

Nicholas D. Boone

Vernetzung dezentraler Lagersysteme im Großhandel

Service- und Kostenoptimierung im Lagerverbund



Herbert Utz Verlag · Wissenschaft
München

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist
bei Der Deutschen Bibliothek erhältlich

Zugleich: Dissertation, Bamberg, Univ., 2001

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH 2001

ISBN 3-8316-0063-5

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München

Tel.: 089/277791-00 – Fax: 089/277791-01

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	VI
-----------------------------------	-----------

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VII
------------------------------------	------------

TABELLENVERZEICHNIS	IX
----------------------------------	-----------

1 PROBLEMSTELLUNG UND UNTERSUCHUNGSZIELE	1
---	----------

1.1	DEZENTRALE LAGER IN DISTRIBUTIONSSYSTEMEN – EIN ANACHRONISMUS?	1
1.2	LAGERVERBUNDSYSTEME ZUR BEWÄLTIGUNG VON HOCHLEISTUNGSANFORDERUNGEN IM GROSßHANDEL: POTENTIALE UND PROBLEME.....	2
1.3	UNTERSUCHUNGSZIELE UND AUFBAU DER ARBEIT	3

2 ANFORDERUNGSSTRUKTUREN, EINSATZMÖGLICHKEITEN UND MANAGEMENTPROBLEME VON LAGERVERBUNDSYSTEMEN IM GROSßHANDEL	6
--	----------

2.1	SITUATIONSANALYSE DES GROSßHANDELS: BASISSTRENDS UND ANFORDERUNGEN	6
2.1.1	<i>Wachsende Komplexität und steigende Logistikanforderungen.....</i>	6
2.1.2	<i>Aufgaben und Bedeutung des Großhandels</i>	7
2.1.3	<i>Aktuelle Herausforderungen an Großhandelsdistributionssysteme</i>	9
2.2	LOGISTISCHE HOCHLEISTUNGSANFORDERUNGEN IM GROSßHANDEL	11
2.2.1	<i>Hochleistungsanforderungen: Schwierige Großsortimente und extrem kurze Lieferzeiten</i>	11
2.2.2	<i>Marktszenario A: „Lieferung am gleichen Tag“</i>	12
2.2.3	<i>Marktszenario B: „heute bestellt, morgen geliefert“</i>	14
2.2.4	<i>Marktszenario C: Lieferung im 48- oder 72-Stunden-Service</i>	15
2.3	ZENTRALE UND DEZENTRALE LAGERSYSTEME	17
2.3.1	<i>Strukturkomponenten</i>	17
2.3.2	<i>Prognosesteuerung vs. Auftragssteuerung</i>	19
2.3.3	<i>Vor- und Nachteile zentraler und dezentraler Lagersysteme aus Leistungssicht.....</i>	20
2.3.4	<i>Vor- und Nachteile aus Kostensicht</i>	21
2.3.5	<i>Kombination der Vorteile durch Verbundsysteme.....</i>	22
2.4	GESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN DER LAGER VERNETZUNG	24
2.4.1	<i>Elektronische und physische Vernetzung: virtuelle Bestände und laterale Warentransporte.....</i>	24
2.4.2	<i>Basisstrukturen des Bedarfs- und Transportnetzes</i>	26
2.5	NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN VON VERBUNDSYSTEMEN	28
2.5.1	<i>Realisierung alternativer Servicekonzepte.....</i>	28
2.5.2	<i>Kundenauftragsgesteuerter und prognosegesteuerter Einsatz von Verbundsystemen.....</i>	29
2.5.3	<i>Beurteilung von Verbundsystemen im Marktszenario A.....</i>	30
2.5.4	<i>Beurteilung von Verbundsystemen im Marktszenario B.....</i>	32
2.6	UNGELOSTE GESTALTUNGS- UND STEUERUNGSPROBLEME IN VERBUNDSYSTEMEN	33

