

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Eine zunehmende Globalisierung in Verbindung mit der Verbreitung des elektronischen Handels, stets kürzer werdende Produktlebenszyklen und eine hohe Variantenvielfalt konstituieren ein schnelllebiges und unvorhersehbares unternehmerisches Umfeld. Dabei gewinnt die Logistik für Unternehmen an Bedeutung und wird gleichzeitig komplexer. Beispiele dafür sind eine differenzierter werdende Nachfrage, die Abnahme von Kundenbindungen und die Atomisierung von Aufträgen. Die optimale Gestaltung von logistischen Systemen und von deren Prozessen nimmt deshalb zunehmenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen.

Während in der Vergangenheit das vorherrschende Konzept des Supply Chain Managements die ganzheitliche Steuerung der Logistik vorsah, um entlang der gesamten Lieferkette Einsparpotenziale zu erzielen, rückt die Intralogistik<sup>1</sup> inzwischen deutlicher in den Vordergrund. Sie ist zwar nur ein einzelnes Glied der Lieferkette, dafür aber das Wichtigste: Durch sie wird die Leistung der gesamten Lieferkette bestimmt ([MEI07], S.30). Die Kosten der Intralogistik haben bei vielen Unternehmen einen hohen Stellenwert. Sie machen im Handel 15,9 Prozent und in der Industrie 7,0 Prozent der Gesamtkosten aus ([SP08], S.114). Darüber hinaus beeinflusst die Intralogistik mit den Themen Personal, Infrastruktur und Bestände die drei elementaren Einflussfaktoren einer Distributionsstrategie [MM06].

Um die intralogistischen Leistungen effizient erbringen zu können, werden sie in Logistikzentren zentralisiert. Da die Strukturen globaler Wertschöpfungsketten einem permanenten Wandel unterliegen, müssen gerade auch die Logistikzentren an diese Änderungen permanent angepasst werden, damit die Lieferkette im Ganzen leistungsfähig bleiben kann [BAK04]. Dabei stehen Aspekte wie Flexibilität, Adaptivität und Proakti-

---

<sup>1</sup> Die Intralogistik als Branchenname umfasst die Organisation, Durchführung und Optimierung innerbetrieblicher Materialflüsse in Unternehmen der Industrie, des Handels und in öffentlichen Einrichtungen. Wichtige Funktionen sind hier z.B. die Lagerung, Kommissionierung oder Sortierung.

## **2 Grundlagen**

In der vorliegenden Arbeit werden die Betriebskennlinien von Logistikzentren entwickelt. Die Beschreibung des grundlegenden Wissens, auf das dabei zurück gegriffen wird, ist Inhalt dieses Kapitels.

Am Anfang des Kapitels werden die zentralen Begriffe dieser Arbeit definiert und damit eine Basis für die weiteren Ausführungen geschaffen. Anschließend wird das Logistikzentrum detailliert vorgestellt, das im Fokus dieser Arbeit steht. Es soll verdeutlicht werden, wie das Logistikzentrum in die Supply Chain eingebunden ist und welche Anforderungen daran gestellt werden. Darauf aufbauend wird die Modellierung von Logistikzentren beschrieben, wodurch deren Abläufe näher untersucht werden können. Um schließlich die Betriebskennlinien ermitteln zu können, werden die wissenschaftlichen Grundlagen über Kennzahlen und Kennlinien zusammengefasst. Ein wichtiger Aspekt der Kennzahlen ist die Berücksichtigung der Dynamik des unternehmerischen Umfelds, die ebenfalls diskutiert wird. Da die Wirtschaftlichkeit eine wesentliche Rolle beim Betrieb eines Logistikzentrums spielt, wird diese ebenfalls ausgeführt.

Mit einer ausführlichen Beschreibung der Logistik in der Fashion Branche endet dieses Kapitel. Dabei werden neben ihren Anforderungen auch ihre Ausprägungsformen und Teilnehmer vorgestellt.

