

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund des hohen Build-to-Order-Anteils in Europa ist die Aufgabe des Automobilherstellers, dem Kunden sein individuell spezifiziertes Fahrzeug möglichst schnell, pünktlich und zu niedrigen Kosten zur Verfügung zu stellen (vgl. /ENH06/). Dieses Ziel stellt hohe Anforderungen an den Auftragsabwicklungsprozess¹, der bei der Bestellung beginnt und mit der Auslieferung des Fahrzeugs beim Kunden² endet. Die Logistik ist dabei ein entscheidender Erfolgsfaktor, da sie sowohl Einfluss auf die Prozesskosten, als auch auf die Lieferzeit und Liefertreue gegenüber dem Kunden hat (vgl. /WIPE92/). Es ist die Aufgabe der Logistik, den Auftragsabwicklungsprozess des Herstellers wettbewerbsfähig zu gestalten, wobei die Anforderungen an den Prozess enorm steigen.

Viele Hersteller (z.B. Volkswagen und AUDI) setzen auf Expansionsstrategien. Es werden immer mehr Fahrzeuge in den Werken produziert, die mit den existierenden Ressourcen distribuiert werden sollen. So plant die Marke Volkswagen im Jahr 2018 weltweit 6,6 Mio. Fahrzeuge zu verkaufen (vgl. /HB07/), eine Steigerung der Jahresmenge von 2009 um 75 %.

Neben diesen wirtschaftsgetriebenen Strategien entwickeln sich auch völlig neue Herausforderungen, z. B. hinsichtlich einer nachhaltigen Logistik. So hat die Europäische Union beschlossen, dass im Verkehrssektor bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen, von denen ca. 86 % auf CO₂ entfallen (vgl. /UBA09/), um 10 % im Vergleich zum Jahr 2005 reduziert werden sollen (vgl. /BMU09/). Es gilt Wege zu finden, wie Transporte umweltfreundlich durchgeführt werden können und wie die Logistik in der Automobilindustrie ihren Beitrag dazu leisten kann. Eine Möglichkeit stellt dabei eine stärkere Nutzung des Verkehrsträgers Schiene und damit einhergehend eine Verlagerung von Transporten vom Lkw auf die Bahn dar.

Dieser Wandel darf auf der anderen Seite nicht mit steigenden Kosten für die Logistik verbunden sein. Der Kostendruck in den Unternehmen ist hoch und im Rahmen von kontinuierlichen Verbesserungsprozessen (KVP) müssen die Abläufe immer kostengünstiger gestaltet werden. Es gilt das Spannungsfeld von besserer Leistung, niedrigeren Kosten und einer hohen Nachhaltigkeit der Prozesse zu beherrschen und dabei möglichst alle Ziele zu erfüllen.

Dafür sind neue Ansätze in der Prozessgestaltung der Logistik der Automobilindustrie notwendig. Einer dieser Ansätze wurde im Jahr 2006 formuliert und ist ein vielversprechender Weg, um die Prozesse der Logistik in der Automobilindustrie weiter zu verbessern. Für diesen Ansatz wurde das Forschungsprojekt InTerTrans³ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technik initiiert und ein Forschungskonsortium, bestehend aus dem Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik, der TU Wien, der 4flow AG, der DB Schenker AG und der Volkswagen AG, mit der Bearbeitung beauftragt. Die vorlie-

¹ Der Terminus Auftragsabwicklungsprozess wird in Abschnitt 2.2 definiert.

² Kunde ist in diesem Fall sowohl der Endkunde, als auch der Importeur oder Händler.

³ Integrierte Terminierung und Transportplanung für komplexe Wertschöpfungsstrukturen

gende Arbeit ist im Rahmen dieses Forschungsprojekts bei der Volkswagen AG entstanden.

Die Idee des erwähnten Ansatzes besteht darin, ein Prinzip der Logistikplanung in der Automobilindustrie umzudrehen. Der heutige Ausgangspunkt einer Logistikplanung ist die Analyse der vorgegebenen Systemlast⁴. Sie stellt die bis jetzt unveränderliche Rahmenbedingung dar, auf die sich die gesamte Planung ausrichten muss (vgl. /KUSB07/). Die Systemlast der Logistik wird weitgehend durch das Produktionsprogramm vorbestimmt. Die Idee des neuen Ansatzes ist, das Produktionsprogramm und damit die Systemlast im Sinne der Logistik zu beeinflussen.

Die Produktionsprogramme entstehen grundsätzlich ohne Berücksichtigung von Restriktionen aus der Logistik. Die Produktionsreihenfolge wird hauptsächlich über die Minimierung der sogenannten Taktverlustzeiten⁵ in der Montage bestimmt. Die dadurch entstehenden Systemlasten für die Distributionslogistik erzeugen stark schwankende Ressourcenbedarfe. Auf diese Schwankungen ist die Logistik heute eingestellt. Dazu werden die Prozesse mit hohen Sicherheiten ausgestattet, die sich z. B. auf Bestände, Flächenbedarfe und Mitarbeiterzahlen negativ auswirken. Hier gibt es diverse Optimierungschancen, z.B. dadurch, dass das Produktionsprogramm, bzw. die Reihenfolge der zu montierenden Fahrzeuge (Aufträge) so verändert werden, dass in einem vorgegebenen Zeitraum Fahrzeuge mit den gleichen Distributionszielen (Relationen) produziert werden (Pulks). Ein solcher Einfluss aus der Distribution würde von der Produktion natürlich nur dann akzeptiert werden können, wenn die Taktverlustzeiten nicht nennenswert erhöht würden, also die Produktivität (Durchsatz) unangetastet bliebe.

Ein Effizienzgewinn in der Distribution (kürzere Durchlaufzeiten, verbesserter Ressourceneinsatz) darf nicht zu Lasten der Produktion (Rohbau, Lack, Montage) oder auch der Beschaffungsprozesse erfolgen. Es bedarf eines ganzheitlichen Nachweises der zu erzielenden Effekte und deren Quantifizierung.

Der verfolgte Ansatz besteht in der Umkehrung eines bisher unumstößlichen Prinzips. Das Produktionsprogramm wird nicht mehr als gegebene Eingangsgröße betrachtet, sondern ist Gegenstand der Veränderung und kann in den beschriebenen Grenzen zum Nutzen der logistischen Prozesse angepasst werden. Die Anpassung kann in verschiedenen Formen erfolgen, etwa in einer gleichmäßigen Verteilung (Glättung) oder einer Bündelung von ausgewählten Aufträgen einer Produktionsperiode (Tagesscheibe) oder auch darüber hinaus.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit liegt darin, für die Distributionslogistik den Nutzen dieses Ansatzes bewertbar und die Potenziale hinsichtlich Auslastung, Bestand, Durchlaufzeit, Verlässlichkeit, Kosten und Emissionen ermittelbar zu machen. Das Beispiel

⁴ Die Systemlast ist definiert als die Transformationsleistung, die das System an Leistungsobjekten pro Periode erbringen muss (vgl. /KUSB07/). Die physischen Leistungsobjekte der Logistik der Automobilindustrie sind z.B. Kaufteile und Fahrzeuge.

⁵ Taktverlustzeiten entstehen, wenn Fahrzeuge in den Montageabschnitten (Takte) unterschiedliche Bearbeitungszeiten erfordern. Eine Reihenfolgeplanung kann die Wartezeiten aufgrund unterschiedlicher Arbeitsinhalte minimieren.

Distribution⁶ wird ausgewählt, da schwankende Produktionsvolumina pro Relation ein in der Praxis erkanntes Hauptproblem der Distribution der Automobilindustrie darstellen. Vor dem Hintergrund der Distributionslogistik wird im folgenden Abschnitt die Problemstellung der Ausgangssituation und die Zielsetzung der Arbeit beschrieben.

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

In der betrieblichen Praxis findet die Distribution in der Programmplanung der Automobilhersteller keine Berücksichtigung, wodurch die Produktionsreihenfolge in Bezug auf die Distribution zufällig ist und so Schwankungen auf den einzelnen Transportrelationen entstehen, deren Auswirkungen im Folgenden erläutert werden.

Das Produktionsvolumen eines Werkes ist pro Periode konstant. Aus jedem Werk wird jedoch eine Vielzahl von Transportzielen mit Fahrzeugen versorgt. Da die Volumina pro Ziel nicht aktiv gesteuert werden, schwanken diese von Periode zu Periode. Es kommt in einzelnen Perioden zu Transportbedarfsspitzen, die die Kapazitäten der Logistikdienstleister (LDL) überschreiten und damit längere Durchlaufzeiten bzw. hohe Sondertransportkosten verursachen. Darüber hinaus entsprechen oftmals die realisierten Produktionsmengen pro Periode nicht den geplanten Mengen, was dazu führt, dass eine hohe Unsicherheit über zukünftige Transportvolumina in den Distributionsprozessen besteht und Logistikdienstleistern keine frühzeitige Avisierung von Transportvolumina zur Verfügung gestellt werden kann. Die Beauftragung des Spediteurs erfolgt erst dann, wenn die Ladung physisch im Werk zusammengestellt worden ist, was zu erhöhten Durchlaufzeiten, Beständen und Kosten führt. Der in dieser Arbeit verfolgte Ansatz zur Verbesserung der Ausgangssituation besteht in einer Anpassung des Produktionsprogramms im Sinne der Distribution. Diese kann beispielsweise durch eine Glättung von Produktionsvolumina pro Relation erfolgen, so dass keine Transportbedarfsspitzen entstehen. Durch eine Bündelung der Produktionszeitpunkte für Fahrzeuge eines Transportziels kann ein verstärkter Einsatz des Verkehrsträgers Schiene erreicht werden, da in kurzer Zeit große Ladungen für Züge gebildet werden können. Darüber hinaus können durch eine schnelle Ladungszusammenstellung Transportziele direkt angefahren werden und so eine Konsolidierung über Umschlagpunkte entfallen, was zu niedrigeren Kosten führt.

Um eine Berücksichtigung der Distribution im Produktionsprogramm auszugestalten und zu bewerten, sind eine Reihe von Fragen zu beantworten:

1. Wie kann die Distribution in der Programm- und Reihenfolgeplanung berücksichtigt werden?
2. Welche Maßnahmen in den Distributionsprozessen können durch eine Berücksichtigung umgesetzt werden?
3. Kann die Distribution zusätzlich zu den bestehenden Kriterien in der Programm- und Reihenfolgeplanung berücksichtigt werden?

⁶ Die Distribution bzw. Distributionslogistik der Automobilindustrie ist verantwortlich für die Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse der Fertigfahrzeuge zwischen Werk und Kunde.

4. Welche messbaren Potenziale hinsichtlich Auslastung, Bestand, Durchlaufzeit, Verlässlichkeit, Kosten und Emissionen entstehen durch die Berücksichtigung der Distribution?

Für Entscheider in der Praxis ist vor allem die vierte Frage von hoher Bedeutung, da sie Argumente für eine Umsetzung liefern kann. Gelingt es, durch die Berücksichtigung der Distribution Verkehre auf die Schiene zu verlagern oder Durchlaufzeiten und Kosten zu reduzieren, sind das starke Argumente, die für eine schnelle Umsetzung in der Praxis sprechen.

Zu diesem Zweck soll in der vorliegenden Arbeit eine Bewertbarkeit der möglichen Potenziale der Berücksichtigung der Distribution erreicht werden, was dazu führt, dass die oben genannten Fragestellungen beantwortet werden können. Für eine solche Aufgabe bietet sich die Nutzung eines Modells⁷ an, da ein solches die Möglichkeit bietet, die relevanten Zusammenhänge abzubilden und risikofrei verschiedene Szenarien zu untersuchen, was bei Experimenten in der Praxis nicht möglich ist. Um die Potenziale zu quantifizieren ist es notwendig, die Art und Weise der Anpassung der Produktionsprogramme sowie die daraus resultierenden Prozessänderungen in der Distribution zu definieren, die Distributionsprozesse experimentierbar abzubilden und Kennzahlen zur Bewertung der Potenziale festzulegen. Die Berücksichtigung der Distribution in der Programmplanung wird in Folge als „distributionsorientierte Programm- und Reihenfolgeplanung“ bezeichnet. Die Zielsetzung des Dissertationsvorhabens wird wie folgt zusammengefasst:

„Das Ziel des Dissertationsvorhabens ist es, eine modellbasierte Bewertung von Potenzialen in den Distributionsprozessen der Automobilindustrie hinsichtlich der distributionsorientierten Programm- und Reihenfolgeplanung zu ermöglichen.“

Um diese Zielsetzung zu erreichen, sind folgende drei Forschungsaufgaben zu bearbeiten.

1. Definition von Lösungsprinzipien der distributionsorientierten Programm- und Reihenfolgeplanung

Die Lösungsprinzipien legen fest, wie die Distribution in der Programm- und Reihenfolgeplanung berücksichtigt wird. Dabei werden die Möglichkeiten der Glättung und Bündelung betrachtet. Darüber hinaus wird an definierten Planungs- bzw. Anwendungsfällen, die mögliche Szenarien einer Berücksichtigung der Distribution in der Programm- und Reihenfolgeplanung beschreiben, der Einsatz der Lösungsprinzipien konkretisiert. Eine systematische Ableitung dieser Szenarien ist dazu auszuarbeiten.

2. Entwicklung von Modellierungsbausteinen der Distributionsprozesse

Die Berücksichtigung der Lösungsprinzipien in der Programm- und Reihenfolgeplanung bedingt Veränderungen in den Prozessen der Distribution, die in den abgeleiteten Szenarien beschrieben werden. Um diese Veränderungen bewerten zu können, müssen die relevanten Prozesse modellbasiert abgebildet werden. Diese Abbildung soll im

⁷ Der Terminus Modell wird in Abschnitt 3.1 definiert.

Rahmen von Modellierungsbausteinen erfolgen. Zur Ableitung der relevanten Prozesse und Aspekte werden die definierten Szenarien herangezogen.

3. Entwicklung von Kennzahlen zur Bewertung der Potenziale

Die Veränderungen in der Distribution sollen zu positiven Effekten hinsichtlich Auslastung, Bestand, Durchlaufzeit, Verlässlichkeit, Kosten und Emissionen führen. Zur Bewertung dieser Potenziale sind Kosten- und Leistungskennzahlen zu definieren. Darüber hinaus muss auch die Berücksichtigung der Lösungsprinzipien in der Programm- und Reihenfolgeplanung anhand von Kennzahlen bewertbar sein. Die Kennzahlen dienen dazu, verschiedene modellierte Szenarien zu vergleichen.

1.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Die Arbeit soll anhand von Modellierungsbausteinen die Potenziale distributionsorientierter Programm- und Reihenfolgeplanung hinsichtlich Auslastung, Bestand, Durchlaufzeit, Verlässlichkeit, Kosten und Emissionen bewertbar machen. Die anwendungsorientierte Aufgabenstellung bedarf einer Forschungsmethodik, welche zu einer in der Praxis verwendbaren Lösung führt.

Eine solche Methodik ist der Forschungsprozess angewandter Wissenschaften nach ULRICH (vgl. /ULRI81/). ULRICH definiert darin eine Vorgehensweise zur Erstellung von Modellen und Regeln, die wissenschaftlich begründetes Handeln in der Praxis⁸ ermöglichen.

Ausgangspunkt jeder wissenschaftlichen Erkenntnis sind nach POPPER (vgl. /POPP67/) Probleme. Nach ULRICH wählt der Forscher der angewandten Wissenschaften Probleme aus, für deren Lösung in der Praxis kein befriedigendes Wissen zur Verfügung steht (vgl. /ULRI84/, S. 172–173). Im Kontext dieser Arbeit ist die zentrale Problemstellung die Bewertbarkeit von Potenzialen der distributionsorientierten Programm- und Reihenfolgeplanung. Die bestehende Realität der Praxis ist jedoch nur Ausgangspunkt der Untersuchung. Ziel ist es, auf Basis der existierenden Probleme mögliche zukünftige Realitäten zu untersuchen und zu gestalten (vgl. /ULRI84/, S. 174), wobei die zukünftige Realität in diesem Zusammenhang die Berücksichtigung der Distribution in den Produktionsprogrammen der Automobilhersteller ist.

In dieser Arbeit werden Modellierungsbausteine zur Bewertung von Potenzialen distributionsorientierter Programm- und Reihenfolgeplanung entwickelt, was den Entwurf eines Gestaltungsmodells darstellt (dritte Art von Ergebnissen eines Forschungsprojekts, vgl. /ULRI84/, S. 180). Um dieses Ziel zu erreichen, wurde für die Arbeit folgende Strukturierung vorgenommen.

In Kapitel 2 wird die Ausgangssituation beschrieben und dazu eine Einordnung der Distribution in den Auftragsabwicklungsprozess vorgenommen, der mit Fokus auf die Programm- und Reihenfolgeplanung sowie die Distribution erläutert wird. Abschließend erfolgen eine vertiefte Darstellung der Problemstellung der Arbeit und eine Beschreibung der möglichen Potenziale einer Berücksichtigung der Distribution in der Pro-

⁸ Praxis definiert Ulrich (vgl. /ULRI84/, S. 175) als menschliches Handeln im Rahmen sozialer und natürlicher Systeme (Definition System siehe Abschnitt 3.1).

gramm- und Reihenfolgeplanung. Dieses Kapitel dient nach ULRICH zur Ableitung bzw. Erläuterung der praxisrelevanten Probleme und zur Einführung des Anwendungszusammenhangs der Arbeit (vgl. /ULRI81/).

Kapitel 3 beschreibt problemrelevante Theorien und Verfahren und behandelt den Stand der Forschung. Dazu wird zunächst anhand der Zielsetzung und daraus abgeleiteten Anforderungsgruppen überprüft, ob bereits Modelle zur Bewertung von Potenzialen der distributionsorientierten Programm- und Reihenfolgeplanung existieren. Die Anforderungsgruppen definieren die notwendigen Eigenschaften einer Lösung. Aufbauend auf dieser Prüfung werden die relevanten Forschungsgebiete und -arbeiten zur Entwicklung der Lösung beschrieben. Dazu gehören unterschiedliche Modellierungssprachen zur Abbildung von Prozessen und Simulationswerkzeuge sowie Zielsysteme der Logistik.

Die Anforderungsgruppen werden in Kapitel 4 weiter detailliert und Anforderungen an eine Lösung abgeleitet. Diese dienen dazu, die Modellierungsbausteine, Lösungsprinzipien und Kennzahlen so zu gestalten, dass die Bewertung der Potenziale alle relevanten Aspekte umfasst und in der Praxis verwendbar ist.

In Kapitel 5 werden die Lösungsprinzipien der distributionsorientierten Programm- und Reihenfolgeplanung definiert. Grundlegend kann zwischen Prinzipien der Glättung und der Bündelung von Produktionsvolumina pro Transportziel sowie Prinzipien, die den Informationsfluss betreffen, unterschieden werden. Es werden zu den Lösungsprinzipien Kennzahlen definiert, die bewerten, inwieweit sie in den Produktionsprogrammen berücksichtigt werden können. Mit beispielhaften Planungs- und Anwendungsfällen, die durch die Modellierungsbausteine auf ihre Potenziale hin bewertet werden können, wird die Anwendung der Lösungsprinzipien dargestellt.

Kapitel 6 umfasst die Entwicklung und Umsetzung der Modellierungsbausteine, die der möglichst allgemeingültigen Abbildung der Distributionsprozesse dienen. Die entwickelten Kennzahlen werden eingesetzt, um die Distributionsprozesse in den verschiedenen Szenarien hinsichtlich ihrer Potenziale zu bewerten.

In Kapitel 7 erfolgt die Validierung der verwendeten Simulationsmodelle, indem Experimente mit drei verschiedenen Planungsfällen der distributionsorientierten Programm- und Reihenfolgeplanung durchgeführt und die Plausibilität und Korrektheit der modellierten Prozessläufe nachgewiesen wird.

In der folgenden Abbildung ist die beschriebene Vorgehensweise und Struktur dargestellt.

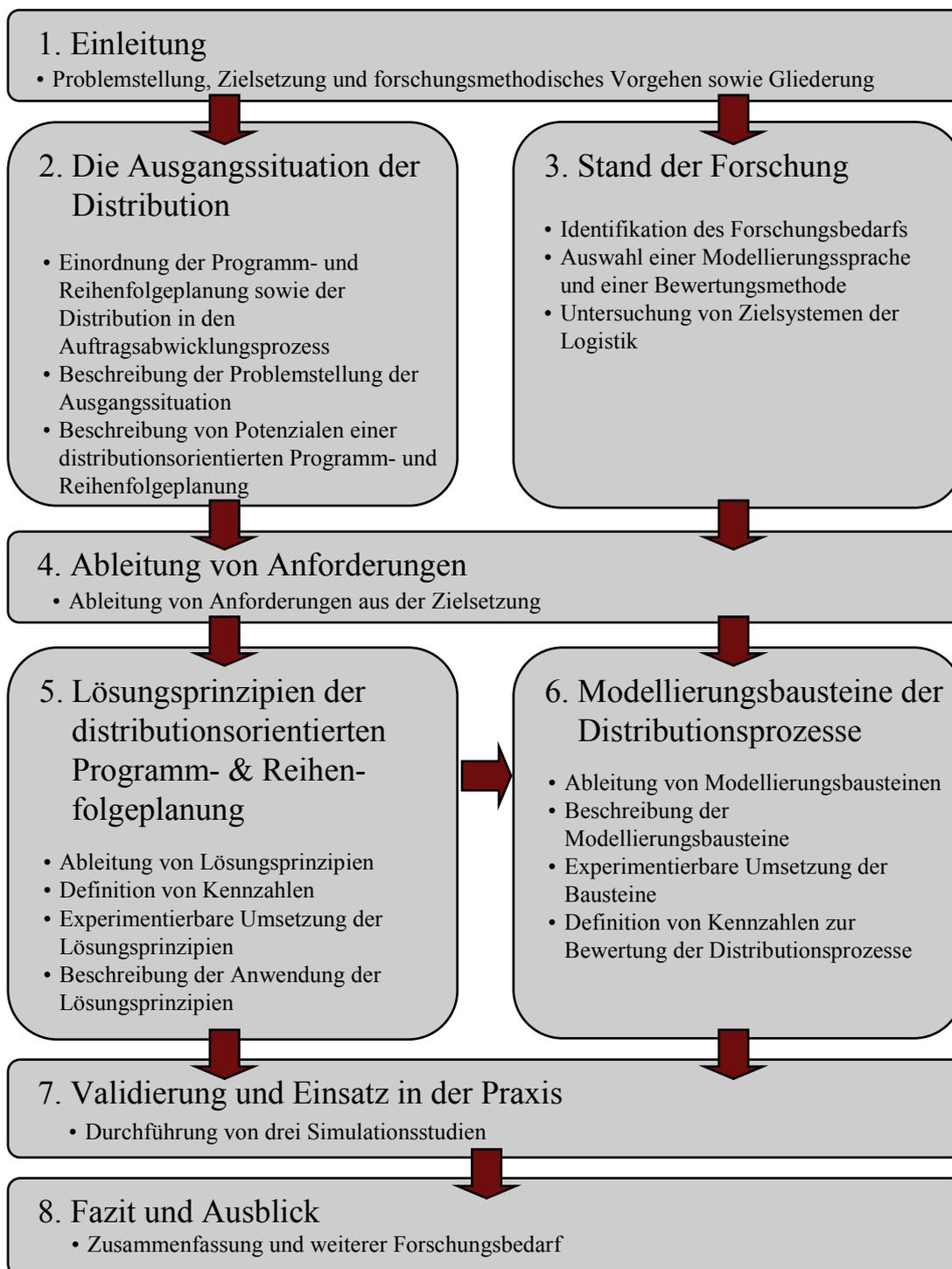


Abbildung 1-1: Kapitelstruktur und Aufbau der Arbeit