3	POTENTIALE UND GRENZEN VORHANDENER MODELLE UND THEORIEN ZUR LÖSUNG VON LATERALEN LAGERVERNETZUNGSPROBLEMEN.....	35
3.1	GESTALTUNG VON VERBUNDSYSTEMEN: LAGERKONFIGURATION UND VERNETZUNG	35
3.1.1	Strategische Standortplanung	35
3.1.2	Konzeptionelle Güterbereitstellung in Verbundsystemen.....	38
3.1.3	Bestandsnetz: Lagersortimentierung und Pooling-Gruppen.....	41
3.1.4	Transportnetzgestaltung.....	43
3.1.5	Kosten- und Leistungsbewertung von Verbundnetzstrukturen.....	45
3.1.6	Offene Fragen der Verbundsystemgestaltung.....	45
3.2	STEUERUNG VON VERBUNDSYSTEMEN.....	47
3.2.1	Anforderungen an Steuerungskonzepte.....	47
3.2.2	Innerbetrieblich koordinierte und prognosebasierte Steuerung.....	48
3.2.3	Just In Time-Konzepte/Postponementstrategien	51
3.2.4	Unternehmensübergreifende Steuerungskonzepte.....	52
3.2.5	Empfohlene Steuerungskonzepte für Verbundzulieferungen im Überblick	54
3.3	PHYSISCHE ZENTRALISIERUNG: SERVICE- UND KOSTENWIRKUNGEN VON SORTIMENTSZULIEFERUNGEN	56
3.3.1	Serviceeffekte der Bestandszentralisierung.....	56
3.3.2	Kostenwirkungen der Zentralisierung.....	58
3.3.3	Effizienz von Cross Docking im Auslieferungslager	59
3.3.4	Theoretische Defizite der Zentralisierungsansätze	60
3.4	VIRTUELLE ZENTRALISIERUNG: SERVICE- UND KOSTENWIRKUNGEN VON FEHLMENGSZULIEFERUNGEN	61
3.4.1	Operationalisierung der virtuellen Zentralisierung.....	61
3.4.2	Behebung aktueller Fehlmengen.....	62
3.4.3	Antizipative Fehlmengenzulieferungen	64
3.4.4	Sonstige Modellanalysen zu Fehlmengenzulieferungen.....	66
3.4.5	Theoretische Defizite der Ansätze zur virtuellen Zentralisierung.....	67
3.5	KOORDINIERTER BESTELLUNGEN IN VERBUNDSYSTEMEN.....	69
3.5.1	Sammelbestellungen im Lagerverbund	69
3.5.2	Kombinierter Einsatz von Order Splitting und Fehlmengenzulieferungen	70
3.5.3	Vor- und Nachteile koordinierter Bestellungen im Überblick.....	71
3.6	GRENZEN VORHANDENER MODELLE UND THEORIEN BEI DER LÖSUNG REALER LAGERVERNETZUNGSPROBLEME: ANFORDERUNGEN AN EIN PRAKTIKABLES GESTALTUNGS- UND STEUERUNGSKONZEPT.....	73

