

1 EINLEITUNG

1.1 AUSGANGSLAGE UND PROBLEMSTELLUNG

In der Automobilbranche findet derzeit ein Wandel statt aufgrund einer Sättigung der Kernabsatzmärkte Japan, Nordamerika und Westeuropa, die im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte eingetreten ist (vgl. [Re07], S. 10; [Ro12a], S. 14). Bedingt durch diese Marktsättigung sanken die Absatzzahlen. Die Konsequenz ist ein erhöhter Wettbewerbsdruck für die Original Equipment Manufacturer (OEMs¹), was sich unter anderem in der sinkenden Preisbereitschaft der Kunden ausdrückt (vgl. [Sc08a], S. 55). AUGUSTIN UND ZADEK als auch BECKER führen dazu aus, dass Automobilhersteller demzufolge kontinuierlich und konsequent Kosteneinsparungen erzielen müssen, um den Anforderungen des Markts gerecht zu werden (vgl. [Be07], S. 10 ff.), da „nur diejenigen Unternehmen es schaffen bei einem weltweiten Wettbewerb in weitgehend gesättigten Märkten bestehen zu bleiben“ ([AZ15], S. 7). Eine Möglichkeit für Kosteneinsparungen ergibt sich durch die Auswirkungen der Globalisierung. Einerseits können durch den Abbau von Handelsbeschränkungen wie beispielsweise Zollschränken Lieferanten aus Ländern mit niedrigen Lohnniveaus für arbeitsintensive Produktionsschritte genutzt werden, wodurch sich Kostensenkungen bei den Beschaffungspreisen ergeben. Bestätigt wird dies durch eine Studie des *Centrum für Supply Management* (CfSM), laut der Unternehmen, insbesondere aus Westeuropa, aus Gründen der Kosteneinsparung zunehmend Global Sourcing² betreiben (vgl. [Cf08], S. 13). Andererseits fördert die Globalisierung durch Normung und Standardisierungen eine stetige Angleichung von Produktionsformen. Diese Angleichung ermöglicht in wirtschaftlich fortgeschrittenen Ländern eine automatisierte Massenproduktion von Gütern, wodurch sich ebenfalls nachhaltige Reduzierungen der Beschaffungskosten realisieren lassen (vgl. [Be07], S. 66 ff.; [TW09], S. 55 ff.).

Neben den stagnierenden Absatzzahlen in den Kernmärkten gibt es aber auch gegenläufige Tendenzen in einigen Schwellenländern, den sogenannten BRICS-Märkten³, sowie in den Ländern der „Next Eleven“⁴, in denen ein kontinuierlicher Anstieg der Nachfrage zu erkennen ist (vgl. [Ji07], S. 161 ff.; [Be10], S. 121; [Bi11], S. 224; [NSH12], S. 107 ff.). Eine Versorgung dieser aufstrebenden Märkte durch die etablierten Standorte ist allerdings teilweise nicht möglich, da hohe Einfuhrzölle und Forderungen nach lokaler Wertschöpfung (Local Content⁵)

¹ OEM wird in dieser Arbeit als Synonym für Automobilhersteller verwendet werden.

² Global Sourcing ist eine strategische und systematische Ausdehnung der Beschaffung auf weltweite Beschaffungsquellen (vgl. [Kl10], S. 121 ff.).

³ Der Begriff BRICS-Märkte bezeichnet die Märkte Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika.

⁴ Nach O'Neill sind dies folgende Staaten: Bangladesch, Ägypten, Indonesien, Iran, Südkorea, Mexiko, Nigeria, Pakistan, die Philippinen, die Türkei und Vietnam (vgl. [Ji07], S. 131).

⁵ Local Content ist eine Regelung, die vorgibt, dass ein definierter Teil der Wertschöpfung in dem jeweiligen Land erfolgen muss (vgl. [KO09], S. 271).

die Einfuhr von Neufahrzeugen unrentabel machen (vgl. [GH07], S. 157; [Gö09], S. 215 ff.; [Ha11], S. 29 ff.). Die Vorgaben in Bezug auf die Maßgabe des Local Content sind schwer einzuhalten, da einige Lieferanten über spezielles Know-how verfügen und deswegen ein Lieferantenwechsel zu einem lokalen Lieferanten mit sehr hohen Kosten (verursacht durch einen lokalen Lieferantenaufbau und eine lokale Lieferantenqualifizierung) verbunden wäre, sodass eine Versorgung aus dem bestehenden Produktionsverbund der etablierten Lieferanten favorisiert wird (vgl. [MPS07], S. 561). Dennoch kann eine vollständige Versorgung der neuen Produktionsstandorte aus den jeweiligen lokalen Märkten nicht oder nur sehr schwer erreicht werden.

