I Einleitung

1 Ausgangspunkt und Motivation

Als Folge der zunehmenden Globalisierung von Beschaffungs- und Absatzmärkten, des steigenden Kostendrucks, der sich verkürzenden Produktlebenszyklen und des schnellen technologischen Fortschritts sehen sich Unternehmen heutzutage einem steigenden Wettbewerbsdruck ausgesetzt. Eine alleinige Abgrenzung der angebotenen Produkte und Dienstleistungen gegenüber denen der Konkurrenten durch die Faktoren Preis und Qualität ist dabei in vielen Fällen nicht mehr ausreichend. Zur erfolgreichen Positionierung im Wettbewerb setzen Unternehmen deshalb darüber hinaus auf einen verbesserten Lieferservice, der sich unter anderem in schnellen und zuverlässigen Terminzusagen, einer hohen Produktverfügbarkeit und kurzen Lieferzeiten äußert.[1] Aus Kundensicht kommt diesen Aspekten ebenfalls eine wachsende Bedeutung bei der Kaufentscheidung zu, wozu sinkende Transaktionskosten und wachsende Markttransparenz als Folge der Etablierung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien beitragen.[2]

Demgegenüber gestaltet sich aus Unternehmenssicht die schnelle Zusage und zuverlässige Einhaltung von Lieferterminen mit steigender Anzahl von Produkten bzw. Varianten, sich verkürzenden Produktlebenszyklen, komplexer werdenden Wertschöpfungsketten und wachsender Nachfragevolatilität zunehmend schwieriger. Darüber hinaus hält der steigende Kostendruck Unternehmen verstärkt davon ab, sich ein hohes Servicelevel durch Bestände zu „erkaufen“. Die in vielen Branchen zu beobachtende Reduzierung der Wertschöpfungstiefe einzelner Unternehmen und die daraus resultierende Vernetzung von Unternehmen zu Wertschöpfungsketten führen zu einem erhöhten Koordinationsaufwand, der die schnelle und verlässliche Lieferterminermittlung zusätzlich erschwert.[3]

Um den Herausforderungen des zunehmenden Wettbewerbs- und Kostendrucks, der steigenden Komplexität der Wertschöpfungsketten und der wachsenden Kundenanforderungen erfolgreich zu begegnen, wird in Theorie und Praxis seit geraumer Zeit das Konzept des Supply Chain Managements (SCM) diskutiert. Dieses integrative Planungs- und Steuerungskonzept, in dessen Zentrum die Bedürfnisse der Endkunden stehen, zielt auf eine die gesamte Wert-

---

1 Vgl. Pfohl (2003), S. 58, und Dietel (1997), S. 1.

2 Vgl. Pfohl (2000), S. 21.

3 Vgl. Kilger/Schneeweiss (2005a), S. 179, und Seidl (2000), S. 163.

schöpfungskette umfassende Koordination von Informations-, Waren- und Geldströmen ab. Neben der Erhöhung der Profitabilität und der Steigerung der Flexibilität zählt die Verbesserung des Lieferservice zu den Hauptzielen des Supply Chain Managements.[4]

Zur Unterstützung der Steuerung und der Koordination komplexer Wertschöpfungsketten und zur Realisierung von Wettbewerbsvorteilen werden von verschiedenen Herstellern Softwaretools unter dem Namen Advanced Planning & Scheduling (APS)-Systeme mit dem Anspruch propagiert, den spezifischen Anforderungen des Supply Chain Managements gerecht zu werden. APS-Systeme unterstützen Unternehmen dabei, das globale Optimum innerhalb der Wertschöpfungskette bzw. des Wertschöpfungsnetzwerkes anzustreben.[5] Im Rahmen des Supply Chain Managements kommt dem Prozess, der sich mit Verfügbarkeitsprüfung, Terminbestätigung und Überwachung von Kundenaufträgen beschäftigt und als Demand Fulfillment bezeichnet wird, eine besondere Bedeutung zu, da er aus Kundensicht maßgeblich die Außenwirkung einer Supply Chain im Bezug auf Reaktionsgeschwindigkeit und Lieferzuverlässigkeit bestimmt.