4 KONZIPIERUNG DER LAGERVERBUNDOPTIMIERUNG ALS WECHSELSPIEL ZWISCHEN PREIS- UND ZIELVORGABEN DER UNTERNEHMENSZENTRALE UND LOKALEN ANPASSUNGSENTSCHEIDUNGEN DER PROFIT CENTER.....	75
4.1 IDEALTYPISCHE KONZIPIERUNG DER MARKT-, KONFIGURATIONS- UND ENTSCHEIDUNGSSTRUKTUREN.....	75
4.1.1 <i>Service differenzierung für alternative Marktsegmente in Szenario B am Beispiel des deutschen Papiergroßhandels.....</i>	75
4.1.2 <i>Absatz- und Beschaffungsmarktstrukturen.....</i>	77
4.1.3 <i>Lokale Gewinnmaximierung der Profit Center: Konflikte und zentraler Koordinierungsbedarf.....</i>	78
4.1.4 <i>Strukturierung des zentralen Koordinierungsprozesses.....</i>	79
4.1.5 <i>Berücksichtigung unterschiedlicher Serviceneiveaus für alternative Marktsegmente.....</i>	81
4.2 PRAGMATISCHE PRINZIPIEN DER VERBUNDSYSTEMGESTALTUNG UND -STEUERUNG.....	82
4.2.1 <i>Basisprinzipien der Verbundgestaltung.....</i>	82
4.2.2 <i>Mikrostruktur des Verbundsystems: Bestandsvernetzung auf der Artekebene.....</i>	83
4.2.3 <i>Makrostruktur des Verbundsystems: Regionalstruktur des Bestands- und Transportnetzes.....</i>	85
4.2.4 <i>Koordinierung einer dezentralen Systemsteuerung durch zentral festgelegte Verrechnungspreise für Verbundleistungen.....</i>	87
4.3 HEURISTISCHE SYSTEMOPTIMIERUNG IM WECHSELSPIEL ZWISCHEN ZENTRALEN VORGABEN UND DEZENTRALEN ANPASSUNGSENTSCHEIDUNGEN.....	91
4.3.1 <i>Erste Ziel-, Struktur- und Verrechnungspreisvorgaben der Unternehmenszentrale.....</i>	91
4.3.2 <i>Strukturierung des Wechselspiels zwischen zentralen und dezentralen Entscheidungsträgern als iterativer Planungsprozeß.....</i>	91
4.3.3 <i>Vervollständigung des iterativen Planungsprozesses durch zentrale Ergänzungs- und Investitionsentscheidungen.....</i>	95
4.3.4 <i>Vorzüge und ungelöste Probleme des vorgeschlagenen Planungsprozesses.....</i>	96
4.4 ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG DURCH WISSENSCHAFTLICH FUNDIERTE MODELLE UND METHODEN.....	98
5 UNTERSTÜTZUNG DER HEURISTISCHEN LAGERVERBUNDOPTIMIERUNG DURCH EIN DETERMINISTISCHES MODELL- UND PROZEDURENSYSTEM.....	99
5.1 ENTWICKLUNG EINES DEMONSTRATIONSBEISPIELS: EIN ZUNÄCHST UNVERBUNDENES LAGERSYSTEM.....	99
5.2 SERVICEVORGABEN UND ERSTE SORTIMENTIERUNGSEMPFEHLUNGEN DER ZENTRALE.....	100
5.2.1 <i>Segmentierungskriterien im Hochleistungsgroßhandel.....</i>	100
5.2.2 <i>Akquisitorische Strukturierung des Gesamtsortimentes.....</i>	101
5.2.3 <i>Logistische Strukturierung des Gesamtsortimentes.....</i>	103
5.2.4 <i>Ableitung von Lagerstrategieempfehlungen.....</i>	104
5.2.4.1 <i>Absatzmengen und Zugriffe.....</i>	104
5.2.4.2 <i>Produktlebenszyklen und Absatzverbundeffekte.....</i>	106
5.2.4.3 <i>Integration der Strategieempfehlungen.....</i>	109
5.2.5 <i>Lagerstrategieempfehlungen im Demonstrationsbeispiel.....</i>	110

5.3	VERBUNDSYSTEMSTRUKTUR UND VERRECHNUNGSPREISE	113
5.3.1	Modellierung der Bestands- und Transportnetzstruktur	113
5.3.2	Bestands- und Transportnetzstruktur im Demonstrationsbeispiel	117
5.3.3	Entwicklung eines Plankostenrechnungssystems für das Transportnetz	120
5.3.4	Festlegung der Verrechnungspreise	124
5.4	EIGENSORTIMENTIERUNGSENTSCHEIDUNGEN DER PROFIT CENTER	127
5.4.1	Kostenmodelle für die Sortimentierungsentscheidungen	127
5.4.1.1	Modellierungsvoraussetzungen und -vereinfachungen	127
5.4.1.2	Kosten für selbsterbrachte Lagerleistungen	129
5.4.1.3	Kosten für empfangene Zulieferungen	132
5.4.2	Sortimentierungsentscheidungen auf Basis der Kostenmodelle	133
5.4.3	Abstimmung der lokal bestimmten Lagersortimente mit den zentralen Lagerstrategieempfehlungen	134
5.4.4	Sortimentsstruktur im Demonstrationsbeispiel	136
5.5	MODELLIERUNG DER AGGREGIERTEN ZULIEFERUNGSBEDARFE BEI GEGEBENER EIGENSORTIMENTIERUNG DER PROFIT CENTER	139
5.5.1	Modellierungsvoraussetzungen und -vereinfachungen	139
5.5.2	Absatzkonzentration und Eigenabsatzmengen	140
5.5.3	Aggregierte Zulieferungsbedarfsmengen	141
5.5.4	Netzbelastungsrisiken durch teilsortimentierte Lager	143
5.5.5	Zulieferungsbedarfe im Demonstrationsbeispiel	147
5.6	MODELLIERUNG DER BESTANDS- UND TRANSPORTNETZFLUBMENGEN	150
5.6.1	Gravitationsmodelle in der Transportbedarfsplanung	150
5.6.2	Gravitationseinflußgrößen	153
5.6.3	Entwicklung von Gravitationsmodellen für das Bestandsnetz	156
5.6.4	Modellgestützte Bestimmung der aggregierten Bestands- und Transportnetzflußmengen	158
5.6.5	Bestands- und Transportnetzflußmengen im Demonstrationsbeispiel	159
5.6.6	Grenzen des Gravitationsansatzes	163
5.7	EVALUIERUNG DER NETZBELASTUNG UND DER KOSTEN DES VERBUNDSYSTEMS DURCH DIE ZENTRALE	165
5.7.1	Überprüfung der Belastungsgrenzen der Zulieferungsquellen	165
5.7.2	Analyse der Transportnetzbelastung	166
5.7.3	Korrektur der Netzstruktur und Sensitivitätsanalyse	167
5.7.4	Evaluierung der Gesamtkosten	168
5.7.5	Analyse der Netzbelastung und der Verbundkosten im Demonstrationsbeispiel	169
5.8	DEMONSTRATION EINES REGIONALEN POOLING-GRUPPEN-SYSTEMS AUS SICHT EINER ZULIEFERUNGSENKE	174
5.9	GRENZEN DES DETERMINISTISCHEN MODELL- UND PROZEDURENSYSTEMS: NOTWENDIGKEIT STOCHASTISCHER MODELLERWEITERUNGEN	176

