aufgrund höherer Auslastung sinken – zwei Faktoren, die das Aufschieben von Transferaktivitäten begünstigen. Dazu tragen auch hohe Nachfrageschwankungen bei, die die Risiko- und Lagerkosten eines spekulativen Systems in die Höhe treiben. Wenn hingegen eine konstante Nachfrage von wenigen Großkunden für ein Produktprogramm mit wenigen Varianten vorliegt, ist das Spekulieren mit geringem Risiko verbunden und ermöglicht einen hohen Lieferservicegrad.³⁶⁹

³⁶⁴ Ein *aufgeschobenes* Logistiksystem tendiert zur *Zentralisation*, woraus sich bestimmte Kostendegressionen ergeben. In einem *spekulativen* Logistiksystem können die Möglichkeiten zur *Bündelung* zu Kostendegressionen genutzt werden.

³⁶⁵ Vgl. Pfohl [1994], 143.

³⁶⁶ Vgl. Zinn/Bowersox [1988], 126.

³⁶⁷ Vgl. Bucklin [1965], 27; Delfmann [1999a], 195.

³⁶⁸ Vgl. Bowersox et al. [1986], 58; Delfmann [1999a], 195.

³⁶⁹ Vgl. Pfohl [1994,], 145.

Abschließend soll noch erwähnt werden, dass sich *in der Praxis* ein *Trend zur Gestaltung von kundenauftragsorientierten Logistiksystemen* abzeichnet.³⁷⁰ Diese Tendenz zum Aufschieben erscheint als logische Folge zu den Zentralisierungstendenzen in realen Logistiksystemen³⁷¹, was wiederum die enge Verknüpfung der beiden Gestaltungsoptionen hervorhebt. Daneben gilt sie aber auch als Reaktion auf steigende Unsicherheit auf den Käufermärkten, auf zunehmende Produktvielfalt im Zuge der Individualisierung der Nachfragen und auf regionale Ausweitung des Angebots im Rahmen einer globalisierten Wirtschaft.³⁷²

4.4. Gestaltung des gesamten Logistiksystems: Betrachtung der Subsysteme Auftragsabwicklung und Verpackung sowie weiterer Einflussfaktoren

Im Rahmen der Kostenbetrachtung von Transport- und Lagersystemen wurden tendenziell Empfehlungen zur *Zentralisierung* und zur *Bündelung* von Logistiksystemen ausgesprochen. Hingegen vermochte die Kostenbetrachtung *keine* grundsätzliche Empfehlung bezüglich *Aufschieben versus Spekulieren* zu geben, da diese Gestaltungsoptionen nur mittelbare Kostenwirkungen besitzen. Die Analyse stellte weiterhin die vielfältigen Interdependenzen zwischen Gestaltungsvariablen, Subsystemen und Kostendegressionen heraus. Dies macht die Notwendigkeit der integrativen Planung durch die Einbeziehung *aller* Subsysteme und potenzieller Kostendegressionen deutlich. Schließlich birgt die Beschränkung auf einzelne Teile des Logistiksystems die Gefahr suboptimaler Insellösungen.

Um deshalb die (Kosten-)Analyse im Sinne des *Gesamtkostendenkens* abzurunden, sollen in diesem Abschnitt ansatzweise die Auswirkungen der Gestaltungsvariablen auf die übrigen Subsysteme und auf mögliche Kostendegressionen skizziert werden. Bei der *Bündelung* von Warenströmen wird im Zuge der Unterbrechung des Güterflusses ebenso der Informationsfluss durchbrochen. Daraus ergeben sich höhere Kosten im Subsystem der *Auftragsabwicklung*.³⁷³ Möglicherweise wird weiterhin die Realisation von Economies of Scale im Rahmen einer stärkeren Technisierung der Auftragsabwicklung

³⁷⁰ Vgl. van Hoek et al. [1999], 506.

³⁷¹ Vgl. van Hoek [1998], 95. Siehe auch Abschnitt 4.1.3, S. 61.

³⁷² Die Marktentwicklungen führt z.B. Ihde [2001], 36 auf.

³⁷³ Vgl. Pfohl [1994], 147; Beuthe/Kreutzberger [2001], 248.

erschwert. Im Subsystem *Verpackung* können ebenfalls höhere Kosten aufgrund von Bündelung entstehen, wenn z.B. der Umschlag eine zusätzliche Verpackung notwendig macht. Ein komplexes Transport- und Lagersystem bedingt ebenso die *Bildung logistischer Einheiten*, die subsystemübergreifend kostensparend eingesetzt werden können. Je standardisierter die Verpackungen sind, desto reibungsloser verlaufen das mechanisierte bzw. automatisierte Handling und die Integration der Transport- und Lagersysteme.³⁷⁴ Die Komplexität eines Logistiksystems wird neben der Bündelung durch seine (*De-*)*Zentralisierung* bestimmt. Sowohl zentralisierte als auch dezentralisierte Systeme können die Auftragsabwicklung erschweren, da beide ab einer bestimmten Größe schwer zu koordinieren und zu steuern sind.³⁷⁵ Ein vom Kunden akzeptiertes *Aufschieben* von Logistiksystemen kann nur dann vollzogen werden, wenn Kundeninformationen so schnell und so frühzeitig wie möglich in den Logistikkanal eindringen können. Dies erfordert eine ausgeklügelte Informationsverarbeitung, welche zu steigenden Kosten im Auftragsabwicklungssystem führt.

Inwieweit die Auswirkungen auf das Auftragsabwicklungs- und Verpackungssystem die Gestaltungsempfehlungen aus obiger Analyse verändern, kann hier nicht abschließend beurteilt werden. In jedem Fall ist die Berücksichtigung *aller* Subsysteme und potenzieller Kostendegressionen bei der Konzeption von Logistiksystemen unabdingbar.

Darüber hinaus ist eine *Vielzahl exogener Faktoren* in die Gestaltungsplanung einzubeziehen. Den Abschnitten 4.1. bis 4.3. kann entnommen werden, dass die Vorteilhaftigkeit und die Grenzen der Ausnutzung einzelner Kostendegressionen nicht nur durch die resultierenden intra- und intersystemischen negativen Kosteneffekte bestimmt sind, sondern auch durch eben diese exogenen Faktoren. An vorderster Stelle steht hier der *Lieferservice*.³⁷⁶ Mit der Realisierung von Logistiksystemen, die Möglichkeiten zur Kostendegression ausnutzen, sind oftmals negative *Kosten-Service-Trade-Offs* verbunden. Da es bei der Gestaltung von Logistiksystemen gilt, eine maximale Kundenzufriedenheit bei minimalen

³⁷⁴ Vgl. Ackerman/Brewer [2001], 229; Beuthe/Kreutzberger [2001], 249. Siehe auch Abschnitt 2.2.5, S. 23.

³⁷⁵ Vgl. Pfohl [1994], 143.