### **2.1 Definition wichtiger Begriffe**

Für eine exakte Einordnung der vorliegenden Arbeit werden zunächst wichtige Begriffe in ihrer Bedeutung definiert. Als erstes wird dabei auf das Logistikzentrum eingegangen. Dieses wird als System aufgefasst, weshalb der Systemgedanke als nächstes vorgestellt wird. Das Logistikzentrum soll mit Hilfe eines Modells untersucht werden. Deshalb wird auch das Modell erläutert und insbesondere vom System abgegrenzt. Da es das Ziel der Arbeit ist, Betriebskennlinien zu ermitteln, werden diese anschließend beschrieben. Am Ende wird die Fashion Branche definiert, in der die Untersuchungen dieser Arbeit durchgeführt werden.

### **3 Entwicklung der Betriebskennlinien von Logistikzentren**

Die Leistungsfähigkeit von Logistikzentren wird in dieser Arbeit mit Betriebskennlinien beschrieben. Bei den Betriebskennlinien handelt es sich um Kennzahlen, die in Abhängigkeit von einer Einflussgröße abgebildet werden und dadurch Kennlinien bilden. Die Betriebskennlinien stellen dabei den Verlauf der Kennzahlenwerte dar, wie sie im Betrieb eines Logistikzentrums erreicht werden. Von ihrem Verlauf kann die Sensibilität der Leistungsfähigkeit abgeleitet werden.

Inhalt dieses Kapitels ist die Entwicklung der Kennzahlen, die zur Bildung der Betriebskennlinien eingesetzt werden sollen. Dazu werden vier Kennzahlen bestimmt und eine von ihnen als Einflussgröße ausgewählt. Alle Kennzahlen werden mit Formeln beschrieben. Diese sind in wesentlichen Teilen in der Statistik bekannt und werden im Rahmen dieser Arbeit auf das Logistikzentrum übertragen.

Um eine breite Anwendbarkeit zu gewährleisten, sind die im Folgenden dargestellten Ausarbeitungen unternehmens- und branchenneutral. Die Beschreibung der Kennzahlen kann somit auf beliebige Logistikzentren übertragen werden.

#### **3.1 Bildung von Betriebskennlinien**

Der Begriff der Betriebskennlinie wurde bereits in Kapitel 2.1 definiert. Nun sollen die passenden Kennzahlen für die Beschreibung der Leistungsfähigkeit von Logistikzentren ausgewählt werden. Ausgangspunkt dazu sind die logistischen Leistungsmerkmale „Lieferfähigkeit“ und „Liefertreue“, die für Unternehmen zu immer wichtigeren Differenzierungsmerkmalen werden. Die Lieferfähigkeit beschreibt, inwieweit eine geforderte Leistung erbracht werden kann. Die Liefertreue charakterisiert, in welchem Maße geforderte Termine eingehalten werden können. Dabei müssen die Lieferfähigkeit und Liefertreue mit geeigneten Strategien systemtechnisch ermöglicht werden ([NW03], S.2f). Von besonderer Bedeutung ist es dabei, verschiedene Systemansätze kostenmäßig zu bewerten,

## **4 Aufbau eines Modells zur Ableitung von Betriebskennlinien**

Um die komplexen Zusammenhänge eines Logistikzentrums untersuchen zu können, müssen diese in einem Modell abgebildet werden ([NW03], S.6). Deshalb wird im ersten Teil dieses Kapitels ein dynamisches Modell entwickelt, mittels dessen die Betriebskennlinien von Logistikzentren bestimmt werden können. Basierend auf einer Systemlast und der Beschreibung der intralogistischen Prozesse können mit dem Modell die in Kapitel 3 beschriebenen Kennzahlen in Simulationsläufen ermittelt werden.

Im zweiten Kapitelteil wird ein Verfahren zum Einsatz des Modells vorgestellt. Es wird erläutert, wie das für die Berechnungen notwendige Datenmaterial erhoben wird und wie aus den im Modell berechneten Kennzahlen die Betriebskennlinien abgeleitet werden können.