6	EXPLIZITE BERÜCKSICHTIGUNG DER TÄGLICHEN BELASTUNGSSCHWANKUNGEN IN DER VERBUNDNETZPLANUNG: ENTWICKLUNG EINES SIMULATIONSMODELLS.....	180
6.1	Monte-Carlo-Analyse der schwankenden Quellen- und Streckenlasten im Verbundnetz	180
6.1.1	<i>Einordnung der stochastischen Simulationsanalyse in das deterministische Modell- und Prozedurensystem.....</i>	<i>180</i>
6.1.2	<i>Modellierung der täglichen Sortiments- und Fehlmengenzulieferungen</i>	<i>181</i>
6.1.3	<i>Notwendigkeit eines Monte-Carlo-Ansatzes.....</i>	<i>183</i>
6.1.4	<i>Entwicklung einer Monte-Carlo-Prozedur zur Bestimmung der Quellen- und Streckenlasten..</i>	<i>184</i>
6.1.5	<i>Quellen- und Streckenlasten im Demonstrationsbeispiel.....</i>	<i>185</i>
6.2	Glättung von Belastungsschwankungen durch zeitliches Vorziehen von Zeitunkritischen Verbundlieferungen.....	191
6.2.1	<i>Strukturierung der Entscheidungssituation.....</i>	<i>191</i>
6.2.2	<i>Entwicklung einer Glättungsprozedur für die Transportdisposition.....</i>	<i>193</i>
6.2.3	<i>Evaluierung des Glättungsnutzens mit einem Monte-Carlo-Modell</i>	<i>195</i>
6.2.4	<i>Glättung der Belastungsschwankungen im Demonstrationsbeispiel.....</i>	<i>196</i>
7	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	200
	LITERATURVERZEICHNIS.....	XI
	ANHANG I: AKTUELLE DISTRIBUTIONSSYSTEME IM DEUTSCHEN PHARMA- UND PAPIERGROßHANDEL.....	XXVIII
	ANHANG II: SERVICEANFORDERUNGEN UND SERVICEDIFFERENZIERUNG IM MARKTSZENARIO A AM BEISPIEL DES DEUTSCHEN PHARMAMARKTES.....	XXIX
	ANHANG III: QUANTILE UND DREIECKVERTEILTE ZULIEFERUNGEN.....	XXXII

1 Problemstellung und Untersuchungsziele

1.1 Dezentrale Lager in Distributionssystemen – ein Anachronismus?

Die wesentlichen Vor- und Nachteile dezentraler und zentraler Distributionssysteme sind hinlänglich bekannt. Der Servicevorteil eines dezentralen Systems mit kundennahen Lagern gegenüber zentralen Systemen ist die kürzere Lieferzeit. Wegen der geringeren Entfernungen werden zudem Auslieferungskosten eingespart. Nachteilig sind die verglichen mit Zentrallagersystemen erheblich höheren Bestände.