Innerhalb einer Wertschöpfungskette wird in der Regel eine möglichst effiziente Nutzung der vorhandenen und meist knappen Ressourcen angestrebt. Sicherheitsbestände und Kapazitäten werden mittelfristig auf die erwartete Nachfrage angepasst, da Überbestände und Überkapazitäten Indikatoren für Ineffizienz innerhalb der Lieferkette sind.[6] Ist in einem Umfeld volatiler und unsicherer Nachfrage eine kurzfristige, flexible Kapazitätsanpassung nicht möglich, so nehmen Unternehmen aus Kostengründen oftmals Fehlmengen, die beim Auftreten von Bedarfsspitzen entstehen können, bewusst in Kauf.[7] Ein durch Bestände „erkauftes“ Servicelevel von 100% lässt sich dabei aus Kostengesichtspunkten nicht rechtfertigen.[8] Der Steuerung der als Folge dieser Strategie potentiell auftretenden Fehlmengen kommt ein

---

[4] Die Steigerung der Termintreue, die Verringerung der Durchlaufzeiten und die Verbesserung der Auskunftsbereitschaft zielen darauf ab, die Kundenzufriedenheit zu erhöhen und dadurch die Kundenbindung zu festigen. Vgl. Knolmayer/Mertens/Zeier (2000), S. 18, Christopher (2005), S. 6 ff., Hahn (2000), S. 13, und Jirik (1999), S. 547.

[5] Enterprise Resource Planning (ERP)-Systeme streben aufgrund ihrer Architekur im Gegensatz zu APS-Systemen nicht nach einer globalen effizienten Lösung. Vgl. Piontek (2003), S. 3, und Werner (2002), S. 223.

[6] “A Supply Chain is working more profitable if it is operated on the edge by removing all inefficiencies…“ Vgl. Kilger/Schneeweiss (2005a), S. 187.

[7] Fehlmengen werden allerdings nur dann in Kauf genommen, wenn Bedarfsspitzen nicht frühzeitig antizipiert und beispielsweise durch Vorratsproduktion abgedeckt werden können.

[8] Vgl. Christopher (2005), S. 68.

wesentliche Bedeutung zu. Aus Unternehmenssicht spielt die wirtschaftliche Verteilung der knappen Ressourcen eine entscheidende Rolle, während aus Kundensicht oftmals transparente und nachvollziehbare Verteilungsmechanismen als besonders wichtig angesehen werden.

Ausgangspunkt und Motivation dieser Arbeit ist der in vielen Unternehmen festzustellende unbefriedigende Lieferservice, der sich unter anderem in langen Auftragsbestätigungszeiten und häufiger Verschiebung zugesagter Termine und damit geringer Liefertreue äußert. Im Falle auftretender Fehlmengen werden die knappen Ressourcen oftmals nach intransparenten Verteilungsschlüsseln unter den Nachfragern aufgeteilt. Die daraus resultierende Unzufriedenheit der Kunden kann zu langfristigen Umsatzeinbußen führen. Aufgrund der mangelhaften Entscheidungsunterstützung der gängigen IT-Systeme im Hinblick auf Fragestellungen der Fehlmengenverteilung sind in der Praxis suboptimale Entscheidungen zu beobachten, da weder der Ressourceneinsatz noch die Auswirkungen von Fehlmengen auf Kunden im Rahmen des Entscheidungsproblems systematisch berücksichtigt werden.

2 Problemstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Verfügbarkeitsprüfung und Auftragsüberwachung treten Fehlmengen auf, wenn das zur Verfügung stehende Material- und/oder Kapazitätsangebot nicht ausreicht, die Kundenaufträge nach Art, Termin und Menge zu erfüllen.[9] Dabei werden im Rahmen dieser Arbeit drei Situationen der Fehlmengenverteilung unterschieden:

Die erste Fehlmengensituation liegt vor, wenn die zur Produktion notwendigen Ressourcen aufgrund einer zum Entscheidungszeitpunkt nicht vorhergesehenen Störung nicht mehr ausreichen, die bereits bestätigten und noch nicht ausgelieferten Aufträge nach Art, Termin und Menge zu erfüllen.[10] Dieses Problem wird im Folgenden als *Fehlmengenverteilung bei Auftragsüberwachung* bezeichnet. In diesem Zusammenhang sind aus Unternehmenssicht u. a. die Fragen zu beantworten, welche Kundenaufträge zu verschieben, welche zu stornieren und welche zum zugesagten Liefertermin auszuliefern sind.

Die zweite Situation der Fehlmengenverteilung tritt auf, wenn neu eintreffende Kundenaufträge aufgrund der Ressourcenverfügbarkeit innerhalb der Supply Chain nicht entsprechend dem Kundenwunschtermin nach Art und Menge bestätigt werden können. Wenn zum Zeitpunkt der

---

[9] Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden unter dem Ressourcenangebot sowohl das Material- als auch das Kapazitätsangebot zusammengefasst.

[10] Vgl. Fleischmann/Meyr (2003a), S. 309.