Das Streben nach Kosteneinsparungen durch Global Sourcing auf der einen Seite und die Versorgung dieser neuen Produktionsstandorte auf der anderen Seite führen zu einer zunehmenden Internationalisierung der Produktions- und Liefernetzwerke. Beschaffung findet nunmehr global statt. Die Konsequenz ist eine Zunahme der Transportdistanzen, was sich auf die Transportkosten und, wie HOCHSCHULZ ausführt, auch auf die Transportzeiten auswirkt (vgl. [HL15], S. 54). Die Kosten für eine globale Beschaffung setzen sich aus dem Beschaffungspreis und den Beschaffungsnebenkosten zusammen. Dabei schlagen sich im Beschaffungspreis die Aufwendungen der Lieferanten nieder, wozu Löhne, Gehälter und Produktionskosten zählen. Letztendlich ergibt sich hieraus der Güterpreis am Markt. Die Beschaffungsnebenkosten entsprechen den Transportkosten, deren Höhe von den jeweiligen Fracht- und Verwaltungskosten sowie von Versicherungsbeiträgen beeinflusst wird (vgl. [Sp14], S. 414). Bei einer globalen Beschaffungsstrategie ist es das Ziel den Beschaffungspreis zu minimieren, indem Regionen mit niedrigen Lohn- und Gehaltsstrukturen sowie geringen Produktionskosten für die Beschaffung gewählt werden. Das Resultat sind aber oftmals größere Transportdistanzen, was aufgrund von höheren Frachtkosten auch einen Anstieg der Beschaffungsnebenkosten mit sich bringt (vgl. [Kl10], S. 143). Hieraus ergibt sich, dass Kostenvorteile durch Global Sourcing mit zwei Lösungsansätzen erzielt werden können. Der erste besteht darin, dass die Beschaffungspreise so weit minimiert werden, dass der Anstieg der Beschaffungsnebenkosten kompensiert werden kann. Der zweite Ansatz sieht vor, dass der Anstieg der Beschaffungsnebenkosten so weit gebremst wird, dass sich Kostenvorteile ergeben. In der Praxis ist immer eine Kombination aus beiden Ansätzen vorhanden, woraus ersichtlich wird, dass Global Sourcing nur dann erfolgreich sein kann, wenn auch das Transportmanagement entsprechend ausgelegt wird. Dies gilt insbesondere für Engpassfälle, da hierbei Sondertransporte mit deutlich höheren Kosten notwendig werden (vgl. [Sc08c], S. 267).

Damit aus einer globalen Beschaffungsstrategie Kostenvorteile erzielt werden können, sind die OEMs dazu angehalten ein effizientes Transportmanagement zu etablieren, das kostengünstige Transporte ermöglicht. Hierfür werden in der Automobilindustrie Seefrachten forciert (vgl. [FK07], S. 32). Damit Seefrachten effizient genutzt werden können, ist vor allem eine Auslastungsoptimierung der Transporthilfsmittel erforderlich, in diesem Fall von Hoch-

seecontainern. Dies kann durch das Zusammenführen von Materialströmen unterschiedlicher Lieferanten einer Region an einem zentralen Punkt erzielt werden. Dieser Prozessschritt, also die Bündelung von Materialien an einem Konsolidierungspunkt, ist in einer globalen Lieferkette, wie aus Abbildung 1-1 ersichtlich wird, ein Prozessschritt zwischen dem Vorlauf und dem Hauptlauf.