In den letzten Jahren sind in der Distributionslogistik starke Zentralisierungstendenzen zu beobachten. Zahlreiche Unternehmen richten Zentrallager ein oder verzichten vollständig auf eine eigene Bestandshaltung.¹ Diese Entwicklung wurde vor allem durch die folgenden Triebkräfte bewirkt:

- **Kommissionier- und Lagertechnologie:** Der Einsatz hochautomatisierter Lagertechniken (Hochregallager, Kommissionierautomaten etc.) lohnt sich nur in Großlagern mit entsprechendem Lagerdurchsatz.
- **Informations- und Kommunikationstechnologie:** Moderne Informations- und Kommunikationssysteme ermöglichen eine zentrale Steuerung, die dennoch lokale Informationen und Besonderheiten am Point of Sale berücksichtigt.
- **Transport- und Umschlagssysteme:** Aufgrund schneller, zuverlässiger Transportsysteme ist innerhalb von Deutschland beinahe überallhin ein 24-Stunden-Service einzuhalten. Die zunehmend eingesetzten Cross Docking-Systeme vereinen die Bestandskostenvorteile eines zentralen Lagersystems mit den günstigen Auslieferungstransportkosten von Umschlagspunkten.²
- **Politische Integration:** Die politische Entwicklung erlaubt die Ausdehnung von Distributionssystemen weit über die nationalen Grenzen hinaus. Hiervon profitieren die zunehmend international agierenden Logistikdienstleister.

Es drängt sich die Frage auf, welche Gründe den Betrieb von dezentralen Lagern mit hohen Beständen rechtfertigen. Stellt dies nicht einen Anachronismus auf dem Weg zum Zentralsystem dar?

¹ Zur Zentrallagerstrategie im Konsumgüterbereich vgl. z.B. SEEBAUER, P. [Snacks 2001], S. 20ff.; zur Zentralbelieferung im Einzelhandel vgl. O.V. [Edeka 2000], S. 18f. sowie O.V. [Ikea 2000], S. 44f.; zur europäischen Distribution eines Industriebetriebs, der keine eigenen Auslieferungslager betreibt, vgl. O.V. [Outsourcing 2001], S. 34f.

² Vgl. hierzu Abschnitt 3.2.3.

1.2 Lagerverbundsysteme zur Bewältigung von Hochleistungsanforderungen im Großhandel: Potentiale und Probleme

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit Großhandelsbetrieben, die ein großflächiges Distributionsnetz bei gleichzeitig umfangreichem Sortiment betreiben. Die von den Abnehmern geforderten Lieferzeiten überschreiten selten 24 Stunden. Gleichzeitig müssen beschaffungsseitige Lieferengpässe überbrückt werden. Diese **extremen logistischen Leistungsanforderungen** sind nur mit dezentralen Distributionssystemen zu bewältigen.³

Die informatorische Vernetzung des Lagersystems ermöglicht eine **virtuelle Zentralisierung**, bei der mehrere Lager auf gemeinsame Bestände zugreifen, die physisch an unterschiedlichen Orten lagern. Werden Cross Docking-Konzepte mit einer virtuellen Zentralisierung kombiniert, entstehen leistungsfähige **Lagerverbundsysteme**. Die zentrale Ausgangshypothese lautet: Durch einen Lagerverbund können die Kosten- und Servicevorteile von dezentralen und zentralen Lagersystemen vereint werden.

Teilaspekte des angesprochenen Problemfeldes werden in der Logistiktheorie unter den Stichworten „Emergency Lateral Transshipments“ bzw. „Redistribution“ seit längerem diskutiert.⁴ Auch in der Logistikpraxis sind solche Lagerverbundsysteme zu beobachten.⁵ Allerdings sind die logistischen Strukturen i.d.R. „historisch gewachsen“.⁶ Obwohl also begrenzte laterale Zulieferungen bereits in vielen Distributionssystemen praktiziert werden, fehlt eine **systematische Nutzung der leistungssteigernden und/oder kosten senkenden Möglichkeiten von Lagerverbundnetzen** aufgrund folgender Defizite:

- Die moderne Informationstechnologie ermöglicht einen **elektronischen Verbund** dezentraler Lager, der über die Bestandsführung bis in die Echtzeitsteuerung von Verkaufs- und Nachschubprozessen reicht. Die Potentiale dieses elektronischen Bestandsverbundes wurden bisher nicht systematisch untersucht; insbesondere **fehlt** es an einer **Operationalisierung** der virtuellen Bestandszentralisierung.
- In der wissenschaftlichen Literatur finden sich teils extrem abstrakte Modelluntersuchungen zu Einzelproblemen des Lagerverbundes. **Praktikable Theorie- oder Modellansätze** zu wichtigen Fragestellungen, wie z.B. zur lokalen Teilsortimentierung oder zur Struktur des Verbundnetzes, sind **nicht vorhanden**.

³ Ähnliche Probleme sind auch in anderen Branchen zu beobachten, z.B. bei den Einkaufszentralen filialisierter Einzelhandelsbetriebe.

⁴ Vgl. EVERS, P. [Assessing Emergency Transshipments 2001], S. 3 11ff.; zu einem der ersten Beiträge vgl. ALLEN, S.G. [Redistribution 1958], S. 33 7ff.; zu einem aktuellen Anwendungsbeispiel vgl. MERCER, A./TAO, X. [Food Manufacturer 1995], S. 755ff.

⁵ Zu einem Verbundsystem zwischen Werkslagern vgl. o.V. [Outsourcing 2001], S. 35.

⁶ Vgl. IRRGANG, R. [Libri 2001], S. 24; zu den historisch gewachsenen Strukturen filialisierter Handelsketten vgl. BRETZGE, W. [Selbstabholung 2000], S. 94ff.

- Existieren Marktsegmente mit unterschiedlichen Leistungsanforderungen, ist ein **gestaffelter Lieferservice** realisierbar. Die Effizienzsteigerungen einer solchen Servicedifferenzierung in Lagerverbundsystemen sind noch **nicht erforscht**.

Diese Lücken zwischen Theorie und Praxis gilt es zu schließen.

1.3 Untersuchungsziele und Aufbau der Arbeit

Zentrales Ziel dieser Arbeit ist es, die Entscheidungsträger in Großhandelsbetrieben bei folgenden Aufgaben zu unterstützen:

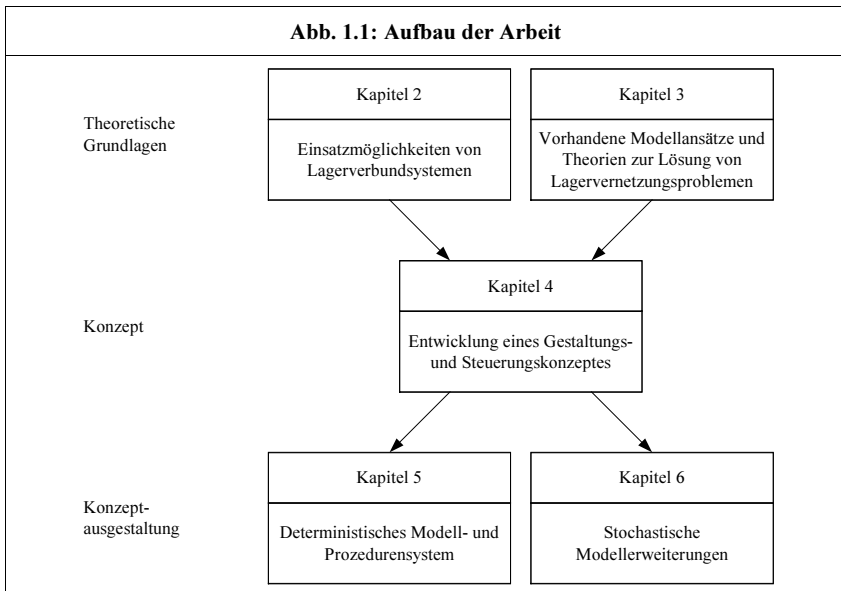
- Modellierung von Verbundsystemen zur **Evaluierung der Kosten- und Servicevorteile**⁷
- Konzipierung eines **Modell- und Prozedurensystems** zur Unterstützung der Verbundnetzplanung
- Ableitung von **Gestaltungs- und Steuerungsempfehlungen** für Großhandelsbetriebe mit logistischen Hochleistungsanforderungen

Abbildung 1.1 zeigt den Aufbau der Arbeit im Überblick. In **Kapitel 2** werden die logistischen Hochleistungsanforderungen erläutert, die im Rahmen der Großhandelsdistribution zu erfüllen sind. Für idealtypische Marktszenarien werden die Merkmale und die Nutzungspotentiale von Lagerverbundsystemen erläutert. Es zeigt sich, daß zahlreiche Gestaltungs- und Steuerungsprobleme noch nicht gelöst sind.