Entscheidung über die Annahme eines Kundenauftrags nur die bereits vorliegenden Aufträge und keine Annahmen über eventuell noch eintreffende Kundenaufträge berücksichtigt werden, wird diese Situation als *Fehlmengenverteilung bei Auftragsannahme ohne Antizipation* bezeichnet. Aus Unternehmenssicht sind unter anderem die Fragen zu beantworten, welche Kundenaufträge wann zu bestätigen und welche abzulehnen sind.

Die dritte Situation der Fehlmengenverteilung geht davon aus, dass zum Zeitpunkt der Entscheidung über die Annahme bzw. Ablehnung eines Auftrags Informationen über zukünftige Nachfrage explizit berücksichtigt werden. Sie kann aufgrund ihres vorausschauenden Charakters als *Fehlmengenverteilung bei Auftragsannahme mit Antizipation* bezeichnet werden.[11] Zum Entscheidungszeitpunkt ist dabei zwischen Umsatzverdrängungs- und Leerkosten abzuwägen. Das Ablehnen eines Auftrags in Erwartung des Eintreffens eines lukrativeren kann dabei zu ungenutzten Kapazitäten und damit zu Umsatzverlust führen, falls der erwartete Auftrag nicht eintrifft. Eine ähnliche Problemstellung tritt unter dem Oberbegriff Revenue Management in der Luftfahrtindustrie auf, wo über die Zuordnung von Kundenanfragen zu beschränkten Kapazitäten unter Unsicherheit zu entscheiden ist.[12]

Insgesamt lässt sich feststellen, dass Demand Fulfillment im Hinblick auf Modelle und Methoden des Operations Research in der wissenschaftlichen Forschung weitgehend vernachlässigt wird.[13] Die Lagerhaltungstheorie gibt zwar an, welches Bestandsniveau für ein Servicelevel von 99% benötigt wird, macht aber keine Aussagen darüber, wie das eine Prozent an Fehlmengen auszuwählen ist.[14] Einige Autoren weisen auf die Ähnlichkeit der Fragestellung der Fehlmengenverteilung des Demand Fulfillments und der Problemstellung des Revenue Managements hin.[15] Die Literatur im Umfeld des Revenue Managements konzentriert sich demgegenüber aber weitgehend auf den Luftfahrt- und Dienstleistungssektor.[16]

---

[11] Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Unternehmen aufgrund begrenzter Ressourcen nicht alle Aufträge mit positivem Deckungsbeitrag wunschtermingerecht abwickeln kann. Diese Fragestellung wird auch als Problem der Auftragsselektion bei Unsicherheit bezeichnet. Vgl. Laux (1971), S. 164.

[12] Vgl. Pfeifer (1989), S. 149, und Belobaba (1989), S. 183.

[13] Vgl. Fleischmann/Meyr (2003a), S. 299.

[14] Vgl. Schweiger (1991), S. 7, und Meyr (2005a), S. 1 f.

[15] Für Hinweise auf die Analogie zwischen der Fehlmengenverteilung bei Sachgüterproduktion im Umfeld der Auftragsfertigung und dem Revenue Management vgl. beispielsweise Meyr (2005a), S. 5, Kilger/Schneeweiss (2005a), S. 187, und Kimms/Klein (2005), S. 22.

[16] Für eine Übersicht sektorspezifischer Ansätze des Revenue Managements vgl. Tscheulin/ Lindenmeier (2002), S. 649 ff.

Im Rahmen dieser Arbeit werden drei Teilziele verfolgt:

- Theoretische Einordnung der Aufgaben des Demand Fulfillments in den Kontext des Supply Chain Managements und Herausarbeitung und Bewertung der in Theorie und Praxis eingesetzten Verfahren der Fehlmengenverteilung,
- Entwicklung eines Konzeptes zur Fehlmengenverteilung bei Auftragsüberwachung für den Anwendungsfall der auftragsspezifischen Konfiguration, Implementierung, Erprobung und Bewertung der Leistungsfähigkeit anhand einer Fallstudie aus der Telekommunikationsindustrie und Ableitung von Handlungsempfehlungen sowie
- theoretische Aufarbeitung der Verfahren des Revenue Managements und Entwicklung eines Konzeptes zur Unterstützung der Fehlmengenverteilung bei Auftragsannahme mit Antizipation, Implementierung, Erprobung und Bewertung der Leistungsfähigkeit anhand einer Fallstudie aus der Telekommunikationsindustrie und Ableitung von Handlungsempfehlungen.