Logistikkosten zu erreichen, kann eine Möglichkeit zur Kosteneinsparung nur soweit genutzt werden, als der vom Kunden geforderte Lieferservice nicht beeinträchtigt wird.³⁷⁷ Neben das Gesamtkostendenken tritt somit das *Servicedenken* als gleichwertiger Partner bei der Konzeption von Logistiksystemen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden: Die optimale Gestaltung eines Logistiksystems nutzt die potenziellen Kostendegressionen *aller* Subsysteme unter Beachtung der Interdependenzen so weit aus, bis sie an die von den Kosten-Service-Trade-Offs vorgegebenen Grenzen stößt. Ein Logistiksystem muss folglich eine gute Balance zwischen Zentralisierung und Dezentralisierung, zwischen Bündeln und Vereinzeln sowie zwischen Aufschieben und Spekulieren darstellen, um im Spannungsfeld der realisierbaren Kostendegressionen und dem Lieferservice bestehen zu können.³⁷⁸

³⁷⁶ COOPER fasst die neben Lieferservice wichtigsten exogenen Faktoren unter *Wertdichte* und *Preis eines Gutes* zusammen. Vgl. Cooper [1993], 15. Darüber hinaus wird die *ökologische Dimension* als wichtiges Kriterium angesehen. Vgl. Vahrenkamp [2000], 35.

³⁷⁷ Vgl. Pfohl [2000], 41.

³⁷⁸ Vgl. Cooper [1993], 15.

5. Fazit und Ausblick

Gegenstand der vorliegenden Arbeit war die theoretische Aufarbeitung von Kostendegressionspotenzialen in Logistiksystemen und die Aufstellung von Gestaltungsempfehlungen, auf deren Basis die erarbeiteten Potenziale ausgenutzt werden können.

Zu diesem Zweck wurden zunächst Kostendegressionen in der Produktion- und Kostentheorie, *Economies of Scale* und *Economies of Scope*, und deren Ursachen detailliert analysiert. Diese Untersuchung ermöglichte das Aufspannen eines theoretisch fundierten Bezugsrahmens, der die gesamte Arbeit hindurch genutzt wurde. Die konzeptionellen Grundlagen der Arbeit umfassten weiterhin die Darstellung der logistischen Subsysteme und der logistischen Gestaltungsvariablen. In diesem Zusammenhang wurden die vielfältigen Interdependenzbeziehungen sowohl zwischen den Subsystemen als auch den Gestaltungsvariablen ersichtlich. Dies gab erste Hinweise auf im weiteren Verlauf zu berücksichtigende Interdependenzen zwischen unterschiedlichen Kostendegressionspotenzialen.

Die Erarbeitung der potenziellen Kostendegressionen in den einzelnen logistischen Subsystemen erfolgte durch die konsequente Verknüpfung der ersten beiden Gegenstandsbereiche. Der Analyseschwerpunkt lag auf den beiden bedeutendsten Subsystemen Transport und Lager. Anhand einer eingehenden Untersuchung der Bezugsgrößen für die jeweiligen Kostendegressionen konnte ein konsistentes Schema von potenziellen Kostendegressionen in den einzelnen Subsystemen aufgestellt werden. Insbesondere die Betrachtung von Kostendegressionen in Transportsystemen kann dabei hervorgehoben werden, da sie auf umfassende und theoriegestützte, aber dennoch übersichtliche Art und Weise die potenziellen Kostendegressionen und deren Ursachen aufzeigt.

Die erarbeiteten Kostendegressionspotenziale wurden abschließend mit den logistischen Gestaltungsvariablen verknüpft, um praxisorientierte Gestaltungsempfehlungen für Transport- und Lagersysteme zur Ausnutzung dieser Kostendegressionen entwickeln zu können. Hierzu wurden sie gegen jeweilige negative Kosteneffekte abgewogen. Besonders bei der Analyse indirekter Hub-and-Spoke-Netze konnten neue Erkenntnisse über damit verbundene positive

Kosteneffekte gewonnen werden.³⁷⁹ Insgesamt sprachen die zu realisierenden Kostendegressionen tendenziell für eine *Zentralisierung* und *Bündelung* von Logistiknetzen bzw. Warenströmen. Da jedoch nicht nur die Kosteneffekte bei der Gestaltungsplanung ausschlaggebend sind, sondern vor allem auch *Serviceaspekte*, können sich gegenteilige Strukturen und Prozesse als vorteilhaft erweisen. Nur die Einbindung von Serviceaspekten ermöglicht darüber hinaus eine abschließende Beurteilung der Gestaltungsvariablen *Aufschieben versus Spekulieren*, bei der die reine Kostenbetrachtung hinsichtlich einer Gestaltungsempfehlung aufgrund fehlender unmittelbarer Kostenwirkungen versagt.

An dieser Stelle wird deutlich, dass die theoretische Analyse in zweifacher Weise an ihre Grenzen stößt. Zum einen erlaubt sie nur tendenzielle Aussagen über die (Un-)Vorteilhaftigkeit von Gestaltungsoptionen, da Kostengrößen unbekannt sind und bloß geschätzt werden können. Zum anderen gibt die Beschränkung auf die Kostenseite eines Logistiksystems nur eine Seite der ‚Gestaltungsmedaille‘ wieder. Es ist durchaus vorstellbar, dass sich im Einzelfall andere Gestaltungsempfehlungen als die hier angegebenen für das Logistiksystems einer bestimmten Unternehmung ergeben. In einer konkreten Analyse müssen neben den Kosten weitere Faktoren einbezogen werden, um zu einem gesamtoptimalen Ergebnis zu gelangen. Hierzu zählen zuvorderst die Serviceerwartungen der Kunden und andere exogene Faktoren, wie z.B. Wert und Beschaffenheit des Produkts, Nachfrageverhalten usw. Darüber hinaus kann die Gestaltung von Logistiksystemen Nutzeneffekte auf Seiten der Produzenten hervorrufen, die bei der Planung ebenfalls berücksichtigt werden können und sollten.³⁸⁰

Weiterhin hängen die hier identifizierten Kostendegressionen in grundsätzlicher Weise von den ausgewählten Bezugsgrößen ab. Infolgedessen kann eine Untersuchung mit dem gleichen Thema zu einer anderen Einteilung und damit auch zu anderen Ergebnissen gelangen.

³⁷⁹ Siehe Abschnitt 4.1.3, S. 64f., zu *abschnittsweise paarigen Verbindungen* und potenziellen *Economies of Size*.

³⁸⁰ KLOSTER entwickelt seine Gestaltungsempfehlungen aus diesem Grunde auf Basis von kosten- und nutzenbasierten Netzeffekten. Vgl. Kloster [2002], 28ff. Siehe auch Abschnitt 3.2.5, S. 45ff.