### **4.1 Entwicklung eines dynamischen Modells**

Ein dynamisches Modell wird dazu genutzt, die in Unterkapitel 3.2 beschriebenen Leistungskennzahlen zu bestimmen. Dabei wird im Modell eine Nachbildung des Logistikzentrums erstellt, die auf die für die Bestimmung der Kennzahlen wesentlichen Aspekte reduziert worden ist. Bei diesen Aspekten des Logistikzentrums handelt es sich um:

- die Auftragsdisposition,
- die Prozesssteuerung und
- den Ressourceneinsatz.

Bei der Auftragsdisposition werden die vorhandenen Auftragseingänge mit den Ressourcen abgeglichen und entsprechend der zur Verfügung stehenden Kapazitäten darauf verteilt. Die Aufträge werden danach durch die Prozesse des Logistikzentrums gesteuert. Dabei sollen die Ressourcen so effizient wie möglich eingesetzt werden. Im Folgenden werden diese drei Aspekte einzeln vorgestellt.

Die Dynamik des Modells stellt sich dabei so dar, dass die Systemlast des Logistikzentrums für einen Zeitraum eingegeben wird und deren

## **5 Validierung der Berechnungen**

Die Validierung des entwickelten Modells erfolgt in diesem Kapitel mit Hilfe von realen Unternehmensdaten. Dazu werden die Logistikzentren von elf Unternehmen aus der Fashion Branche detailliert untersucht. Die Unternehmen stammen aus dieser Branche, da sich diese durch ihre Dynamik sehr gut für die Untersuchungen eignet. Ihre veränderlichen Anforderungen durch saisonale Schwankungen, neue Produktpaletten und die Erweiterung der Vertriebskanäle sind symptomatisch für die Logistik aller Branchen. Zusammen mit der branchenunabhängigen Entwicklung der Kennzahlen und Betriebskennlinien in Kapitel 3 sind die Ergebnisse damit auch auf andere Branchen übertragbar.

Am Anfang dieses Kapitels werden die zu untersuchenden Logistikzentren ausgewählt. Dabei wird versucht, eine möglichst große Vielfalt an Ausprägungsformen zu erfassen. Anschließend werden die Aufnahme von deren Prozessen und Systemlast beschrieben.

Alle Logistikzentren werden im Modell abgebildet und es wird auf Basis der realen analysierten Systemlast ein Personalbedarf ermittelt. Die Genauigkeit des Modells kann schließlich dadurch quantifiziert werden, dass die Schwankungen des berechneten Personalbedarfs mit den realen Vergangenheitswerten verglichen werden.

### **5.1 Auswahl von Unternehmen**

Die aufgenommenen Logistikzentren dienen sowohl in diesem Kapitel als Grundlage für die Validierung, als auch in Kapitel 6 für die Ableitung von typischen Logistikzentren und Szenarien. Deshalb ist es wichtig, mit der Auswahl der Unternehmen eine größtmögliche Vielfalt an Prozessen und unternehmerischen Umfeldern zu erfassen. Um zu demonstrieren, dass die ausgewählten Unternehmen diese Vielfalt besitzen, werden die Logistikzentren durch sechs Merkmale unterschieden. Mit Hilfe dieser Merkmale wird zum einen deutlich, was die grundlegenden Unterschiede der Unternehmen sind und zum anderen wird gezeigt, dass eine ausreichend breite

## **6 Analyse der Betriebskennlinien von Fashion Logistikzentren**

Die Leistungsfähigkeit von Logistikzentren kann mit Betriebskennlinien, so wie sie in dieser Arbeit definiert wurden, beschrieben werden. Um deren Einsatzmöglichkeiten zu demonstrieren, sollen in diesem Kapitel verschiedene Betriebskennlinien und deren Sensibilität analysiert werden.