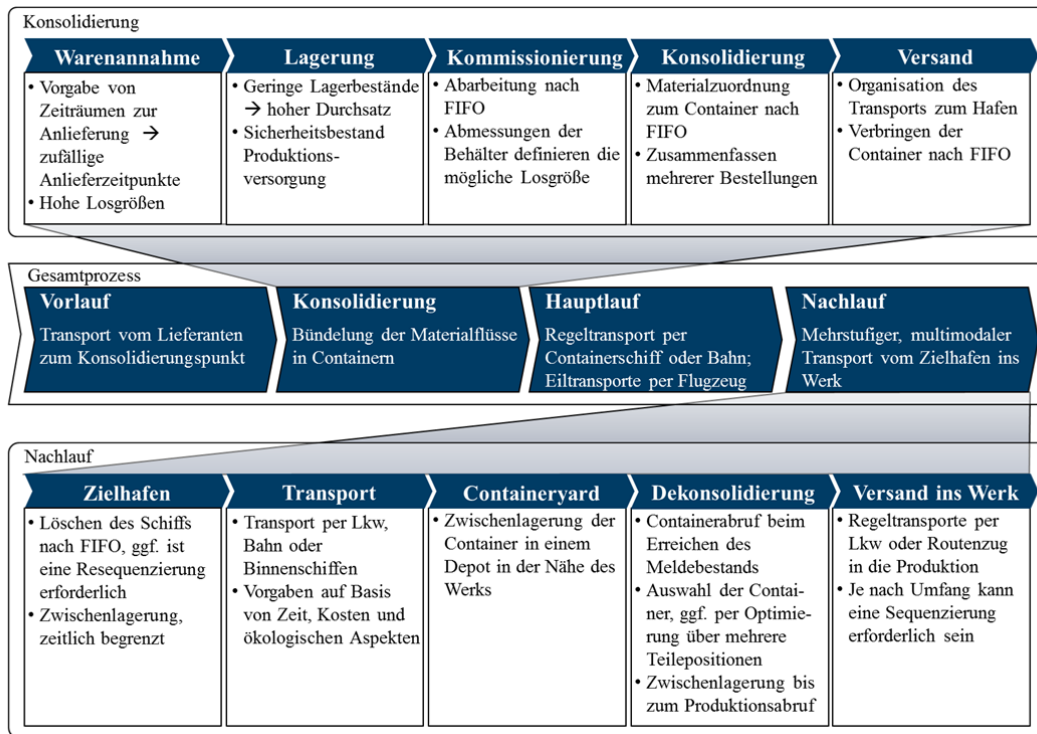


Abbildung 1-1: Prozesse und Prozessbedingungen einer globalen Lieferkette

Diese Lieferketten, mit ihrem Optimierungsbedarf hinsichtlich der Materialsteuerung und der Auslastung der Transportmittel, sind der zentrale Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit. Diese Lieferketten sind durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

Sie besitzen einen Vorlauf, einen Konsolidierungspunkt, einen Hauptlauf (Transport per Containerschiff) sowie einen Nachlauf. Des Weiteren wirken aufgrund der großen Distanzen und der hohen Durchlaufzeiten des Materials bei der Steuerung unterschiedliche Mechanismen bzw. kommen verschiedene Prinzipien zum Einsatz. Bei diesen Steuerungsmechanismen handelt es sich um das Push-Prinzip⁶ und das Pull-Prinzip⁷. Das Push-Prinzip findet im Vorlauf und im Konsolidierungspunkt Anwendung, das Pull-Prinzip hingegen im Nachlauf. Aus der Anwendung dieser beiden Steuerungsmechanismen ergeben sich unterschiedliche Zielsetzungen und es kommt zu Wechselwirkungen, die einer optimalen Gestaltung der Lieferkette im

⁶ Beim Push-Prinzip wird Material auf der Basis von Bedarfsvorschauzahlen produziert, abgerufen und versendet.

⁷ Beim Pull-Prinzip wird Material auf der Basis von realen Bedarfszahlen produziert, abgerufen und versendet.

Weg stehen. Um dies zu verdeutlichen, folgt eine kurze Beschreibung der Prozesse ab dem Konsolidierungspunkt, ebenso wird der daraus resultierende Handlungsbedarf skizziert. Im weiteren Verlauf der Arbeit erfolgt dann eine detailliertere Beschreibung und Erläuterung dieser Sachverhalte.

Der Prozessschritt der Konsolidierung bietet aus Sicht des Transportmanagements einige Vorteile, die den Nachteil eines zusätzlichen Umschlags kompensieren. Als Vorteil ist anzuführen, dass durch die gebündelten Transportvolumina der einzelnen Lieferanten günstigere Frachtkonditionen ausgehandelt werden können. Dies liegt an dem steten Materialdurchsatz sowie an der besseren Planbarkeit von Transporten und Ressourcen, wie z.B. Arbeitsmittel, Personal oder Fläche (vgl. [St05], S. 125). Darüber hinaus muss das Material oftmals speziell für den Hochseetransport verpackt werden, wodurch Transportschäden (z.B. durch Korrosion) minimiert werden sollen. Bei diesem Handlungsschritt kann ein Umpacken in transportmitteloptimierte Verpackungen vorgenommen werden. Diese Optimierung zielt zum einen auf den Schutz des Materials ab und zum anderen kann die Auslastung der Transporthilfsmittel, wie beispielsweise Container, verbessert werden. Des Weiteren werden, wie es ebenfalls aus Abbildung 1-1 hervorgeht, weitere Optimierungsmaßnahmen ergriffen, um die Kosten für solch eine Konsolidierung zu senken. Dazu zählen feste Bestelllosgrößen für den OEM, die Zusammenfassung mehrerer Kundenbestellungen sowie Bestandsreduzierungsmaßnahmen. Bei der Bestellkostenoptimierung werden möglichst große Lose angestrebt, damit die bestellfixen Kosten geringer ins Gewicht fallen. Oftmals weisen diese Konsolidierungsbetriebe für die Bestellrhythmen eine Wochensichtweise auf, da die Hochseecontainerschiffe der Reedereien einem wöchentlichen Fahrplan unterliegen. Neben diesen Aspekten wird durch eine möglichst einfache Steuerung ebenfalls eine Kostenminimierung forciert. Deswegen wird hier häufig nach dem FIFO-Prinzip⁸ gesteuert. Hieraus, in Verbindung mit den Optimierungsmaßnahmen, resultiert eine zufällige Materialzusammenstellung für die Container. Dies wird durch das übergeordnete Push-Steuerungsprinzip des Logistiknetzwerks noch zusätzlich verstärkt und hat im späteren Verlauf des Materialflusses, insbesondere im Nachlauf, negative Auswirkungen. An dieser Stelle kann für die Konsolidierung im Allgemeinen festgehalten werden, dass trotz späterer negativer Auswirkungen im Nachlauf die Transportkosten minimiert werden können (vgl. [Kl05], S. 90).

Eine Zusammenfassung des Materials in einem Container bedingt im weiteren Materialfluss eine Dekonsolidierung, damit das Material für die Produktion im definierten Produktionsabschnitt sortenrein zur Verfügung gestellt werden kann. Diese Dekonsolidierung findet im Bereich des Nachlaufs einer globalen Lieferkette statt (siehe Abbildung 1-1). Die Dekonsolidie-

⁸ FIFO steht für ‚First In – First Out‘ und ist ein Steuerungsprinzip, bei dem Aufträge nach der Ankunftsreihenfolge abgearbeitet werden (vgl. [Lö08], S. 445).

rung muss in einem Verteilzentrum erfolgen, da die zur Verfügung stehende Fläche im Produktionsbereich, bedingt durch die Variantenvielfalt und durch Lean-Production-Konzepte, sehr eingeschränkt ist. Der Nachlauf wird anders als der Konsolidierungsbereich nach dem Pull-Prinzip gesteuert. Das bedeutet, dass ein Materialabruf einer Lieferkettenstufe an die vorgelagerte Stufe erfolgt, wenn der Meldebestand erreicht wird. Daraus folgt für die Planung, dass sich ein definierter und kontinuierlicher Containerdurchsatz und damit auch Materialdurchsatz ergibt, der die Ressourcenausstattung der einzelnen Stufen bestimmt. Aufgrund der zuvor beschriebenen zufälligen Materialzusammenstellung wird jedoch die Planbarkeit für die Containerentladungen eingeschränkt. Begründet ist diese Einschränkung in der schwankenden Anzahl an Containern, die entladen werden müssen. Hierbei kommt es zu Leerlaufphasen und zu Lastspitzen. Als Folge der geringeren Planbarkeit im Nachlauf müssen zusätzliche Ressourcen für die Lastspitzen eingeplant werden, was sich für die Akteure in erhöhten Kosten im Nachlauf niederschlägt.

Als Quintessenz kann konstatiert werden, dass es aufgrund der Optimierungsbestrebungen des Konsolidierers in einer globalen Lieferkette zu einer zufälligen Materialzusammenstellung für Container kommt. Diese Optimierungen können lediglich ein Optimum für den Konsolidierungsbetreiber darstellen. Der Grund hierfür liegt in einer Vernachlässigung der Wechselwirkungen auf die gesamte Lieferkette. Insbesondere in dem Prozessschritt der Dekonsolidierung im Nachlauf entstehen Belastungen. Dementsprechend ist eine globale Optimierung erforderlich, die eine Materialsteuerung ermöglicht, die genau diese Wechselwirkungen minimiert oder gänzlich kompensiert. Dieser Materialsteuerungsansatz muss hierfür die Zielsetzungen sowohl des Konsolidierers als auch die des OEM berücksichtigen, damit eine günstige Betriebssituation aller Beteiligten der Lieferkette erzielt und somit die Supply-Chain-Performance verbessert werden kann. Derzeit fehlt es an Regel- und Steuerungskonzepten, die einen wie von DICKMANN geforderten kostenoptimalen, kontinuierlichen und ruhigen Materialfluss ermöglichen (vgl. [Di09], S. 142). Das Ziel dieser Arbeit ist es ein solches Konzept aufzustellen.

1.2 ZIELSETZUNG

Aus der Problemstellung heraus ergibt sich für diese Dissertation als übergeordnetes Ziel die Entwicklung einer Materialsteuerungsmethodik, die in globalen container-basierten beschaffungslogistischen Netzwerken zu einer Verbesserung der Performance führt. Dafür wird auf drei Ebenen vorgegangen. Die erste ist die übergeordnete kollaborative Steuerungsebene für einen bedarfsgerechten Materialfluss in globalen container-basierten Logistiknetzwerken. Die zweite Ebene stellt die Entwicklung und Adaption der Methoden dar. Die dritte Ebene ist die Umsetzung der Methoden in ein logistisches Assistenzsystem. Die einzelnen Ebenen sollen nachfolgend konkret ausgeführt werden.

Kollaborative Steuerungsebene

Im Unterkapitel 1.1 wurde erläutert, dass für ein effizientes Transportmanagement in globalen Logistiknetzwerken eine Bündelung der Materialien erforderlich ist. Es wurden (teilweise) unterschiedliche Zielsetzungen und Herausforderungen festgestellt, aus denen sich konträre Optimierungsbestrebungen ergeben. Die Aufgabe für diese Ebene besteht in der Ausarbeitung eines Konzepts für die Steuerung eines Soll-Prozesses. Hierbei müssen die Zielsetzungen bei geringen Beständen sowohl im Konsolidierungsbetrieb als auch im Nachlauf berücksichtigt und durch den Soll-Prozess unterstützt werden. In diesem Zusammenhang muss im Sinne der angestrebten besseren Planbarkeit von Ressourcen innerhalb der Dekonsolidierungsstufe eine Stabilisierung der Durchlaufzeiten im Nachlauf erreicht werden. Des Weiteren müssen Pull-Ansätze als auch Push-Ansätze in die Materialsteuerung integrierbar sein, da die verschiedenen Abschnitte eines globalen Logistiknetzwerks durch diese beiden Materialsteuerungsansätze geprägt sind. Als weitere Anforderung ergibt sich ein einfaches operatives Steuerungskonzept, das eine bedarfsgerechte Versorgung mit Containern ermöglicht. In der Literatur gibt es hierzu qualitative Empfehlungen, die eine Separierung des Materialflusses nahelegen. Insgesamt müssen diese verschiedenen Aspekte in geeigneter Form zusammengefügt werden und es muss eine Vorabbewertung der Methodik möglich sein. Das bedeutet, dass die Auswirkungen auf das globale beschaffungslogistische Netzwerk simulativ evaluierbar sein müssen. Dabei muss ein solcher Steuerungsansatz, der die zuvor beschriebenen Anforderungen erfüllt, in die bestehenden Strukturen integrierbar sein. Dies stellt insbesondere für den Konsolidierungsbetrieb eine wichtige Anforderung dar, da ansonsten aufwendige und kostenintensive Anpassungen erforderlich wären. Des Weiteren ist eine Integration in die bestehenden Strukturen notwendig, da die Netzwerkgestaltung als fester Bezugsrahmen betrachtet wird. Trotzdem besteht das Ziel in diesem Zusammenhang darin die Rahmenbedingungen für den Soll-Prozess, der eine Materialsteuerung auf der Basis von Materialgruppen ermöglicht, zu beschreiben und zu definieren.

Methodenadaption und -entwicklung

Aus diesen Anforderungen ergibt sich, dass folgende Aspekte verstärkt berücksichtigt werden müssen: Zum einen die Materialgruppierung und zum anderen die Containerbeladung, die aus den Materialgruppen resultiert. Aus den bestehenden Unternehmensstammdaten für die Materialien, wie beispielsweise die Losgröße oder das Gewicht, muss ein Algorithmus entwickelt werden, der eine nachvollziehbare und systematische Zuordnung von Materialien zu Materialgruppen ermöglicht. In Kombination mit den Behälter- und Containerdaten muss in Verbindung mit den prognostizierten Transportvolumina und Materialgruppen simulativ eine Containerbeladung entwickelt werden, die eine Maximierung der Auslastung ermöglicht. Die Summe aus den Transportdaten (Transportvolumina und -mengen sowie Containerzusammenstellungen) stellt die Grundlage für ein Simulationsszenario dar und bildet den Input für das zu konzipierende Bewertungsverfahren. Die Ergebnisse innerhalb der kollaborativen

Steuerungsebene (geringe Bestände, konstante Durchlaufzeiten) gilt es mit diesem Bewertungsverfahren messbar und somit bewertbar zu machen.

Logistisches Assistenzsystem zur Materialsteuerung

Die Anpassung der Methoden und Verfahren zeigt bereits, dass es sich um einen komplexen Sachverhalt handelt. Verschärft wird dies durch die sich kontinuierlich verändernden Umwelt- und Rahmenbedingungen, an die sich die zu entwickelnde Methodik flexibel anpassen muss. Vor dem Hintergrund eines komplexen Netzwerks, einer hohen Teileanzahl und einer großen Anzahl an Informationsflüssen muss die Methodik trotzdem handhabbar sein. Eine Lösung bieten logistische Assistenzsysteme (LAS)⁹. Die Zielsetzung dieser Dissertation besteht in der Erarbeitung eines Fachkonzepts für ein solches LAS. Hierfür soll zum einen der benötigte Dateninput aufgezeigt werden. Zum anderen muss in dem Fachkonzept der kollaborative Aspekt Berücksichtigung finden, indem eine Technologieempfehlung ausgesprochen wird. Darüber hinaus muss bei der Entwicklung des Assistenzsystems darauf geachtet werden, dass Technologien eingesetzt werden, die kompatibel mit den unterschiedlichen IT-Rahmenbedingungen der verschiedenen Netzwerkpartner sind. Nur wenn dies berücksichtigt wird, kann eine kostengünstige Anbindung der Partner erfolgen, wodurch erstens allen Beteiligten ein Zugang gewährleistet werden kann und was zweitens die Transparenz dieses Prozesses und somit der kollaborativen Prozessschritte erhöht. Zwar ist mit der zuvor beschriebenen Methodenadaption und -entwicklung die Berechnungslogik bereits erläutert worden, die Bedienung wurde bislang jedoch noch nicht definiert. In diesem Zusammenhang müssen die Funktionen, die ein solches Assistenzsystem besitzen sollte, definiert werden. Dazu zählen sowohl die Übergabe von Steuerungsparametern als auch die Definition von Auswertungsmöglichkeiten zur Maßnahmenableitung. Dies soll auch unter dem Gesichtspunkt der Benutzerfreundlichkeit erfolgen.

1.3 AUFBAU UND STRUKTUR DER ARBEIT

Einen Überblick über die Struktur der Arbeit gibt die Abbildung 1-2 auf der Folgeseite. Mit dem ersten Kapitel wurde bereits die Relevanz einer Materialsteuerung und -optimierung von globalen container-basierten Logistiknetzwerken erörtert. Hierbei wurde ebenfalls der Zielkonflikt zwischen den einzelnen Partnern der Supply Chain verdeutlicht, wegen dem eine ganzheitliche Materialsteuerungsmethodik erarbeitet werden muss. Darüber hinaus wurde grob auf die Anforderungen eingegangen und die Zielsetzung festgelegt.