Die Untersuchung der **vorhandenen wissenschaftlichen Ansätze** zur Lagervernetzung sind Gegenstand von **Kapitel 3**. Die Lösungsbeiträge und die konzeptionellen Schwachstellen der existierenden Modelle werden ausführlich erläutert. Das Konzept der virtuellen Zentralisierung erlaubt laterale Zulieferungen zur Behebung von Fehlmengen. Anhand von quantitativen Modellen werden die Kosten- und Servicewirkungen eines derartigen Verbundeinsatzes analysiert. Die Realisierung des Lagernetzes erfordert eine leistungsfähige Transportvernetzung. Ein Teil des dritten Kapitels ist deshalb der Gestaltung von Verbundnetzen gewidmet. Obwohl die vorhandenen Modelle und Theorien nicht unmittelbar übertragbar sind, beruhen sie meist auf derselben einfachen Planungssequenz.

⁷ Zum Modellbegriff vgl. z.B. **BERENS, W./DELFMANN, W.** [Quantitative Planung 1995], S. 23 ff.

Zahlreiche Ansätze weisen auf Vorteile von vernetzten Lagersystemen hin, modellieren jedoch die Kosten- und Sortimentsstruktur nur unzureichend. Die entwickelten, komplexen Lösungsverfahren sind für Probleme realistischer Größenordnung nicht einsetzbar. Zudem werden mehrere, praktisch bedeutsame Aspekte vernachlässigt. Anhand der identifizierten theoretischen Grenzen werden Anforderungen an ein praktikables Gestaltungs- und Steuerungskonzept abgeleitet.



Die Lagerverbundoptimierung wird in **Kapitel 4** ausführlich behandelt. Ausgangspunkt ist das Zusammenspiel der Entscheidungsträger in einem Distributionssystem, das Hochleistungsanforderungen zu erfüllen hat. Es wird von dezentralen Niederlassungen ausgegangen, die als selbständige Profit Center organisiert sind. Deren Aktivitäten werden durch die Unternehmenszentrale koordiniert. Aufgrund der divergierenden Zielsetzungen setzt die erfolgreiche Lagervernetzung die Einbindung der Niederlassungen in die Systemplanung der Zentrale voraus. Die Komplexität der Planungsprobleme legt einen heuristischen Lösungsansatz nahe. Daher ist der Planungsprozeß in Form eines Wechselspiels zwischen den lokalen und zentralen Entscheidungsträgern zu implementieren. Auf diese Weise wird das Know-how der Profit Center in die zentrale Verbundplanung integriert.

Kapitel 5 widmet sich der Entwicklung wissenschaftlich fundierter Modelle und Verfahren. Diese unterstützen die Entscheidungsträger bei der Lösung der schwierigen und miteinander vernetzten Gestaltungs-, Optimierungs- und Bewertungsaufgaben:

- Gestaltung des Verbundsystems (Transportvernetzung, Lagersortimentierung)
- Abschätzung der Netzbelastung
- Bestimmung der Verbundkosten
- Innerbetriebliche Leistungsverrechnung

Das entwickelte Modell- und Prozedurensystem basiert auf einer Betrachtung von Jahres- bzw. Durchschnittswerten. Die Netz-, Sortiments- und Kostenstruktur von Verbundsystemen wird hiermit umfassend abgebildet.

Um die in der Realität vorhandenen Tagesschwankungen zu berücksichtigen, werden in **Kapitel 6** stochastische Modellerweiterungen konzipiert. Mit Hilfe von Simulationsverfahren wird der bisherige Ansatz ergänzt. Die entwickelten Verfahren ermöglichen dem Zentralplaner wichtige Zusatzanalysen, die für die Kapazitätsplanung erforderlich sind. Es wird aufgezeigt, daß das Verbundtransportnetz durch ein zeitliches Vorziehen von zeitunkritischen Zulieferungen wesentlich entlastet wird.