Abschließend lässt sich festhalten, dass eine empirische Überprüfung der hier abgeleiteten Ergebnisse im Hinblick sowohl auf potenzielle Kostendegressionen als auch auf die Gestaltungsempfehlungen für Transport- und Lagersysteme lohnenswert erscheint. Die vorgestellten Kosteneffekte und Empfehlungen zur Gestaltung wurden konsistent und sinnvoll hergeleitet. Die theoretische Untersuchung ermöglichte die Offenlegung von grundsätzlichen Wirkungszusammenhängen und erleichtert so die praktische Gestaltung. Eventuell entstehende Abweichungen von der Unternehmenspraxis können durch die Empirie aufgedeckt und der Analysegang dementsprechend angepasst werden.

Literaturverzeichnis

ABERLE [1997]

Aberle, Gerd: *Transportwirtschaft. Einzelwirtschaftliche und gesamtwirtschaftliche Grundlagen*, 2. Aufl., München, Wien: Oldenbourg 1997.

ACKERMAN/BREWER [2001]

Ackerman, Kenneth B./ Brewer, Ann M.: *Warehousing: A Key Link in the Supply Chain*, in: Brewer, Ann M. u.a. (Hrsg.): *Handbook of Logistics and Supply Chain Management*, Amsterdam u.a.: Elsevier Science 2001, S. 225-236.

ADAM [1979]

Adam, Dietrich: *Kostendegressionen und -progressionen*, in: Kern, W. (Hrsg.): *HWB der Produktionswirtschaft*, Stuttgart: Poeschel 1979, Sp.939-955.

ALBERS [2001]

Albers, Sascha: *Economies of Scale, Scope and Density - Definition and Application for the Airline Industry*, Unveröffentlichtes Manuskript, Universität zu Köln 2001.

ANDERSON [1950]

Anderson, Wroe: *Marketing Efficiency and the Principle of Postponement*, in: *Cost and Profit Outlook*, Jg. 3 (1950), September, S.1-3.

ANTONIOU [1991]

Antoniou, Andreas: *Economies of Scale in the Airline Industry: The Evidence Revisited*, in: *Logistics and Transportation Review*, Jg. 27 (1991), Nr. 2, S.159-184.

ARNOLD [1985]

Arnold, Volker: *Vorteile der Verbundproduktion*, in: *Wirtschaftswissenschaftliches Studium*, 14. Jg. (1985), Nr. 6, S.269-275.

BAHRAMI [2003]

Bahrani, Kourosch: *Horizontale Transportlogistik-Kooperationen. Synergiepotenzial für Hersteller kurzlebiger Konsumgüter*, Wiesbaden: DUV 2003.

BAILEY/FRIEDLAENDER [1982]

Bailey, Elizabeth E./ Friedlaender, Ann F.: *Market Structure and Multiproduct Industries: A Review Article*, in: *Journal of Economic Literature*, Jg. 20 (1982), Nr. 3, S.1024-1048.

BALLOU [1993]

Ballou, Ronald H.: *Reformulating a Logistics Strategy: A Concern for the Past, Present and Future*, in: *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Jg. 23 (1993), Nr.5, S.30-38.

BALLOU [1999]

Ballou, Ronald H.: *Business Logistics Management. Planning, Organizing, and Controlling of the Supply Chain*, 4. Aufl., New Jersey u.a.: Prentice-Hall 1999.

BASSO/JARA-DÍAZ [2003]

Basso, Leonardo J./ Jara-Díaz, Sergio R.: *Requiem for Returns to Scale with Variable Network Size in Transport Industry Structure Analysis*, Working Paper (September 2003), Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.

BAUER [1986]

Bauer, Hans H.: *Das Erfahrungskurvenkonzept: Möglichkeiten und Problematik der Ableitung strategischer Handlungsalternativen*, in: *WiSt Wirtschaftswissenschaftliches Studium*, Jg. 15 (1986), Nr. 1, S. 1-10.

BAUM ET AL. [1992]

Baum, Herbert/ Maßmann, Claudia/ Schulz, Wolfgang H./ Thiele, Patrick: *Rationalisierungspotentiale im Straßenverkehr I*, FAT-Schriftenreihe, Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Köln 1992.

BAUM ET AL. [1995]

Baum, Herbert/ Maßmann, Claudia/ Pfau, Gerald/ Schulz, Wolfgang H.: *Rationalisierungspotentiale im Straßenverkehr. Maßnahmen, Entlastungswirkungen, gesamtwirtschaftliche Rentabilität.*, Kölner Diskussionbeiträge zur Verkehrswissenschaft Nr.5, Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln 1995.

BAUMOL [1977]

Baumol, William: *On the Proper Cost Tests for Natural Monopoly in a Multiproject Industry*, in: *American Economic Review*, Jg. 67 (1977), Nr.5, S.809-822.

BAUMOL ET AL. [1988]

Baumol, William/ Panzar, John C./ Willig, Robert D.: *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*, 2. ergänzte Aufl., San Diego u.a.: Harcourt Brace Jovanovich 1988.

BEUTHE/KREUTZBERGER [2001]

Beuthe, Michel/ Kreutzberger, Ekki: *Consolidation and Trans-Shipments*, in: Brewer, Ann M. u.a. (Hrsg.): *Handbook of Logistics and Supply Chain Management*, Amsterdam u.a.: Elsevier Science 2001, S. 239-252.

BITTLINGMAYER [1990]

Bittlingmayer, George: *Efficiency and Entry in a Simple Airline Network*, in: *International Journal of Industrial Organization*, Jg. 8 (1990), S.245-257.

BLANKART/KNIEPS [1992]

Blankart, Charles/ Knieps, Günter: *Netzökonomik*, Jahrbuch für Neue Politische Ökonomie, Jg. 11 (1992), S.73-87.

BLUMENFELD ET AL. [1985]

Blumenfeld, Dennis/ Burns, Lawrence D./ Diltz, J.David/ / Daganzo, Carlos: *Analyzing Trade-Offs between Transportation, Inventory and Production Costs on Freight Networks*, *Transportation Research, Part B*, Jg. 19 (1985), Nr. 5, S.361-380.

BOHR [1996]

Bohr, Kurt: *Economies of scale and economies of scope*, in: Kern, W./ Schröder, H.-H. (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, 2. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1996, Sp. 375-386.

BORENSTEIN [1992]

Borenstein, Severin: *The Evolution of US Airline Competition*, in: Journal of Economic Perspectives, Jg. 6 (1992), Nr. 2, S.45-73.

BOWERSOX ET AL. [1986]

Bowersox, Donald J./ Closs, David J./ Helferich, Omar K.: *Logistical management*, 3. Aufl., New York: Macmillan 1986.

BRAEUTIGAM [1999]

Braeutigam, Ronald R.: *Learning About Transport Costs*, in: Gomez-Ibañez, J. u.a. (Hrsg.): *Essays in Transportation Economics and Policy: A Handbook in Honor of John R. Meyer*, Washington D.C.: Brookings Institution Press 1999, S. 57-97.

BRAEUTIGAM ET AL. [1984]

Braeutigam, Ronald R./ Daughety, Andrew F./ Turnquist, Mark A: *A Firm Specific Analysis of Economies of Density in the U.S. Railroad Industry*, in: Journal of Industrial Economics, Jg. 33 (1984), Nr.1, S.3-20.

BRETZKE [1998]

Bretzke, Wolf-Rüdiger: *"Make or buy" von Logistikdienstleistungen: Erfolgskriterien für eine Fremdvergabe logistischer Diensleistungen*, in: Isermann, H. (Hrsg.): *Logistik: Gestaltung von Logistiksystemen*, 2. Aufl., Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie 1998, S.393-402.

BRUECKNER/SPILLER [1991]

Brueckner, Jan K./ Spiller, Pablo T.: *Competition and Mergers in Airline Networks*, in: International Journal of Industrial Organization, Jg. 9 (1991), S.323-342.

BRUECKNER/SPILLER [1994]

Brueckner, Jan K./ Spiller, Pablo T.: *Economies of Traffic Density in the Deregulated Airline Industry*, in: Journal of Law and Economics, Jg. 37 (1994), Oktober, S. 379-415.

BÜCHER [1910]

Bücher, Karl: *Das Gesetz der Massenproduktion*, in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Jg. 66 (1910), Nr.3, S.429-444.

BUCKLIN [1965]

Bucklin, Louis P.: *Postponement, Speculation and the Structure of Distribution Channels*, in: Journal of Marketing Research, Jg. 2 (1965), Nr. 1, S.26-31.

BUSSE VON COLBE [1974]

Busse von Colbe, Walther: *Betriebsgröße und Unternehmensgröße*, in: Grochla, E./ Wittmann, W. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, 4.Aufl., Stuttgart: Poeschel 1974, Sp. 566-579.

BUSSE VON COLBE/LABMANN [1986]

Busse von Colbe, Walther/ Laßmann, Gert: *Betriebswirtschaftstheorie, Bd.1. Grundlagen, Produktions- und Kostentheorie*, 3. Aufl., Berlin u.a.: Springer 1986.

CAVES ET AL. [1984]

Caves, Douglas W./ Christiansen, Laurits R./ Tretheway, Michael W.: *Economies of Density Versus Economies of Scale: Why Trunk and Local Service Airline Costs Differ*, in: *Rand Journal of Economics*, Jg. 15 (1984), Nr. 4, S.471-488.

CHANDLER [1990]

Chandler, Alfred D.: *Scale and Scope - The Dynamics of Industrial Capitalism*, Cambridge, London: Harvard University Press 1990.

COENENBERG [1992]

Coenenberg, Adolf G.: *Kostenrechnung und Analyse*, Landsberg/Lech: Verl. Moderne Industrie 1992.

COOPER [1983]

Cooper, Martha C.: *Freight Consolidation and Warehouse Location Strategies in Physical Distribution Systems*, in: *Journal of Business Logistics*, Jg. 4 (1983), Nr.2, S.53-74.

COOPER [1993]

Cooper, James C.: *Logistics Strategies für Global Businesses*, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Jg. 23 (1993), Nr. 4, S.12-23.

DE WIT [1995]

De Wit, Jaap G.: *An Urge to Merge?*, in: *Journal of Air Transport Management*, Jg. 2 (1995), Nr. 3/4, S.173-180.

DELFMANN [1985]

Delfmann, Werner: *Das Gesetz der Massenproduktion*, in: *WISU*, Jg. 14 (1985), Nr.2, S.65-66.

DELFMANN [1988]

Delfmann, Werner: *Zum Problem der Verfahrenswahl bei Nachfrageungewißheit in Mehrproduktunternehmen*, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Jg. 58 (1988), Nr.1, S.127-136.

DELFMANN [1995a]

Delfmann, Werner: *Logistik*, in: Corsten, H./ Reiß, M. (Hrsg.): *Handbuch der Unternehmensführung*, München, Wien: Oldenbourg 1995, S.505-517.

DELFMANN [1995b]

Delfmann, Werner: *Logistische Segmentierung. Ein modellanalytischer Ansatz zur Gestaltung logistischer Auftragszyklen.*, in: Albach, H./ Delfmann, W. (Hrsg.): *Dynamik und Risikofreude in der Unternehmensführung*, Wiesbaden: Gabler 1995, S.171-202.

DELFMANN [1999a]

Delfmann, Werner: *Industrielle Distributionslogistik*, in: Baumgarten, H. u.a. (Hrsg.): *Handbuch Logistik*, Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1999, S. 181-201.

DELFMANN [1999b]

Delfmann, Werner: *Kernelemente der Logistikkonzeption*, in: Pfohl, H.-Chr. (Hrsg.): *Logistikforschung. Entwicklungszüge und Gestaltungsansätze.*, Berlin: Erich Schmidt 1999, S. 37-59.

DELFMANN [2000]

Delfmann, Werner: *Systemweite Trade-Off-Analyse*, in: Klaus, P./ Krieger, W. (Hrsg.): *Gabler Lexikon Logistik: Management logistischer Netzwerke und Flüsse*, 2. Aufl., Wiesbaden: Gabler 2000, S.475-476.

DELFMANN/REIHLEN [2000]

Delfmann, Werner/ Reihlen, Markus: *Strategisches Logistik-Management*, in: Arnold, Dieter u.a. (Hrsg.): *Handbuch Logistik*, Berlin u.a.: Springer 2002, D 1-17 bis D1-24.

DOMSCHKE/KRISPIN [1999]

Domschke, Wolfgang/ Krispin, Gabriela: *Zur wirtschaftlichen Effizienz von Hub-and-Spoke-Netzen*, in: Pfohl, H.-Chr. (Hrsg.): *Logistikforschung. Entwicklungszüge und Gestaltungsansätze*, Berlin: Erich Schmidt 1999, S. 279-304.

ECONOMIDES [1996]

Economides, Nicholas: *The Economics of Networks*, in: *International Journal of Industrial Organization*, Jg. 14 (1996), S.673-699.

EICHNER [1990]

Eichner, Wolfgang: *Lagerwirtschaft*, Wiesbaden: Gabler 1990.

ERDMANN [1999]

Erdmann, Mechthild: *Konsolidierungspotenziale von Speditionskooperationen: eine simulationsgestützte Analyse*, Wiesbaden: Gabler 1999.

FAWCETT ET AL. [1992]

Fawcett, P./ McLeish, R.E./ Ogden, I.D.: *Logistics Management*, London: Pitman 1992.

FRITSCH ET AL. [2001]

Fritsch, Michael/ Wein, Thomas/ Ewers, Hans-Jürgen: *Marktversagen und Wirtschaftspolitik: mikroökonomische Grundlagen staatlichen Handelns*, 4. Aufl., München: Vahlen 2001.

GATTORNA [1988]

Gattorna, John: *Effective Logistics Management*, in: *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Jg. 18 (1988), Nr.2/3, S.4-92.

GOLDHAR/JELINEK [1983]

Goldhar, Joel D./ Jelinek, Mariann: *Plan for economies of scope*, in: *Harvard Business Review*, Jg. 61 (1983), Nr.6, S.141-148.

GOTTINGER [2001]

Gottinger, Hans-Werner: *Network Size, Value and Cycles*, Working Paper No. 61, Centre for Studies in Economics and Finance, University of Salerno, Juni 2001.

GOTTINGER [2003]

Gottinger, Hans-Werner: *Economies of Network Industries*, London, New York: Routledge 2003.

GRAUMANN [1993]

Graumann, Mathias: *Die Ökonomie von Netzprodukten*, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Jg. 63 (1993), Nr. 12, S.1331-1355.

GUDEHUS [2000]

Gudehus, Timm: *Logistik II. Netzwerke, Systeme und Lieferketten.*, Berlin u.a.: Springer 2000.

GUTENBERG [1983]

Gutenberg, Erich: *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Band 1, Die Produktion*, 24., unveränderte Aufl., Springer: Berlin u.a. 1983.

HALL [1987]

Hall, Randolph W.: *Consolidation Strategy: Inventory, Vehicles and Terminals*, in: Journal of Business Logistics, Jg. 8 (1987), Nr.2, S.57-73.

HANLON [1999]

Hanlon, Pat: *Global Airlines. Competition in a Transnational Industry.*, 2. Aufl., Oxford u.a.: Butterworth-Heinemann 1999.

HARMATUCK [1991]

Harmatuck, D.J.: *Economies of Scale and Scope in the Motor Carrier Industry*, in: Journal of Transport Economics and Policy, Jg. 25 (1991), Nr. 2, S.135-151.

HARRIS [1977]

Harris, Robert G.: *Economies of Traffic Density in the Rail Freight Industry*, in: Bell Journal of Economics, Jg. 8 (1977), Nr.2, S.556-564.

HEINEN/SIEVI [1979]

Heinen, Edmund/ Sievi, Christian: *Kostentheorie*, in: Kern, W. (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, Stuttgart: Poeschel 1979, Sp. 971-992.

HENDERSON [1974]

Henderson, Bruce D.: *Die Erfahrungskurve in der Unternehmensstrategie*, Frankfurt u.a.: Herder & Herder 1974.

HÖFER [1993]

Höfer, B.J.: *Strukturwandel im europäischen Luftverkehr: marktstrukturelle Konsequenzen der Deregulierung*, Frankfurt am Main u.a.: 1993.

HURDLE ET AL. [1989]

Hurdle, Gloria T./ Johnson, Richard I./ Toskow, Andrew S./ Warden, Gregory J./ Williams, Michael A.: *Concentration, Potential Entry and Performance in the Airline Industry*, in: *Journal of Industrial Economics*, Jg. 38 (1989), Nr. 2, S.119-139.

IHDE [1970]

Ihde, Gösta B.: *Lernprozesse in der betriebswirtschaftlichen Theorie*, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Jg. 40 (1970), Nr. 7, S 451-468.

IHDE [1976]

Ihde, Gösta B.: *Größenersparnisse in der Distribution*, Wiesbaden: Gabler 1976.

IHDE [2001]

Ihde, Gösta B.: *Transport, Verkehr, Logistik: gesamtwirtschaftliche Aspekte und einzelwirtschaftliche Handhabung*, 3. völlig überarb. und erw. Aufl., München: Vahlen 2001.

JACKSON [1985]

Jackson, George C.: *A Survey of Freight Consolidation Practices*, in: *Journal of Business Logistics*, Jg. 6 (1985), Nr.1, S.13-34.

JARA-DÍAZ [1982]

Jara-Díaz, Sergio R.: *Transportation Product, Transportation Function and Cost Functions*, in: *Transportation Science*, Jg. 16 (1982), Nr.4, S.522-539.

JARA-DÍAZ ET AL. [2001]

Jara-Díaz, Sergio R./ Cortés, Cristián/ Ponce, Freddy: *Number of Points Served and Economics of Spatial Scope in Transport Cost Functions*, in: *Journal of Transport Economics and Policy*, Jg. 35 (2001), Nr.2, S.327-336. Die Seitenangaben in der vorliegenden Arbeit beziehen sich allerdings auf die Veröffentlichung des Artikels im Internet unter <http://tamarugo.cec.uchile.cl/~dicidet/sjara/numbe>.

JARA-DÍAZ/BASSO [2003]

Jara-Díaz, Sergio R./ Basso, Leonardo J.: *Transport Cost Functions, Network Expansion, and Economies of Scope*, in: *Transportation Research Part E*, Jg. 39 (2003), 271-288.

JARA-DÍAZ/CORTÉS [1996]

Jara-Díaz, Sergio R./ Cortés, Cristián E.: *On the Calculation of Scale Economies from Transport Cost Functions*, in: *Journal of Transport Economics and Policy*, Jg. 30 (1996), Nr. 2, S.157-170.

KATZ/SHAPIRO [1985]

Katz, Michael L./ Shapiro, Carl: *Network Externalities, Competition, and Compatibility*, in: *The American Economic Review*, Jg. 75 (1985), Nr. 3, S.424-440.

KATZ/SHAPIRO [1994]

Katz, Michael L./ Shapiro, Carl: *Systems Competition and Network Effects*, in: *Journal of Economic Perspectives*, Jg. 8 (1994), Nr. 2, S.93-115.

KEELER [1974]

Keeler, Theodore: *Railroad costs, returns to scale and excess capacity*, in: Review of Economic and Statistics, Jg. 56 (1974), May, S.201-208.

KEELER/FORMBY [1994]

Keeler, J.P./ Formby, J.P.: *Cost Economies and Consolidation in the U.S. Airline Industry*, in: International Journal of Transport Economics, Jg. 21 (1994), Nr. 1, S.21-45.

KISTNER/STEVEN [2002]

Kistner, Klaus-Peter/ Steven, Marion: *Betriebswirtschaftslehre im Grundstudium I: Produktion, Absatz, Finanzierung*, Heidelberg: Physica Verlag 2002.

KLAAS [2002]

Klaas, Thorsten: *Logistik-Organisation. Ein konfigurationstheoretischer Ansatz zur logistikorientierten Organisationsgestaltung*, Wiesbaden: DUV 2002.

KLEINALTENKAMP [1993]

Kleinaltenkamp, Michael: *Betriebswirtschaftliche Probleme bei der Realisierung von Economies of Scope*, Arbeitspapier Nr.3 der Berliner Reihe "Business-to-Business-Marketing", Institut für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Freie Universität Berlin, Berlin 1993.

KLOSTER [2002]

Kloster, Thomas: *Gestaltung von Logistiksystemen auf Basis von Netzeffekten*, Frankfurt am Main u.a.: Lang 2002.

KNIEPS [2001]

Knieps, Günter: *Wettbewerbsökonomie: Regulierungstheorie, Industrieökonomie, Wettbewerbspolitik*, Berlin u.a.: Springer 2001.

KOONTZ [1951]

Koontz, Harold D.: *Economic and Managerial Factors Underlying Subsidy Needs of Domestic Trunk Air Line Carriers*, in: The Journal of Air Law and Commerce, Jg. 18 (1951), Nr.2, S.127-156.

KÖSTER [1999]

Köster, Dieter: *Wettbewerb in Netzproduktmärkten*, Wiesbaden: Gabler 1999.

KOTZAB [1997]

Kotzab, Herbert: *Neue Konzepte in der Distributionslogistik von Handelsunternehmen*, Wiesbaden: Gabler 1997.

LALONDE/MASON [1993]

LaLonde, Bernard J./ Mason, Raymond E.: *Some Thoughts on Logistics Policy and Strategies: Management Challenges for the 1980s*, in: International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Jg. 23 (1993), Nr.5, S.39-45.

LAMBERT/STOCK [1993]

Lambert, Douglas M./ Stock, James R.: *Strategic Logistics Management*, 3. Aufl., Homewood, Ill.: Irwin 1993.

LEKASHMAN/STOLLE [1965]

LeKashman, Raymond/ Stolle, John F.: *The Total Cost Approach to Distribution*, in: *Business Horizons*, Jg. 8 (1965), Nr.4, S.33-46.

LÜCKE [1962]

Lücke, Wolfgang: *Das Gesetz der Massenproduktion in betriebswirtschaftlicher Sicht*, in: Koch, H. (Hrsg.): *Zur Theorie der Unternehmung* (Festschrift für Erich Gutenberg), Wiesbaden: Gabler 1962, S.313-365.

LÜCKE [1967]

Lücke, Wolfgang: *Betriebs- und Unternehmungsgröße*, Stuttgart: Poeschel 1967.

MARKOWITZ [1952]

Markowitz, Harry M.: *Portfolio Selection*, in: *Journal of Finance*, Jg. 7 (1952), Nr. 1, S.77-91.

MARSHALL [1961]

Marshall, Alfred: *Principles of Economics*, 8. Aufl., London 1961.

MASTERS [1980]

Masters, James M.: *The Effect of Freight Consolidation on Consumer Service*, in: *Journal of Business Logistics*, Jg. 2 (1980), Nr.1, S.55-74.

MC SHAN/WINDLE [1989]

McShan, Scott/ Windle, Robert: *The Implications of Hub-and-Spoke Routing for Airline Costs and Competitiveness*, in: *The Logistics and Transportation Review*, Jg. 25 (1989), Nr. 3, S.209-230.

MONOPOLKOMMISSION [1986]

Monopolkommission: *Gesamtwirtschaftliche Chancen und Risiken wachsender Unternehmensgrößen: Hauptgutachten 1984/1985, Nr.6*, Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft 1986.

MOORE [1959]

Moore, F.T.: *Economies of Scale: Some Statistical Evidence*, in: *Quarterly Journal of Economics*, Jg. 73 (1959), May, S. 232-245.

MORI/NISHIKIMI [2002]

Mori, Tomoya/ Nishikimi, Koji: *Economies of Transport Density and Industrial Agglomeration.*, in: *Regional Science and Urban Economics*, Jg. 32 (2002), Nr.2, S.167-200.

MORRISON/WINSTON [1985]

Morrison, Steven A./ Winston, Clifford: *Intercity Transportation Route Structures Under Deregulation: Some Assessments Motivated by the Airline Experience*, in: *American Economic Review*, Jg. 75 (1985), Mai, S. 57-61.

MUSGRAVE [1983]

Musgrave, Richard A.: *Public Goods*, in: Brown, E.C./ Solow, R. M. (Hrsg.): *Paul Samuelson and Modern Economic Theory*, New York 1983.

NORMAN [1979]

Norman, George: *Economies of Scale, Transport Costs, and Location*, Hingham, MA: Martinus Nijhoff Publishing 1979.

o.V. [1968]

o.V.: *Dichte*, in: Brockhaus Enzyklopädie in zwanzig Bänden, 4. Band CHOD-DOL, 17. völlig überarbeitete Aufl., Wiesbaden: F.A. Brockhaus 1968, S.702.

o.V. [1997a]

o.V.: *System*, in: Gabler-Wirtschafts-Lexikon, Taschenbuch-Kassette mit 10. Bd., 14. Aufl., Wiesbaden: Gabler 1997, S.3693.

o.V. [1997b]

o.V.: *Beschäftigung*, in: Gabler-Wirtschafts-Lexikon, Taschenbuch-Kassette mit 10. Bd., 14. Aufl., Wiesbaden: Gabler 1997, S.496.

o.V. [2000a]

o.V.: *Lagerdurchsatz*, in: Klaus, P./ Krieger, W. (Hrsg.): Gabler Lexikon Logistik. Management logistischer Netzwerke und Flüsse, Wiesbaden: Gabler 2000, S.258.

o.V. [2000b]

o.V.: *Lagerleistung*, in: Klaus, P./ Krieger, W. (Hrsg.): Gabler Lexikon Logistik. Management logistischer Netzwerke und Flüsse, Wiesbaden: Gabler 2000, S.260.

o.V. [2000c]

o.V.: *Umlaufplanung*, in: Klaus, P./ Krieger, W. (Hrsg.): Gabler Lexikon Logistik. Management logistischer Netzwerke und Flüsse, Wiesbaden: Gabler 2000, S.485.

OUM/ZHANG [1997]

Oum, Tae Hoon/ Zhang, Yimin: *A Note on Scale Economies in Transport*, in: Journal of Transport Economics and Policy, Jg. 31 (1997), Nr.2, S.309-315.

PAGH/COOPER [1998]

Pagh, Janus D./ Cooper, Martha C.: *Supply Chain Postponement and Speculation Strategies: How to Choose the Right Strategy*, in: Journal of Business Logistics, Jg. 19 (1998), Nr.2, S.13-33.

PANZAR/WILLIG [1977]

Panzar, John C./ Willig, Robert D.: *Economies of Scale in Multi-Output Production*, in: Quarterly Journal of Economics, Jg. 91 (1977), Nr.3, S.481-493.

PANZAR/WILLIG [1981]

Panzar, John C./ Willig, Robert D.: *Economies of Scope*, in: The American Economic Review, Jg. 71 (1981), Nr.2, S.268-272.

PARASCHIS [1989]

Paraschis, Ioannis N.: *Optimale Gestaltung von Mehrprodukt-Distributionssystemen: Modelle - Methoden - Anwendungen*, Heidelberg: Physica Verlag 1989.

PENROSE [1959]

Penrose, Edith T.: *The Theory of the Growth of the Firm*, New York: John Wiley 1959.

PFOHL [1994]

Pfohl, Hans-Christian: *Logistikmanagement. Funktionen und Instrumente.*, Berlin u.a.: Springer 1994.

PFOHL [2000]

Pfohl, Hans-Christian: *Logistiksysteme: betriebswirtschaftliche Grundlagen*, 6. Aufl., Berlin u.a.: Springer 2000.

PFOHL ET AL. [1992]

Pfohl, Hans-Christian/ Zöllner, Werner A./ Weber, Norbert: *Economies of Scale in Customer Warehouses: Theoretical and Empirical Analysis*, in: Journal of Business Logistics, Jg. 13 (1992), Nr.1, S.95-124.

PYNDICK/RUBINFELD [1998]

Pyndick, Robert S./ Rubinfeld, David L.: *Mikroökonomie*, 4. Aufl., München, Wien: Oldenbourg 1998.

RODI [1996]

Rodi, H.: *Effizienz im Schienenverkehr: eine mikroökonomische Analyse unter besonderer Berücksichtigung der institutionellen Ausgestaltung des Trassenmarktes*, Göttingen 1996.

ROPELLA [1989]

Ropella, Wolfgang: *Synergien als strategisches Ziel der Unternehmung*, Berlin/New York: de Gruyter 1989.

RÖVER [1997]

Röver, Andreas: *Netzwerkexternalitäten als Ursache für Marktversagen*, Frankfurt am Main u.a.: Lang 1997.

SAMUELSON [1954]

Samuelson, Paul A.: *The Pure Theory of Public Expenditure*, in: Review of Economics and Statistics, Jg. 36 (1954), November, S. 387-89.

SAMUELSON/NORDHAUS [1998]

Samuelson, Paul A./ Nordhaus, William D.: *Volkswirtschaftslehre*, Übers. d. 15. amerikan. Aufl., Wien u.a.: Ueberreuter 1998.

SCHERER/ROSS [1990]

Scherer, F.M./ Ross, David: *Industrial Market Structure and Economic Performance*, 3. Aufl., Boston: Houghton Mifflin Company 1990.

SCHILDT [1994]

Schildt, Birgit: *Strategische Produktions- und Distributionsplanung: betriebliche Standortoptimierung bei degressiv verlaufenden Produktionskosten*, Wiesbaden: Gabler 1994.

SCHODER [1995]

Schoder, Detlef: *Diffusion von Netzwerk Gütern - Modellierung auf Basis des Mastergleichungsansatzes der Synergetik*, in: Marketing ZFP, Jg. 17 (1995), Nr. 1, S. 18-28.

SCHRÄDER [2000]

Schräder, Andreas: *Netzeffekte in Transport und Tourismus*, Bern u.a.: Haupt 2000.

SCHULTE [1999]

Schulte, Christof: *Logistik. Wege zur Optimierung des Material- und Informationsflusses*, 3. Aufl., München: Vahlen 1999.

SCHULTE/SCHULTE [1992]

Schulte, Christof/ Schulte, Katja: *Entwicklungstendenzen in der Distributionslogistik*, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Jg. 44 (1992), Nr. 11, S.1023-1045.

SCHWEITZER/KÜPPER [1974]

Schweitzer, M./ Küpper, H.-U.: *Produktions- und Kostentheorie der Unternehmung*, Hamburg: Rowohlt 1974.

SHAPIRO/HESKETT [1985]

Shapiro, Roy D./ Heskett, James L.: *Logistics Strategy. Cases and Concepts*, St. Paul u.a.: West Publishing 1985.

SHAPIRO/VARIAN [1999]

Shapiro, Carl/ Varian, Hal R.: *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Boston: Harvard Business School Press 1999.

SHY [1996]

Shy, Oz: *Industrial Organization: Theory and Applications*, Massachusetts: MIT 1996.

SHY [2001]

Shy, Oz: *The Economics of Network Industries*, Cambridge: Cambridge University Press 2001.

SMITH [1955]

Smith, C.: *Survey of the Empirical Evidence on Economies of Scale. Business Concentration and Price Policy*, Princeton: Princeton University Press 1955.

STEIN [2000]

Stein, Andreas: *Gestaltungsoptionen der Umschlagsknoten*, in: Klaus, P./ Krieger, W. (Hrsg.): *Gabler Lexikon Logistik. Management logistischer Netzwerke und Flüsse*, Wiesbaden: Gabler 2000, S.485-488.

STIGLER [1958]

Stigler, George J.: *The Economies of Scale*, in: Journal of Law and Economics, Jg. 1 (1958), S. 54-71.

TAHA/TAYLOR [1994]

Taha, Tarek T./ Taylor, G. Don: *An integrated modeling framework for evaluating hub-and-spoke networks in truckload trucking*, in: *Logistics and Transportation Review*, Jg. 30 (1994), Nr. 2, S.141-166..

TALLEY [2001]

Talley, Wayne K.: *Costing Theory and Processes*, in: Brewer, Ann M. u.a. (Hrsg.): *Handbook of Logistics and Supply Chain Management*, Amsterdam u.a.: Elsevier Science 2001, S. 313-323.

TAYLOR ET AL. [1995]

Taylor, G. Don/ Harit, Santhanam/ English, John R./ Whicker, Gary: *Hub and spoke networks in truckload trucking: Configuration, testing and operational concerns*, in: *Logistics and Transportation Review*, 31 (1995), S. 209 - 236.

TEECE [1980]

Teece, David J.: *Economies of Scope and Scale of the Enterprise*, in: *Journal of Economic Behavior and Organization*, Jg. 1 (1980), Nr. 3 September, S.223-247.

TIROLE [1999]

Tirole, Jean: *Industrieökonomik*, 2. deutschsprachige Aufl., München, Wien: Oldenbourg 1999.

TRETHERWAY/ OUM [1992]

Tretheway, Michael W./ Oum, Tae H.: *Airline Economics: Foundations for Strategy and Policy*, Vancouver: Centre for Transportation Studies 1992.

VAHRENKAMP [2000]

Vahrenkamp, Richard: *Logistikmanagement*, 4. Aufl., München, Wien: Oldenbourg 2000.

VAN HOEK [1998]

van Hoek, Remko I.: *Reconfiguring the Supply Chain to Implement Postponed Manufacturing*, in: *The International Journal of Logistics Management*, Jg. 9 (1998), Nr. 1, S.95-110.

VAN HOEK ET AL. [1999]

van Hoek, Remko I./ Vos, Bart/ Commandeur, Harry R.: *Restructuring European Supply Chains by Implementing Postponement Strategies*, in: *Long Range Planning*, Jg. 32 (1999), Nr.5, S. 505- 518.

VOORHEES/SHARP [1978]

Voorhees, Roy Dale/ Sharp, Merrill Kim: *The Principles of Logistics Revisited*, in: *Transportation Journal* , Jg. 18 (1978), Nr. 1, S. 69-84.