Eine umfassende Beschreibung des Untersuchungsgegenstands erfolgt in Kapitel zwei. Hierfür werden zunächst die logistischen Konzepte und Methoden eines globalen beschaffungslo-

⁹ Logistische Assistenzsysteme sind entwickelt worden, um durch transparente Liefernetzwerkinformationen dem logistischen Planer eine Unterstützung zu bieten (vgl. [HT11], S. 303 ff.) und werden in Abschnitt 3.2.3 detailliert beschrieben.

gistischen Netzwerks beschrieben, die für diese Arbeit relevant sind. Dies beinhaltet zum einen eine Eingrenzung des Netzwerktyps (container-basiert, global und antizipativ) und zum anderen der entsprechenden Transportkonzepte und Prozesse. In einem separaten Unterkapitel wird der Zielkonflikt eines solchen Netzwerks dann wieder aufgegriffen. Seinen Abschluss findet das Kapitel, indem zusammenfassend der resultierende Handlungsbedarf aufgezeigt wird.

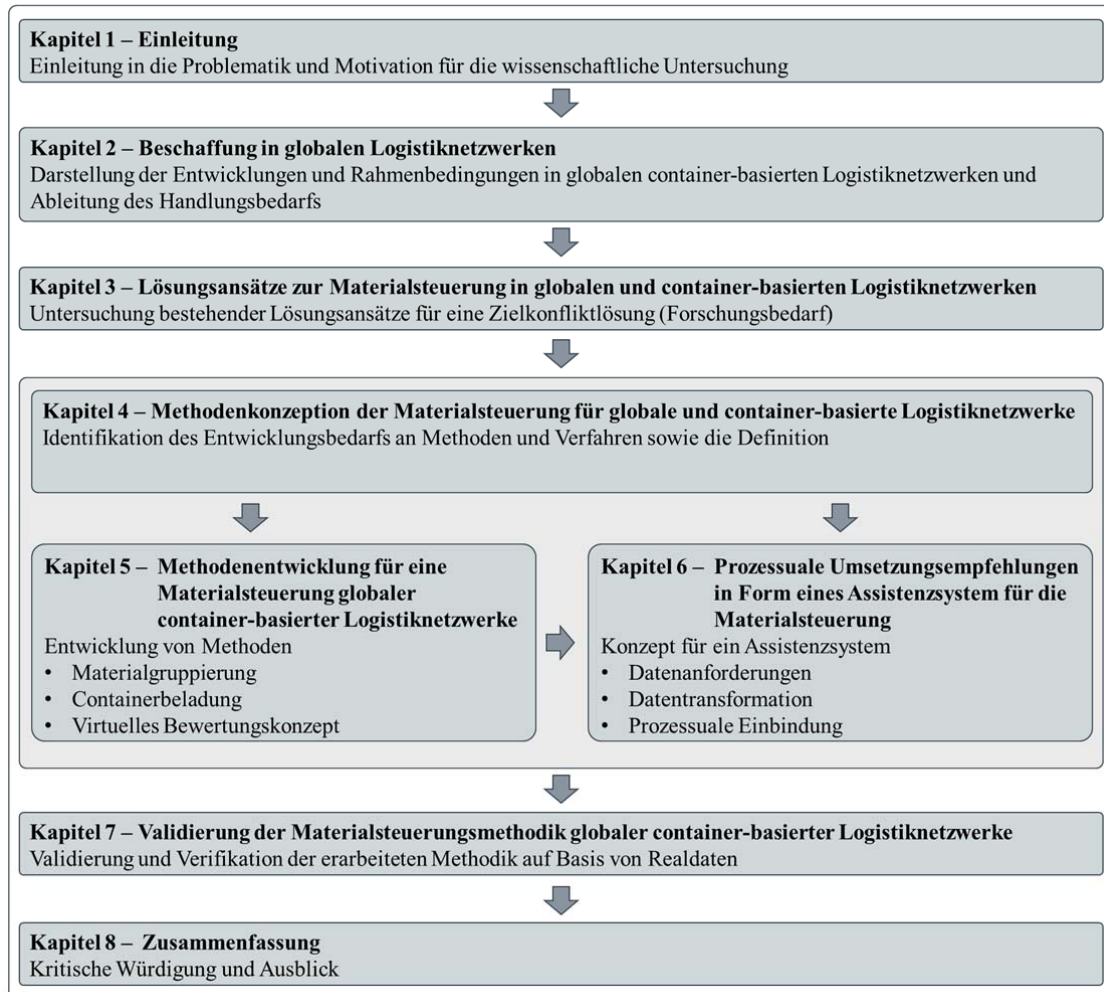


Abbildung 1-2: Kapitelstruktur und Aufbau der Arbeit

Mit dem dritten Kapitel wird erörtert, inwieweit der aktuelle Stand der Technik den Zielkonflikt aufzulösen vermag. Dafür werden zunächst die Anforderungen aus dem Unterkapitel 1.2 konkreter erläutert, um eine Bewertung der verschiedenen wissenschaftlichen Methoden, Verfahren und Konzepte vornehmen zu können. Zu den Verfahren, die in Betracht gezogen werden müssen, zählen bedarfsgerechte Versorgungsmethoden, Containerbeladungsmethoden sowie logistische Bewertungsansätze. In einem Fazit wird der herausgearbeitete Forschungsbedarf aufgezeigt.

Wie die Abbildung 1-2 verdeutlicht, stellen die Kapitel vier, fünf und sechs den Kern der Arbeit dar. Sie dienen der Beantwortung der Forschungsfragen. Auf Basis der zuvor gewonnenen Erkenntnisse wird mit Kapitel vier eine Beschreibung der Rahmenbedingung für die Methodik vorgenommen und das Konzept beschrieben. Dafür wird auf die aktuellen Prozesse eines solchen Liefernetzwerks eingegangen und aufgezeigt, wie Materialgruppen zur Steuerung integriert werden können. Des Weiteren wird im Rahmen dieses Kapitels vorgestellt, zu welchen Zeitpunkten eine Anpassung der Materialgruppen erforderlich ist sowie welche Eigenschaften für deren Erstellung herangezogen werden können. Ebenfalls wird aufgezeigt, wie die Bewertung von Materialgruppen für den Steuerungsansatz erfolgen sollte. Hieraus werden die Anpassungsbedarfe an die verschiedenen Methoden, die in geeigneter Weise verknüpft werden, erarbeitet und hergeleitet.

Mit Kapitel fünf wird der Anpassungsbedarf aufgegriffen und es erfolgt eine Methodenentwicklung für die verschiedenen Anforderungen. Dies sieht die Entwicklung einer Methode zur Materialgruppierung vor, um ein Steuerungskriterium im Konsolidierungszentrum vorgeben zu können. Um den Anforderungen einer effektiven Materialbündelung gerecht zu werden, ist es erforderlich einen Containerbeladungsalgorithmus in der Form zu adaptieren, dass eine simulative Beladung mit den neu generierten Materialgruppen möglich ist. Damit eine Bewertung der Methodik erfolgen kann, wird ein Simulationsmodell mit einer geeigneten Simulationssoftware erstellt.

Die Materialgruppierungs- und die Containerbeladungsmethode in Verbindung mit der simulativen Bewertung stellen die Kernelemente der Methodik dar und sind aufgrund der Komplexität in ein LAS zu übertragen. Die Voraussetzungen und die Konzeption eines solchen Assistenzsystems ist der Gegenstand von Kapitel sechs. Hierbei wird die technische Struktur des Systems und die adäquate Beteiligung der Supply-Chain-Partner am Planungs- und Steuerungsprozess erörtert. Neben den technischen Aspekten erfolgt auch eine Empfehlung für die Visualisierung der zuvor entwickelten Methoden.

Eine Validierung der Methodik und des aufgezeigten logistischen Assistenzsystems wird in Kapitel sieben vorgenommen. Zum einen werden unterschiedliche Kriterien zur Materialgruppierung herangezogen und untersucht, zum anderen werden Rahmenbedingungen wie das Produktionsvolumen, der Vorgriff von Material sowie die Anzahl von Materialgruppen analysiert.

Ein Resümee der Arbeit findet sich schließlich in Kapitel acht, in dem die Arbeit allgemein und speziell die Ergebnisse zusammengefasst und einer kritischen Würdigung unterzogen werden. Darüber hinaus wird im Rahmen dieses Kapitels ein Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf gegeben.