Dieses Kapitel beginnt mit der Beschreibung des Fashion Logistikzentrums. Basierend auf den elf in Kapitel 5 analysierten Logistikzentren werden die dort eingesetzten Prozesse und Techniken vorgestellt. Danach werden branchentypische Prozesse identifiziert und vier typische Logistikzentren abgeleitet.

Neben den Prozessen wird auch das unternehmerische Umfeld der Logistikzentren untersucht. Auf Basis von dynamischen Merkmalen und saisonalen Veränderungen in der Systemlast können dadurch zwei typische Szenarien des Umfelds beschrieben werden.

Nachfolgend werden die Betriebskennlinien für jedes der vier Logistikzentren in den zwei Szenarien bestimmt und graphisch dargestellt. Es wird dabei auch das unterschiedliche Verhalten von manuellen und automatischen Logistikzentren verdeutlicht.

Am Ende des Kapitels werden technische und organisatorische Möglichkeiten diskutiert, mit denen die Leistungsfähigkeit von Logistikzentren verändert werden kann. Eine dieser Möglichkeiten ist die RFID-Technik, die der automatischen Identifizierung und Lokalisierung von Gegenständen dient und damit die Erfassung von Informationen vereinfacht. Insbesondere im Logistikzentrum können dadurch viele Identifikationsprozesse, z.B. bei der Wareneingangserfassung, effizienter gestaltet werden. Mit Hilfe der Betriebskennlinien sollen diese technischen und organisatorischen Veränderungen untersucht werden.

Unternehmen haben nun die Möglichkeit, ihre eigenen Logistikzentren mit den untersuchten Logistikzentren zu vergleichen und Rückschlüsse daraus zu ziehen, ohne eine eigene detaillierte Untersuchung durchführen zu müssen. Aufgrund der allgemein gehaltenen Definition der Betriebskennlinien können die gewonnenen Erkenntnisse branchenübergreifend genutzt werden.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

### 7.1 Zusammenfassung

Das unternehmerische Umfeld ist durch kontinuierliche und unvorhersehbare Veränderungen geprägt. Die Bedeutung der Logistikzentren, als Kernelement der Supply Chain, wird dadurch immer größer. Es wird zu einer wesentlichen Aufgabe von jedem Unternehmen, die intralogistischen Prozesse auf die gegebenen, sich ständig wandelnden Anforderungen auszurichten und hinsichtlich ihrer Anpassungsfähigkeit zu bewerten. Aus diesem Grund wurden im Rahmen dieser Arbeit Betriebskennlinien entwickelt, die die Leistungsfähigkeit von Logistikzentren beschreiben und dabei die Auswirkungen von dynamischen und über die Zeit veränderlichen Umweltfaktoren berücksichtigen. Die Betriebskennlinien stellen somit ein umfassendes Instrumentarium dar, mit dem es möglich ist, aktuelle Situationen zu bewerten und ebenso den Einfluss zukünftiger Änderungen abzuschätzen. Die Betriebskennlinien basieren auf vier verschiedenen Kennzahlen. Diese sind:

- Das Service Level,
- die Logistikkosten,
- der Ressourcenbestand und
- der Lieferverzug.

Alle vier Kennzahlen sind mathematisch hergeleitet worden und basieren in zentralen Aspekten auf statistischen Formeln, die auf das Logistikzentrum übertragen wurden. Um die Betriebskennlinien zu bestimmen, wurde ein Modell entwickelt, das zur Abbildung von Logistikzentren genutzt werden kann. In Simulationsläufen konnten mit dem Modell die Kennzahlen bestimmt werden. Zusätzlich wurde ein Verfahren beschrieben, mittels dessen das Modell eingesetzt werden kann.

Für weiterführende Untersuchungen wurden elf Logistikzentren ausgewählt und hinsichtlich ihrer Prozesse, Anforderungen und Systemlast analysiert. Es zeigte sich, dass die Modellberechnungen mit den realen Unternehmenswerten ausreichend übereinstimmen. Des Weiteren konnten vier typische Logistikzentren abgeleitet werden. Ebenso konnten zwei typi-