WALDMANN/KLEIN [2000]

Waldmann, Jürgen/ Klein, Werner: *Distributionslogistik*, in: Klaus, P./ Krieger, W. (Hrsg.): *Gabler Lexikon Logistik. Management logistischer Netzwerke und Flüsse*, Wiesbaden: Gabler 2000, S.91-94.

WANG CHIANG/FRIEDLAENDER [1984]

Wang Chiang, S. Judy/ Friedlaender, Ann F.: *Output Aggregation, Network Effects, and the Measurement of Trucking Technology*, in: *Review of Economics and Statistics*, Jg. 66, Mai 1984, S.267-276.

WATERS [2001]

Waters, Donald: *Inventory Management*, in: Brewer, Ann M. u.a. (Hrsg.): *Handbook of Logistics and Supply Chain Management*, Amsterdam u.a.: Elsevier Science 2001, S. 195-212.

WERNER [1988]

Werner, Michael: *Regulierung und Deregulierung des Verkehrssektors in der wirtschaftswissenschaftlichen Diskussion - Die Theorie der Regulierung*, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, Jg. 59 (1988), Nr. 1 und 2, S. 44-60 und S. 128-161.

WIESE [1990]

Wiese, Harald: *Netzeffekte und Kompatibilität: ein theoretischer und simulationsgeleiteter Beitrag zur Absatzpolitik für Netzeffekt-Güter*, Stuttgart: Poeschel 1990.

WILLIG [1979]

Willig, Robert D.: *Multiproduct Technology and Market Structure*, in: *The American Economic Review*, Jg. 69 (1979), Nr.2, S.346-351.

XU ET AL. [1994]

Xu, Kefeng/ Windle, Robert/ Grimm, Curtis/ Corsi, Thomas: *Re-evaluating Returns to Scale in Transport*, in: *Journal of Transport Economics and Policy*, Jg. 28 (1994), Nr. 3, S.275-286.

ZINN ET AL. [1989]

Zinn, Walter/ Levy, Michael/ Bowersox, Donald J.: *Measuring the Effect of Inventory Centralization/Decentralization on Aggregate Safety Stock: The "Square Root Law" Revisited*, in: *Journal of Business Logistics*, Jg. 10 (1989), Nr. 1, S.1-14.

ZINN/BOWERSOX [1988]

Zinn, Walter/ Bowersox, Donald J.: *Planning Physical Distribution with the Principle of Postponement*, in: *Journal of Business Logistics*, Jg. 9 (1988), Nr. 2, S.117-136.

**Arbeitsberichte des Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, betriebswirtschaftliche
Planung und Logistik, hrsg. von Prof. Dr. Dr. h.c. Werner Delfmann**

Weitere Titel dieser Reihe:

- Nr. 87, von Elisabeth Ahrweiler: Strategische Allianzen als Handlungsoption der strategischen Unternehmensführung. - Köln 1991, 81 Seiten.
- Nr. 88, von Tobias Engelsleben: Ansätze zu einer logistischen Qualitätskonzeption unter Rückgriff auf Methoden und Techniken des Total Quality Managements. - Köln 1994, 148 Seiten.
- Nr. 89, von Sonja Keutmann: Das Konzept der Strategischen Problemdiagnose. Darstellung, kritische Würdigung und Integration in eine ganzheitliche Managementkonzeption. - Köln 1995, 98 Seiten.
- Nr. 90, von Thomas Kronenberg: Strategische Wettbewerbsvorteile durch organisationales Lernen - Ansatzpunkte zur Gestaltung der organisatorischen Rahmenbedingungen zur Förderung der Lernfähigkeit von Unternehmen. - Köln 1996, 100 Seiten.
- Nr. 91*, von Markus Reihlen: The Logic of Heterarchies - Making Organizations Competitive for Knowledge-based Competition. - Köln 1996, 20 Seiten.
- Nr. 92*, von Markus Reihlen: Ansätze in der Modelldiskussion - Eine Analyse der Passivistischen Abbildungsthese und der Aktivistischen Konstruktionsthese. - Köln 1997, 24 Seiten
- Nr. 93*, von Engelsleben, Tobias; Niebuer, Alfons: Entwicklungslinien der Logistik-Konzeptionsforschung. Köln 1997, 21 Seiten.
- Nr. 94, von Werner Delfmann, Mechthild Erdmann: Konsolidierung von Güterflüssen durch Kooperationen Bonner Spediteure - eine simulationsgestützte Potentialanalyse. Köln 1997, 37 Seiten.
- Nr. 95, von Markus Reihlen: European Management Styles. Gaining Insights from Stereotypes. - Köln 1997, 12 Seiten.
- Nr. 96*, von Markus Reihlen Die Heterarchie als postbürokratisches Organisationsmodell der Zukunft. - Köln 1998, 21 Seiten
- Nr. 97*, von André Christoph Corell: Das Management wissensintensiver Unternehmen. - Köln 1998, 126 Seiten.
- Nr. 98*, von Markus Reihlen: Führung in Heterarchien - Köln, 1998, 51 Seiten.
- Nr. 99*, von Markus Reihlen und Thorsten Klaas: Individualismus, Holismus und Systemismus: Erörterung metatheoretischer Sichtweisen in den Sozialwissenschaften – Köln, 1999, 21 Seiten.
- Nr. 100*, von Constantin Wickinghoff: Performance Measurement in der Logistik. Grundlagen, Konzepte und Ansatzpunkte einer Bewertung logistischer Prozesse - Köln, 1999, 190 Seiten.
- Nr. 101*, von Sascha Albers: Nutzenallokation in Strategischen Allianzen von Linienluftfrachtgesellschaften, Köln, 2000, 98 Seiten.
- Nr. 102*, von Werner Delfmann und Sascha Albers: Supply Chain Management in the Global Context, Köln, 2000, 84 Seiten.
- Nr. 103*, von Natalia Nikolova, Markus Reihlen und Konstantin Stoyanov: Kooperationen von Managementberatungsunternehmen: Eine explorative Analyse, Köln 2001, 46 Seiten.
- Nr. 104*, von Caroline Heuermann: Internationalisierung und Logistikstrategie: Wettbewerbsstrategische Implikationen für die Gestaltung internationaler Logistiksysteme, Köln 2002, 93 Seiten.

Die Arbeitsberichte können direkt über das

Seminar für ABWL, bwl. Planung und Logistik der Universität zu Köln
Albertus Magnus Platz, 50923 Köln
Tel. +49 (0)221 470-3951, Fax -5007
Email: spl@wiso.uni-koeln.de

bezogen werden. Die mit * gekennzeichneten Arbeitsberichte sind auch als Adobe Acrobat (PDF) - Dateien im WWW-Angebot des Seminars hinterlegt: <http://www.uni-koeln.de/wiso-fak/planung/index.html>.