3 Gang der Untersuchung

Die Gliederung der Arbeit orientiert sich an den Teilzielen und ist in Abbildung 1 dargestellt:

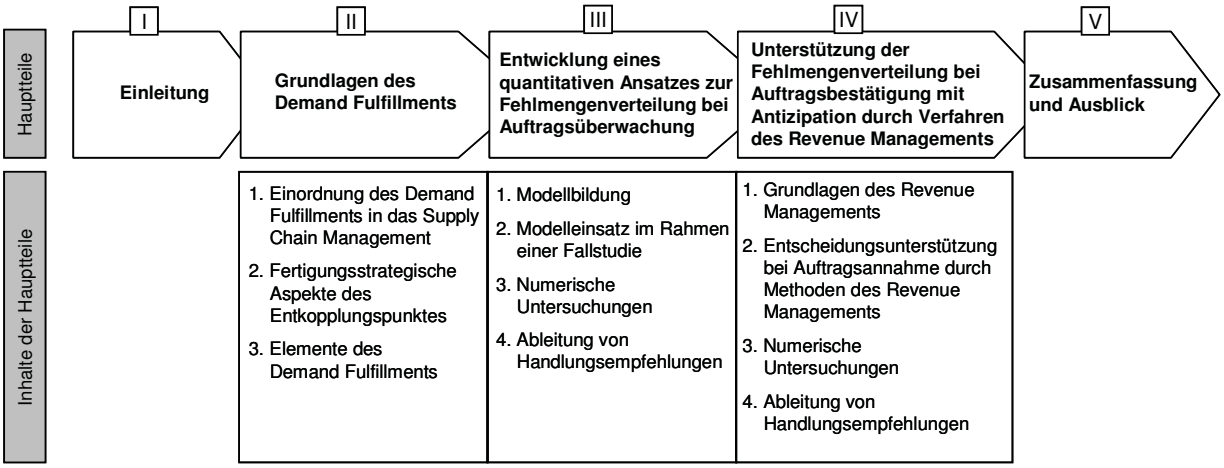

Abbildung 1: Aufbau der Arbeit[17]

[17] Eigene Darstellung.

In **Kapitel II** wird im Rahmen der Darstellung der Grundlagen des Demand Fulfillments zuerst dessen Einordnung in den Kontext des Supply Chain Managements und der software-unterstützten Planungssysteme vorgenommen. Dazu wird die Entwicklung von Supply Chain Management-Systemen dargestellt und deren Grundstruktur erläutert. Im Anschluss daran erfolgt die Herausarbeitung der Planungsaufgaben des Demand Fulfillments für ausgewählte idealtypische Fertigungsstrategien. Anschließend werden die in Theorie und Praxis bekannten Verfahren und quantitativen Modelle zur Lösung der Teilaufgaben der Fehlmengenverteilung des Demand Fulfillments zusammengefasst und hinsichtlich ihrer Eignung zur Entscheidungs-unterstützung bewertet.

Kapitel III stellt einen gemischt-binären Lösungsansatz zur Fehlmengenverteilung bei Auftragsüberwachung für die Fertigungsstrategie der auftragsspezifischen Konfiguration vor. Im Rahmen der Modellbildung werden dabei neben dem Grundmodell verschiedene modelltheoretische Erweiterungen diskutiert. Anschließend wird die Fallstudie aus der Telekommunikationsindustrie vorgestellt und die Abgrenzung der konkreten Problemstellung vorgenommen. Im Rahmen der numerischen Untersuchungen erfolgen die Definition geeigneter Leistungsgrößen und die Berechnung auftragsspezifischer Verspätungs- und Nichtbelieferungs-kosten. Aufbauend auf der Diskussion der Ergebnisse im Hinblick auf Laufzeitverhalten und Lösungsgüte schließt das Kapitel mit der Ableitung von Handlungsempfehlungen.

Kapitel IV beschreibt die Entwicklung eines auf den Methoden des Revenue Managements basierenden Verfahrens zur Fehlmengenverteilung bei Auftragsannahme mit Antizipation. Dazu werden zuerst die Grundlagen des Revenue Managements herausgearbeitet und ausgewählte mathematische Verfahren zur Kontingentierung vorgestellt. Nach einer theoretischen Überprüfung der Anwendbarkeit der Verfahren des Revenue Managements auf die Fragestellung der Auftragsannahme bei Sachgüterproduktion wird ein entsprechender Kontingentierungsansatz entwickelt. Die Segmentierung der Nachfrage erfolgt durch die Anwendung von Clusterverfahren. Die Kontingentierung der Ressourcen wird mithilfe der statischen Verfahren der Preis-Mengen-Steuerung des Revenue Managements optimal und heuristisch durchgeführt. Im Rahmen der numerischen Untersuchungen wird das entwickelte Verfahren anhand realer Daten einer Fallstudie getestet, bevor abschließend Handlungs-empfehlungen formuliert werden.

Kapitel V fasst die Ergebnisse der Arbeit zusammen und gibt einen Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf.