



LEUPHANA
UNIVERSITÄT LÜNEBURG

Zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Engineering (B.Eng.)

im Studiengang Ingenieurwissenschaften (Industrie)

an der

Leuphana Universität

Lüneburg

**Modellierung der Wirkung von Verfahren der Produktionsprogrammplanung
auf logistische Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette im Rahmen
des Hannoveraner Lieferkettenmodells**

*Modelling of the effect of production program planning methods on logistical target
of the company's internal supply chain within the Hanoverian Supply Chain Model*

vorgelegt von:

Sara Tunc

E-Mail-Adresse: Sara.Tunc@stud.leuphana.de

Erstgutachter: Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt

Zweitgutachter: Dipl.-Ing. Stefan Bielawa

Datum der Abgabe: 12.07.2022

Eingereichte Aufgabenstellung

Allgemeines:

Aufgrund von stetig steigenden Marktanforderungen durchleben produzierende Unternehmen seit Jahren einen strukturellen Wandel (vgl. Schuh/Gierth 2006: 3). Aus diesen Anforderungen resultieren ein ständig wachsender Preisdruck sowie immer individuellere Fertigungsaufträge (ebd.). Um auch zukünftig am Markt bestehen zu können, ist die Betrachtung der grundlegenden Faktoren Kosten, Qualität und Logistikleistung unabdingbar (vgl. Schmidt/Nyhuis 2021: 16). Dies lässt sich im produzierenden Gewerbe in Form der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) realisieren und umfasst dabei die gesamte technische Auftragsabwicklung von Angebotsbearbeitung bis hin zum Versand, wobei Planungs- und Steuerungsaufgaben entlang der unternehmensinternen Lieferkette erfüllt werden sollen (vgl. Schuh/Gierth 2006: 4). Es soll unter Beachtung logistischer Zielgrößen, wie Liefertreue, Servicegrad und Kostenoptimierung, eine möglichst genaue Zuordnung von Aufträgen zu Ressourcen erfolgen (vgl. Schmidt/Nyhuis 2021: 68). Für die Realisierung der logistischen Ziele existieren vielseitige PPS-Aufgaben, welche bereits durch verschiedene Konzepte in der Literatur dargestellt werden. Zur Erfüllung dieser PPS-Aufgaben dienen zahlreiche Verfahren, welche auf unterschiedlichste Weise ausgewählt werden können (vgl. Schmidt/Nyhuis 2021: 167). Bei der Auswahl und Kombination dieser Verfahren ist ein Anwender jedoch unterschiedlichen Herausforderungen ausgesetzt. Dazu zählen die komplexen Wirkbeziehungen innerhalb der PPS und insbesondere die Wirkung dieser auf die logistischen Zielgrößen innerhalb der unternehmensinternen Lieferkette. Daraus resultiert ein großer sowie komplexer Lösungsraum, welcher schwer handzuhaben ist. Um diesen Lösungsraum allgemeingültig abzubilden, existieren bereits Vorarbeiten. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird das Hannoveraner Lieferkettenmodell (HaLiMo) herangezogen. Das HaLiMo hat zum einen die Aufgabe, die operative Auftragsabwicklung mit den wesentlichen Informations- und Materialflüssen darzustellen und zum anderen Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Kernprozessen der unternehmensinternen Lieferkette mit den Hauptaufgaben der PPS abzubilden (vgl. Schmidt/Nyhuis 2021: 8). Das Modell dient somit dem besseren Verständnis der bereits erwähnten komplexen Wirkbeziehungen innerhalb von PPS-Prozessen und Wirkungen auf logistische Zielgrößen.

Um das Ziel einer ganzheitlichen Modellierung der Produktionsprozesse zu unterstützen, werden im Rahmen der Bachelorarbeit die Wirkungen und die Einflüsse der zur Erfüllung der PPS-Hauptaufgabe Produktionsprogrammplanung erforderlichen Verfahren auf die Ziele entlang der unternehmensinternen Lieferkette untersucht und dargestellt. Dadurch

soll produzierenden Unternehmen ein nachhaltiger Erfolg durch transparente Prozesse sowie die Anpassung auf Veränderungen ermöglicht werden.

Aufgabenstellung:

Diese Bachelorarbeit hat das übergeordnete Ziel, zu einem ganzheitlichen Verständnis der Prozesse innerhalb der PPS-Hauptaufgabe Produktionsprogrammplanung und den darin enthaltenen Wirkzusammenhängen beizutragen. Dabei soll die Arbeit besonders die Wirkbeziehungen zwischen den Verfahren, die zur Erfüllung der PPS-Hauptaufgabe Produktionsprogrammplanung angewendet werden, mit logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette darlegen und erläutern. Das daraus abgeleitete Ziel der Bachelorarbeit ist es, die Komplexität der Auswahl und Kombination dieser Verfahren innerhalb der genannten PPS-Hauptaufgabe kompakter und transparenter darzustellen, um die Handhabung der sogenannten PPS-Konfiguration im praxisnahen Umfeld zu erleichtern. Um diese Ziele zu erfüllen, wird eine qualitativ induktive Untersuchung des Themas vorgenommen, wobei die einzelnen Kernpunkte methodisch untersucht werden und abschließend eine Hypothese aufgestellt wird, welche dem genannten übergeordneten Ziel dienen soll.

Die Erfüllung der Aufgabe erfolgt in den nachfolgenden Teilschritten:

- 1.) Recherche der in der Literatur aufgeführten bisherigen Erkenntnisse und Konzepte der Produktionsplanung und -steuerung. Daraus abgeleitete Definition des Problems, Formulierung der Ziele
- 2.) Erläuterung und Darstellung des Hannoveraner Lieferkettenmodells, wobei der Aufbau und die Bedeutung des Modells akzentuiert werden sollen
- 3.) Darlegung der unternehmensinternen Lieferkette und der logistischen Zielgrößen
- 4.) Erarbeitung und Erläuterung der Grundlagen der PPS-Hauptaufgabe Produktionsprogrammplanung, Differenzierte Darstellung der verschiedenen Ebenen (insbesondere: Aufgaben, relevante Informationen, Verfahren, Zielkonflikte)
- 5.) Darlegung und Modellierung der Wirkbeziehungen zwischen der PPS-Hauptaufgabe Produktionsprogrammplanung und weiteren PPS-Hauptaufgaben sowie den logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette
- 6.) Erarbeitung und anschließende Beschreibung, Erläuterung sowie Modellierung der Wirkbeziehungen der PPS-Verfahren der vorliegenden Hauptaufgabe und den logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette

Hinweise zur Durchführung der Arbeit:

Bei der Durchführung der Arbeit ist enger Kontakt mit dem Institut zu halten. Die DIN-Normen und die VDI-Richtlinien sind zu beachten. Es gelten die Richtlinien studentischer Arbeiten des Fachbereichs Logistik und SCM (PPI) der Leuphana Universität Lüneburg.

Kurzfassung

Diese Bachelorarbeit hat das Ziel, die Wirkung der innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* verwendeten Verfahren auf die logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette zu modellieren. Dafür werden zunächst die Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) sowie das Hannoveraner Lieferkettenmodell (HaLiMo) dargelegt. Es werden die zur Erfüllung der PPS-Aufgaben *Absatzplanung* und *langfristige auftragsanonyme Ressourcengrobplanung* verwendeten Verfahren aufgegriffen und detailliert beschrieben. Anschließend werden die Wirkbeziehungen zwischen diesen Verfahren und den logistischen Zielgrößen modelliert, wobei verschiedene Fallbeispiele betrachtet werden, welche als Ausgangspunkt dienen und jeweils unterschiedliche Auswirkungen auf die Zielgrößen aufzeigen. Aus den Modellen geht hervor, dass die Auswahl geeigneter bzw. adäquater Verfahren sowie die richtige Durchführung dieser unmittelbar auf die Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette einwirken. Die Ergebnisse dieser Bachelorarbeit akzentuieren somit die Auswirkungen sowie die Relevanz der im Rahmen der Produktionsprogrammplanung verwendeten Verfahren und erleichtern die Handhabung der PPS-Konfiguration in einem praxisnahen Umfeld.

Abstract

This bachelor thesis aims to model the effect of the methods used within the Production Planning and Control (PPC) main task *Production Program Planning* on the logistical target values among the company's internal supply chain. Therefore, the basics of PPC and the Hanoverian Supply Chain Model are presented. The methods used to fulfill the PPC-tasks *Sales Planning* and *Long Term Resource Planning* are described precisely. By considering different conditions, the effects between these methods and logistical target values are modeled. These conditions form the initial point and unveil the impacts on the target values. The models show that the selection of adequate methods and the correct implementation have an immediate impact on the target values of the company's internal supply chain. The results of this bachelor thesis thus accentuate the effects as well as the importance of the methods used in the context of Production Program Planning and hence facilitate the handling of the PPC-Configuration in a practical environment.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation und Thema	1
1.2	Problembeschreibung und Zielsetzung	2
1.3	Vorgehen	3
2	Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung	5
2.1	Definition der PPS	5
2.2	Rolle der PPS in der Betriebsorganisation	6
2.3	Bisherige relevante Konzepte der PPS	7
2.4	Zielsetzungen innerhalb der PPS und ihre Relevanz.....	11
3	Das Hannoveraner Lieferkettenmodell	12
3.1	Kategorisierung und Ebenen des Hannoveraner Lieferkettenmodells.....	12
3.2	Struktur des Hannoveraner Lieferkettenmodells	15
3.3	Die unternehmensinterne Lieferkette	18
3.4	Zielgrößen innerhalb der unternehmensinternen Lieferkette	22
3.4.1	Anforderungen an Zielgrößen.....	22
3.4.2	Zielgrößen innerhalb des Leistungsziels <i>Qualität</i>	23
3.4.3	Zielgrößen innerhalb des Leistungsziels <i>Kosten</i>	24
3.4.4	Zielgrößen innerhalb des Leistungsziels <i>Zeit</i>	25
4	Grundlagen der Produktionsprogrammplanung.....	29
4.1	Bedeutung der Produktionsprogrammplanung	29
4.2	Detaillierungsgrade innerhalb der Produktionsplanung und -steuerung.....	31
4.3	Ablauf der Produktionsprogrammplanung	32
4.3.1	Absatzplanung	32
4.3.2	Brutto- und Netto-Primärbedarfsplanung.....	34
4.3.3	Langfristige auftragsanonyme Ressourcengrobplanung	36
4.3.4	Produktionsprogrammfreigabe	36
4.4	Zielkonflikte	37
5	Wirkzusammenhänge	40
5.1	Modellierung von Wirkzusammenhängen.....	40
5.1.1	Vorhaben und Zielsetzung.....	40
5.1.2	Anforderungen an die Modellierung	41
5.1.3	Bestandteile und Grundaufbau der Modelle	42
5.2	Wirkzusammenhänge der Produktionsprogrammplanung mit weiteren PPS- Hauptaufgaben.....	44
5.2.1	Bestandsmanagement.....	45
5.2.2	Produktionsbedarfsplanung	50
5.2.3	Fremdbezugsgrobplanung.....	53

5.2.4	Auftragsmanagement	55
5.2.5	Sekundärbedarfsplanung.....	57
5.3	Wirkung der Verfahren der Produktionsprogrammplanung auf logistische Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette	59
5.3.1	Verfahren der Absatzplanung.....	59
5.3.2	Modellierung der Wirkung von Verfahren der Absatzplanung auf Zielgrößen	67
5.3.3	Verfahren der langfristigen auftragsanonymen Ressourcengrobplanung..	77
5.3.4	Modellierung der Wirkung von Verfahren der langfristigen auftragsanonymen Ressourcengrobplanung auf Zielgrößen	82
6	Fazit und Ausblick	93
7	Literaturverzeichnis.....	96
8	Anhang	101
9	Eidesstattliche Erklärung.....	102

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Wertschöpfungskette und Unternehmenslogistik	6
Abbildung 2 Struktur der Aufgabensicht im Aachener PPS-Modell.....	9
Abbildung 3 Modell der Fertigungssteuerung	10
Abbildung 4 Modellkategorien des Hannoveraner Lieferkettenmodells.....	13
Abbildung 5 Ebene der Hauptaufgaben im Hannoveraner Lieferkettenmodell.....	14
Abbildung 6 Ebene der PPS-Aufgaben am Beispiel der Produktionsprogrammplanung im Hannoveraner Lieferkettenmodell	15
Abbildung 7 Das magische Dreieck.....	22
Abbildung 8 Ablauf der Produktionsprogrammplanung.....	30
Abbildung 9 Detaillierungsgrade innerhalb der Produktionsplanung und -steuerung	31
Abbildung 10 Erster Detaillierungsgrad der Produktionsplanung und -steuerung	33
Abbildung 11 Berechnung des Netto-Primärbedarfs.....	35
Abbildung 12 Zweiter Detaillierungsgrad der Produktionsplanung und -steuerung	37
Abbildung 13 Wirkkriterien und Bestandteile in dem ersten Modelltyp.....	43
Abbildung 14 Wirkkriterien und Bestandteile in dem zweiten Modelltyp.....	44
Abbildung 15 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und dem Bestandsmanagement (Bestandsplanung)	48
Abbildung 16 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und dem Bestandsmanagement (Bestandsführung)	49
Abbildung 17 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und der Produktionsbedarfsplanung	52
Abbildung 18 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und der Fremdbezugsgrobplanung	54
Abbildung 19 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und dem Auftragsmanagement.....	56
Abbildung 20 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und der Sekundärbedarfsplanung.....	58
Abbildung 21 Unterschiedliche Bedarfsprofile	60
Abbildung 22 Übersicht über Verfahren der Absatzplanung	60
Abbildung 23 Bedarfsprofil bei einem gleitenden Mittelwert.....	62
Abbildung 24 Bedarfsverlauf bei der exponentiellen Glättung 1. Ordnung.....	64
Abbildung 25 Wirkungen von Verfahren der Absatzplanung auf logistische Zielgrößen im Falle zu hoher Prognosewerte	70
Abbildung 26 Wirkungen von Verfahren der Absatzplanung auf logistische Zielgrößen im Falle zu kleiner Prognosewerte	73
Abbildung 27 Ressourcenglättung durch Synchronisation und Emanzipation.....	81

Abbildung 28 Wirkung der Erhöhung der Absatzmenge bei Überkapazitäten auf logistische Zielgrößen	84
Abbildung 29 Wirkung des Kapazitätsabbaus bei Überkapazitäten auf logistische Zielgrößen	86
Abbildung 30 Wirkung der Reduzierung der Absatzmenge auf logistische Zielgrößen ...	88
Abbildung 31 Wirkung des Kapazitätsaufbaus im Falle einer Nichtverfügbarkeit von Kapazitäten auf logistische Zielgrößen	90

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Einteilung in externe und interne Zielgrößen.....	27
Tabelle 2 Planungsschritte für die Ermittlung des Kapazitätsbedarfs.....	78

Abkürzungsverzeichnis

Beschaffungsz.	Beschaffungszuverlässigkeit
bzw.	beziehungsweise
ebd.	ebenda
ERP	Enterprise-Resource-Planning
etc.	et cetera
exp.	Exponentiell
HaLiMo	Hannoveraner Lieferkettenmodell
IFA	Institut für Fabrikanlagen und Logistik
IT	Informationstechnik
KEP	Kundenauftragsentkopplungspunkt
MRP	Material Requirement Planning
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
u. a.	unter anderem
WIP	Work in Process
z. B.	zum Beispiel

Formelverzeichnis

Formel 1 Berechnung des einfachen Mittelwertes.....	61
Formel 2 Berechnung der exp. Glättung 1. Ordnung.....	63
Formel 3 Berechnung der exp. Glättung 2. Ordnung.....	64
Formel 4 Berechnung des Prognosewertes (exp. Glättung 2. Ordnung).....	64
Formel 5 Allgemeine Formel der einfachen linearen Regression	65
Formel 6 Methode der kleinsten Quadrate	66
Formel 7 Regressionsgerade	66

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Thema

Produktionsunternehmen unterliegen einem strukturellen Wandel, welcher sich durch einen stetig wachsenden Preisdruck und individueller werdende Fertigungsaufträge erkennen lässt. Die Ursache sind steigende Anforderungen seitens der Märkte, die den Fokus auf unternehmensinterne Kernkompetenzen unabdingbar machen (Schuh et al. 2012: 3). Damit geht auch ein erhöhter Wettbewerbsdruck einher, dem die Unternehmen unter anderem durch organisatorische Maßnahmen begegnen müssen. Die steigenden Kundenforderungen implizieren zudem eine gesteigerte Komplexität innerhalb der Organisation. Die Aufgabe der produzierenden Unternehmen ist es, trotz der sich erhöhenden Komplexität kurze Lieferzeiten sowie eine große Termintreue zu gewährleisten. Um diese Ziele zu erreichen, ist der effektive Einsatz der vorhandenen Ressourcen unabdingbar. Zudem stehen den Unternehmen eine Vielzahl von Verfahren und Methoden zur Verfügung, welche zu einer Optimierung der Ablauforganisation im Unternehmen beitragen sollen (Wiendahl 2014: 15 f.). Es wird somit sichtbar, dass nicht nur eine Konzentration auf die Innovation der angebotenen Produkte, sondern auch die Innovation der Prozesse angestrebt werden sollen (Wiendahl 1997: 1). Dabei ist die Berücksichtigung der strategischen Ziele innerhalb des Produktionsunternehmens von großer Bedeutung. Es soll zum einen eine hohe Wirtschaftlichkeit erreicht werden, welche durch die Vermeidung jeglicher Verschwendungen innerhalb des Unternehmens, kurze Durchlaufzeiten der Aufträge sowie die Verminderung der Bestände sichergestellt wird. Zum anderen ist eine hohe Flexibilität anzustreben, um eine zügige Anpassung an die sich ständig wandelnden Einflüsse des Marktes zu gewährleisten (Wiendahl 2014: 16). Einen großen Einfluss auf die bisher genannten Zielgrößen der Logistik nimmt die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) (Schmidt und Nyhuis 2018: 1). Die PPS ist in Bezug auf die gesamte Auftragsabwicklung in Produktionsunternehmen von großer Bedeutung und berücksichtigt die gesamte Lieferkette. Die PPS ermöglicht eine schnellere Reaktion auf plötzliche Störungen der Produktionsprozesse und Nachfrageschwankungen (Schuh et al. 2012: 3).

Aufgrund der gesteigerten Komplexität hat diese Bachelorarbeit das übergeordnete Ziel, zu einem ganzheitlichen Verständnis der Prozesse innerhalb einer Hauptaufgabe der Produktionsplanung und -steuerung und ihrer Wirkung auf logistische Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette beizutragen. Gegenstand dieser Bachelorarbeit ist die Betrachtung der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* und der zur Erfüllung seiner Aufgaben verwendeten Verfahren. Die Untersuchung sowie Modellierung der Wirkung von Verfahren der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* auf

logistische Zielgrößen sind relevant, da sie zu den strategischen Zielen produzierender Unternehmen beitragen (Lödding 2016: 21). Die Zielgrößen haben die Funktion, bei innerbetrieblichen Entscheidungen zu helfen, und sind maßgeblich für die strategischen Ziele (Corsten und Gössinger 2009: 42). Zudem wirken sie zum Teil direkt auf den Kunden ein, wie z. B. durch Lieferzeiten, und tragen somit zur Kundenzufriedenheit bei (Lödding 2016: 21).

1.2 Problembeschreibung und Zielsetzung

Für die Durchführung von PPS-Aufgaben stehen eine größere Anzahl an Verfahren zur Verfügung, welche in der Literatur beschrieben sind. Diese müssen unternehmensindividuell ausgesucht und parametrisiert werden, was die sogenannte PPS-Konfiguration beschreibt. Produktionsunternehmen stehen in der Praxis jedoch vor Herausforderungen, weil die große Anzahl an Verfahren die Auswahl der geeigneten Verfahren erschwert. Dabei ist die Wirkung der Verfahren auf logistische Zielgrößen zu berücksichtigen, was die Komplexität der PPS-Konfiguration nochmals erhöht (Schmidt und Nyhuis 2018: 1). Da bisher keine Transparenz darüber herrscht, wie Verfahren auszuwählen sind, sodass die Zielgrößen entlang der unternehmensinternen Lieferkette optimiert werden (ebd.), hat diese Bachelorarbeit das Ziel, die Komplexität der Auswahl und Kombination dieser Verfahren innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* zu erleichtern. Es sollen dazu die Wirkungen der Verfahren der betrachteten Hauptaufgabe auf die logistischen Zielgrößen entlang der Unternehmenskette modelliert werden. Es soll dadurch eine leichtere Handhabung der sogenannten PPS-Konfiguration im praxisnahen Umfeld unterstützt werden.

In der Literatur existieren bereits Vorarbeiten und Modelle, welche zum heutigen Stand der Forschung beigetragen haben. Diese werden im Rahmen dieser Bachelorarbeit thematisiert. Zum einen existiert das Aachener PPS-Modell, welches das Produktionssystem ganzheitlich darstellt. Da das System jedoch groß ist, wird das Modell in unterschiedliche Teile bzw. Sichten differenziert, welche wieder zu einem ganzheitlichen System zusammengefügt werden sollen (Schuh et al. 2012: 11). Dieses Modell bietet eine sehr gute Grundlage, die PPS als Ganzes zu betrachten. Jedoch werden Wirkzusammenhänge nicht berücksichtigt (Schmidt und Nyhuis 2018: 2). Ein weiteres Modell ist das der Fertigungssteuerung von LÖDDING. Dieses betrachtet wiederum die Wirkung von Aufgaben der Fertigungssteuerung auf Zielgrößen (Lödding 2016: 7). Zudem beinhaltet dieses Modell Elemente (Aufgaben, Stellgrößen, Regelgrößen und Zielgrößen), welche für diese Bachelorarbeit bedeutend sind. Das in dieser Bachelorarbeit als Grundlage verwendete Modell ist das Hannoveraner Lieferkettenmodell (HaLiMo) von SCHMIDT. Dieses baut auf dem Modell der Fertigungssteuerung sowie auf dem Aachener PPS-Modell auf

und erweitert diese um die Gesamtheit der PPS-Hauptaufgaben und die unternehmensinterne Lieferkette mit den dort enthaltenen Zielgrößen (Schmidt und Nyhuis 2018: 2). Die vorliegende Bachelorarbeit soll das HaLiMo um die Wirkungen der Verfahren der Produktionsprogrammplanung auf die logistischen Zielgrößen erweitern.

1.3 Vorgehen

Die Vorgehensweise bzw. Struktur dieser Bachelorarbeit beinhaltet eine sukzessive Vertiefung der einzelnen Bereiche, die für die Ausarbeitung des Themas wichtig sind. Die Bachelorarbeit beginnt mit den Grundlagen der PPS, wobei insbesondere die Bedeutung der PPS im Rahmen der Betriebsorganisation sowie bisherige Konzepte bzw. Systeme der PPS betrachtet werden. Es soll vor allem das Zusammenspiel zwischen der PPS und Logistik dargelegt werden, um das Thema in den Kontext eines produzierenden Unternehmens einordnen zu können. Um die Relevanz der PPS im Produktionsmanagement hervorzuheben, werden zudem die Ziele der PPS thematisiert. In dem darauffolgenden Kapitel wird das für diese Bachelorarbeit relevante Hannoveraner Lieferkettenmodell als Konzept der PPS genauer betrachtet. Hier werden die Ebenen innerhalb des Modells sowie seine Bestandteile beleuchtet. Um sich ein Verständnis über die Prozesse innerhalb der PPS zu verschaffen, wird der Grobablauf des HaLiMos beschrieben. Zudem werden die logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette definiert und kategorisiert, da diese für das Ziel dieser Bachelorarbeit bedeutend sind. Im Anschluss wird insbesondere auf die PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* eingegangen, welche Gegenstand dieser Bachelorarbeit ist. Hier wird die Ebene der PPS-Hauptaufgaben und der PPS-Aufgaben betrachtet. Es werden vor allem die Bedeutung der Produktionsprogrammplanung sowie die PPS-Aufgaben in chronologischer Reihenfolge dargestellt. Außerdem werden Zielkonflikte innerhalb dieser Hauptaufgabe dargelegt.

Im letzten Kapitel dieser Bachelorarbeit werden die Ergebnisse der Untersuchung modellbasiert erläutert. Es werden dafür zunächst Ziele, Anforderungen an die Modellierung sowie die Bestandteile der Modelle präsentiert. Da die Produktionsplanung und -steuerung über mehrere Hauptaufgaben verfügt und diese in Zusammenhang stehen, ist zunächst ein ganzheitliches Verständnis zu schaffen. Dazu werden die Relationen und Wirkungen zwischen der betrachteten PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* und weiteren PPS-Hauptaufgaben in einem ersten Modelltyp modelliert sowie der Einfluss auf die unternehmensinterne Lieferkette dargestellt. Im weiteren Verlauf werden anschließend die Wirkzusammenhänge der Verfahren dieser PPS-Hauptaufgaben mit den Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette in einem weiteren Modelltyp beschrieben. Um die komplexen prozessualen Zusammenhänge innerhalb der Verfahren der

Produktionsprogrammplanung und ihre Wirkungen auf die Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette kompakt wiederzugeben, werden zunächst eine systematische Strukturierung sowie Beschreibung ausgewählter bzw. häufig verwendeter Verfahren vorgenommen.

Im Rahmen der Schlussbetrachtung wird abschließend das Vorgehen resümiert und die gewonnenen Erkenntnisse der Untersuchung werden betrachtet. Es finden zudem eine Interpretation dieser Ergebnisse sowie ein Ausblick für den zukünftig weiteren Forschungsbedarf statt.

2 Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung

Produktionsunternehmen unterliegen einem strukturellen Wandel, welcher sich durch einen ansteigenden Preisdruck sowie immer individuellere Fertigungsaufträge zum Ausdruck bringt und stetig steigenden Marktanforderungen zugrunde liegt (Schuh und Gierth 2006: 3). Unter den genannten Marktanforderungen ist die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit seitens produzierender Unternehmen unabdingbar. Um dies zu erreichen, ist eine organisatorische Rationalisierung, welche die effiziente Gestaltung des Ablaufs der Produktion durch die Planung und Steuerung beinhaltet, der technischen Rationalisierung gleichzusetzen. Nach HACKSTEIN ist ein effizienter Produktionsablauf dann erzielt, wenn die Erreichung der vom Unternehmen festgelegten Ziele, wie beispielsweise eine hohe Termintreue oder kurze Durchlaufzeiten, gegeben ist (Hackstein 1989: 1).

2.1 Definition der PPS

Die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) legt die Abläufe innerhalb der unternehmensinternen Lieferkette fest (Schmidt und Nyhuis 2021: 68) und nimmt eine zentrale Position bei der Auftragsabwicklung in produzierenden Unternehmen ein (Schuh und Gierth 2006: 3). Das Ziel ist eine möglichst genaue Zuordnung von Aufträgen zu Ressourcen, wobei Zielgrößen, wie beispielsweise *Lieferzeit*, *Servicegrad* und *Kostenoptimierung*, beachtet werden sollen (Schmidt und Nyhuis 2021: 68). Die Planung und Steuerung im produzierenden Gewerbe beinhalten nicht mehr nur eine reine Ressourcenplanung, sondern betrachten ebenfalls die gesamte Auftragsabwicklung entlang der Lieferkette (Schuh und Gierth 2006: 3). Mit der PPS geht somit eine hohe Komplexität einher, da die Planung und Steuerung der gesamten Lieferkette über die unternehmensinterne Planung hinausgehen. Daraus ist eine Organisationsform entstanden, welche die Organisation und Steuerung von gesamten Netzwerken beherbergt (ebd.). Würde der Markt beispielsweise kürzere Lieferzeiten fordern, so müsste die Durchlaufzeit eines Auftrages vom Eingang der Kundenbestellung bis zum Eintreffen des Produktes beim Endverbraucher so geregelt werden, dass diese der ursprünglich geforderten Lieferzeit des Kunden entspricht oder sogar kürzer ist (Wiendahl 1997: 2). Aus diesem Beispiel lässt sich ein Vorteil moderner PPS-Systeme ableiten: Sie ermöglichen eine zeitnahe Reaktion auf nicht erwartete Störungen während der Produktion oder auf kurzfristig geänderte Aufträge (Schuh und Gierth 2006: 3). Nicht nur produzierende Unternehmen profitieren von PPS-Systemen, sondern auch die akademische Forschung, in der der Begriff der PPS immer mehr an Bedeutung gewinnt (Schuh und Gierth 2006: 4). Beide Disziplinen lassen gegenseitig an ihren gewonnenen Erkenntnissen teilhaben (ebd.) und streben so gemeinsam nach einer immer effizienter werdenden Rationalisierung der Prozesse innerhalb der gesamten Lieferkette.

2.2 Rolle der PPS in der Betriebsorganisation

Werden die Teilaufgaben bzw. Funktionen des Unternehmens in eine Abfolge gebracht, entsteht die Wertschöpfungskette (Abbildung 1). Diese kann sowohl in die interne als auch in die externe Wertschöpfungskette gegliedert werden, wobei letztere das Zusammenwirken zwischen Lieferanten des Beschaffungsmarktes, dem Hersteller bzw. produzierenden Unternehmen selbst und dem Kunden (Absatzmarkt) beinhaltet (Wannenwetsch 2021: 11 f.). Bedeutend für diese Arbeit ist insbesondere die interne Wertschöpfungskette, die in die einzelnen Funktionen des Unternehmens – „Entwicklung, Einkauf, Wareneingang, Lagerung, Produktion, Qualität, Vertrieb, Distribution, Rechnungswesen, Vertrieb und Kunde, Entsorgung“ (Wannenwetsch 2021: 12) – differenziert werden kann. Mithilfe dieser Gliederung und Darstellung wird es dem praxisnahen Umfeld erleichtert, die Wertschöpfungskette besser nachvollziehen zu können. Es wird deutlich, dass die Wertschöpfung mit jeder Teilaufgabe zunimmt. Abstrakt dargestellt umfasst die Wertschöpfungskette den *Einkauf* der zur Herstellung der Fertigerzeugnisse benötigten Materialien, die *Produktion* der Erzeugnisse, den Verkauf dieser durch den *Vertrieb* sowie die *Lagerung* der Materialien bzw. Erzeugnisse (Wannenwetsch 2021: 12).

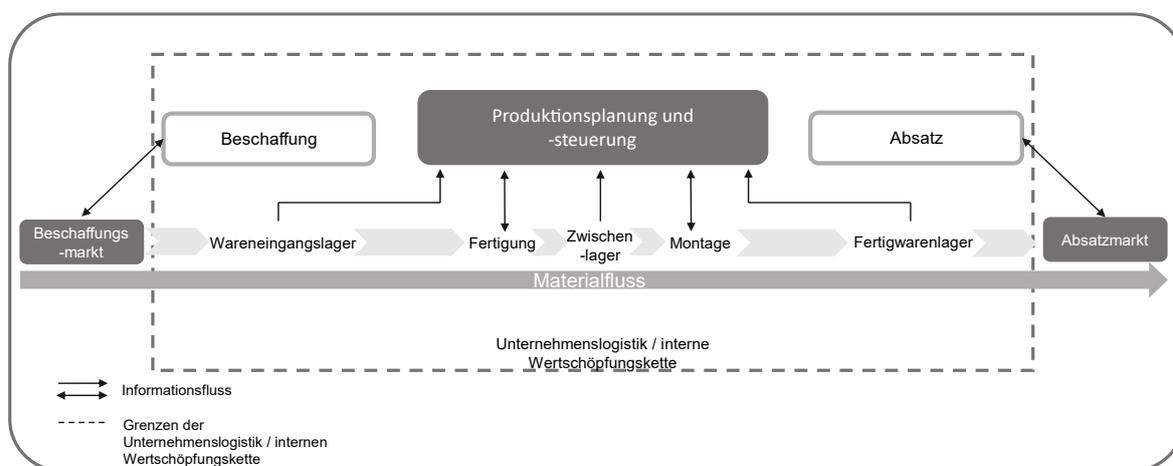


Abbildung 1 Wertschöpfungskette und Unternehmenslogistik (eigene Darstellung in Anlehnung an Wiendahl 2014: 278 und Pfohl 2018: 19)

Innerhalb der Wertschöpfungskette sind die Begriffe der Logistik und Materialwirtschaft von großer Bedeutung. Die Logistik umfasst eine „marktorientierte, integrierte Planung, Gestaltung, Abwicklung und Kontrolle des gesamten Material- und dazugehörigen Informationsflusses zwischen einem Unternehmen und seinen Lieferanten, innerhalb eines Unternehmens sowie zwischen einem Unternehmen und seinen Kunden“ (Schulte 2017: 3). Sie spielt nicht nur im Einkauf, bei der Lagerung und im Transport eine wichtige Rolle, sondern auch innerhalb der Produktionsplanung und -steuerung. Die PPS zählt somit ebenfalls zu dem Versorgungsbereich des produzierenden Unternehmens (Schulte 2017: 3) und hat die Funktion, die Gesamtheit der Produktionsprozesse zu planen und zu steuern

(Hackstein 1989: 4). Dabei muss die PPS wechselnde Einflussfaktoren, unterschiedliche Ziele sowie potenzielle Störungen beachten, um die Produktionsabläufe erfolgreich zu planen (Wiendahl 2014: 278).

Diese Bachelorarbeit greift insbesondere eine der Hauptaufgaben der Produktionsplanung und -steuerung – die Produktionsprogrammplanung – auf und stellt Wirkzusammenhänge zwischen den Verfahren zur Erfüllung der Hauptaufgabe und der unternehmensinternen Lieferkette modellhaft dar. Dazu werden in dem vorliegenden Kapitel zunächst die bisherigen Erkenntnisse bzw. Konzepte sowie die Ziele der PPS vorgestellt, um das Verständnis über die PPS und ihre Entwicklung aufzubauen. Die dargelegten Modelle sind in dieser Arbeit von großer Relevanz, da sie als Grundlage des Hannoveraner Lieferkettenmodells dienen und die Vorstellung der Modelle einen Zugang zu dem Verständnis dieses Modells schafft.

2.3 Bisherige relevante Konzepte der PPS

Mit wachsender Größe der Unternehmen entstanden in den 1960er Jahren die ersten Modelle der Produktionsplanung und -steuerung. Vor dieser Zeit wurden zunächst nur allgemeine Annahmen getroffen, da der Einsatz von Computern zu dieser Zeit noch ausstand. Kennzeichnend für die Planung und Steuerung der Produktionsprozesse vor 1960 war eine hohe Unsicherheit, welche aus einer Reduzierung zahlreicher Informationen resultierte (Schmidt und Nyhuis 2021: 68).

Der Einsatz von Computern erfolgte zu Beginn der 1960er Jahre durch Verfahren der Materialbedarfsplanung – das Material Requirement Planning (MRP I) – durch ORLICKY (Orlicky 1975: IX). In das MRP-I-System fließen Informationen aus dem Produktionsprogrammplan, welcher die zu fertigenden Endprodukte (Primärbedarfe), ermittelt aus Kundenaufträgen und Bedarfsprognosen, festlegt. Aus diesem wird innerhalb der Materialbedarfsplanung anhand von Stücklisten der Ausgang des Systems festgelegt. Das Ergebnis sind festgelegte Bestellungen, Materialpläne sowie Arbeitsaufträge (Orlicky 1975: 49 ff.). Im Vergleich zur herkömmlichen Vorgehensweise der Planung der Produktionsprozesse unterscheidet das MRP-I-Verfahren Primär- und Sekundärbedarfe, wobei es sich bei Sekundärbedarfen um Baugruppen und Rohstoffe handelt (Wannenwetsch 2021: 447). Jedoch existierten auch bei diesem Verfahren Schwachpunkte, da eine Prüfung der Machbarkeit der geplanten Primär- und Sekundärbedarfsmengen ausblieb. Dies resultierte daraus, dass die Kapazitäten, welche in der Produktion zum Einsatz kommen würden, nicht berücksichtigt wurden (Kurbel 2021: 101). Die Materialwirtschaft sollte unter Beachtung der Planung der Kapazitäten erfolgen (ebd.), weshalb in den 1970er Jahren der MRP-II-Ansatz von Oliver Wight entwickelt wurde (Wight 1984: 51), welcher eine langfristige, mittelfristige und eine kurzfristige

Planungsebene unterscheidet (Hopp und Spearman 2008: 140 f.). Innerhalb des langfristigen Planungshorizonts wurden mithilfe von Bedarfsprognosen Absatzmengen ermittelt, Kapazitäten sowie die Produktion (Ebenen der Produktion, Personal und Vorräte) geplant (Hopp und Spearman 2008: 140 f.). Innerhalb der mittelfristigen Planung wurden langfristige Prognosen im Rahmen des Auftragsmanagements zu konkreten Prognosen unter Beachtung von Kundenaufträgen weiter ausgearbeitet. Anschließend wurden auf dieser Grundlage Material- und Kapazitätsbedarfe konzipiert (Hopp und Spearman 2008: 140 f.). Die Resultate der vorherigen Planungsebenen wurden innerhalb der kurzfristigen Planung umgesetzt: Es wurden Aufträge freigegeben, Reihenfolgen der Arbeitssysteme gebildet (Schmidt und Nyhuis 2021: 70) und Kontrollen der Zu- sowie Abgänge der Güter durchgeführt (Hopp und Spearman 2008: 145). Zudem wurden die ermittelten Daten der kurzfristigen Planungsebene wiederum in die mittelfristige Kapazitätsplanung (ebd.) und rückgemeldete Informationen der Auftragsfreigabe in die Materialbedarfsplanung eingebracht (Schmidt und Nyhuis 2021: 70). Die Aufgabe des MRP-II-Ansatzes ist demnach die Planung eines Produktionsprogramms, welches auf einer langfristigen Absatz- und Produktionsplanung basiert (Kurbel 2021: 103) und sich hinsichtlich der Kapazitäten realisieren lässt (Kurbel 2021: 104).

Als Erweiterung des MRP-II-Ansatzes diente das Enterprise-Resource-Planning-(ERP-)Konzept, bei dem alle notwendigen Ressourcen innerhalb der Produktionsprozesse einbezogen wurden. Die Funktionen des Unternehmens, wie die Materialwirtschaft, der Einkauf, das Rechnungswesen, die Produktion, der Vertrieb etc., sind hierbei durch die prozessrelevanten Daten miteinander verknüpft und stehen so im Zusammenhang. Dadurch wird eine einzelne Betrachtung der jeweiligen Funktionsbereiche vermieden (Kurbel 2021: 212).

Das nächste für diese Bachelorarbeit relevante Modell ist das Aachener PPS-Modell. In diesem wird das Produktionssystem ganzheitlich beleuchtet und optimiert (Schuh et al. 2012: 11). In dem Aachener PPS-Modell sind alle Konzepte, Methoden sowie Werkzeuge erhalten, welche in Kombination die Effektivität der Produktionsprozesse bestimmen. Der Kundennutzen sowie die Vermeidung von Verschwendung sind dabei von großer Relevanz. Die Neuerung des Aachener PPS-Modells gegenüber vorherigen Modellen besteht in der modellhaften Abbildung der Produktionsprozesse und bietet damit die Möglichkeit einer abstrakten Betrachtung dieser. Durch die hohe Komplexität muss das Modell jedoch in unterschiedliche Bereiche aufgeteilt werden, welche schließlich wieder zusammengefügt werden sollen (ebd.). In dem Aachener PPS-Modell werden zum einen „[-] humanorientierte Aspekte (Mensch), [-] informationstechnische Aspekte (Technik) und [-] betriebswirtschaftliche Aspekte (Organisation)“ (Schuh et al. 2012: 13) unterschieden (ebd.). Zum anderen werden unterschiedliche Sichten differenziert betrachtet. Dazu

gehören die Aufgabensicht, Prozessarchitektursicht, Prozesssicht, Funktionssicht, Zielsicht, Stellensicht (Schuh et al. 2012: 15 f.), wobei in dieser Bachelorarbeit lediglich die Aufgabensicht von Bedeutung ist.

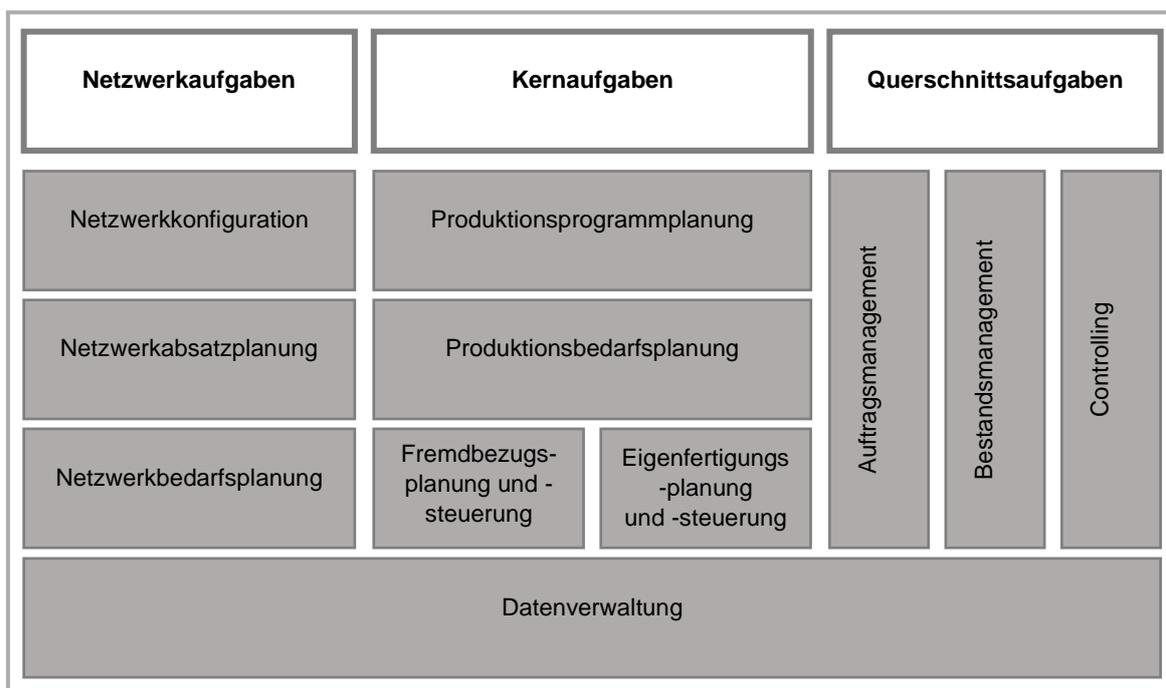


Abbildung 2 Struktur der Aufgabensicht im Aachener PPS-Modell (eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh et al. 2012: 21)

Wie aus der Abbildung 2 hervorgeht, sind in der Aufgabensicht die Aufgaben der PPS allgemeingültig dargestellt, wobei drei Hauptaufgaben unterschieden werden: Netzwerkaufgaben, Kernaufgaben und Querschnittsaufgaben (Schuh et al. 2012: 19). Kernaufgaben beinhalten die Aufgaben der eigentlichen Produkterstellung und umfassen „die Produktionsprogrammplanung, die Produktionsbedarfsplanung, die Eigenfertigungsplanung und -steuerung und die Fremdbezugsplanung und -steuerung“ (Schuh et al. 2012: 20). Zu den Netzwerkaufgaben der PPS gehören strategische Aufgaben, wie die Netzwerkkonfiguration, die Netzwerkabsatzplanung und die Netzwerkbedarfsplanung (Schuh et al. 2012: 20 f.). Notwendig für die Optimierung einer ganzheitlichen Produktionsplanung und -steuerung sind Querschnittsaufgaben, wie das Auftragsmanagement, das Bestandsmanagement und das Controlling (Schuh et al. 2012: 21).

Das nächste Modell – das Modell der Fertigungssteuerung nach Lödding – beleuchtet insbesondere einen Bestandteil der Produktionsplanung und -steuerung: die Fertigungssteuerung (Lödding 2016: 6). Diese Aufgabe stellt im zuvor beschriebenen Aachener PPS-Modell die Eigenfertigungsplanung und -steuerung dar (Lödding 2016: 7) und ist somit ein Bestandteil der Netzwerkaufgabe. Obwohl die Fertigungssteuerung nur ein Bestandteil des Aachener PPS-Modells ist, hat sie eine große Bedeutung für die

Erreichung der logistischen Ziele (ebd.). Somit liegt der Fokus des Modells der Fertigungssteuerung nach Lödding auf den dort enthaltenen Aufgaben und ihre Auswirkung auf die logistischen Zielgrößen, wobei die Praxis mit den logischen Zusammenhängen zwischen den Aufgaben und logistischen Zielen bereichert werden soll (ebd.). Das Modell besteht aus den Elementen Aufgaben, Stellgrößen, Regelgrößen, Zielgrößen sowie ihrer Beziehung zueinander, welche in der Abbildung 3 dargestellt werden (Lödding 2016: 8). Insbesondere die Stell-, Regel- und Zielgrößen treten in der vorliegenden Bachelorarbeit kontinuierlich auf und sind daher von großer Bedeutung.

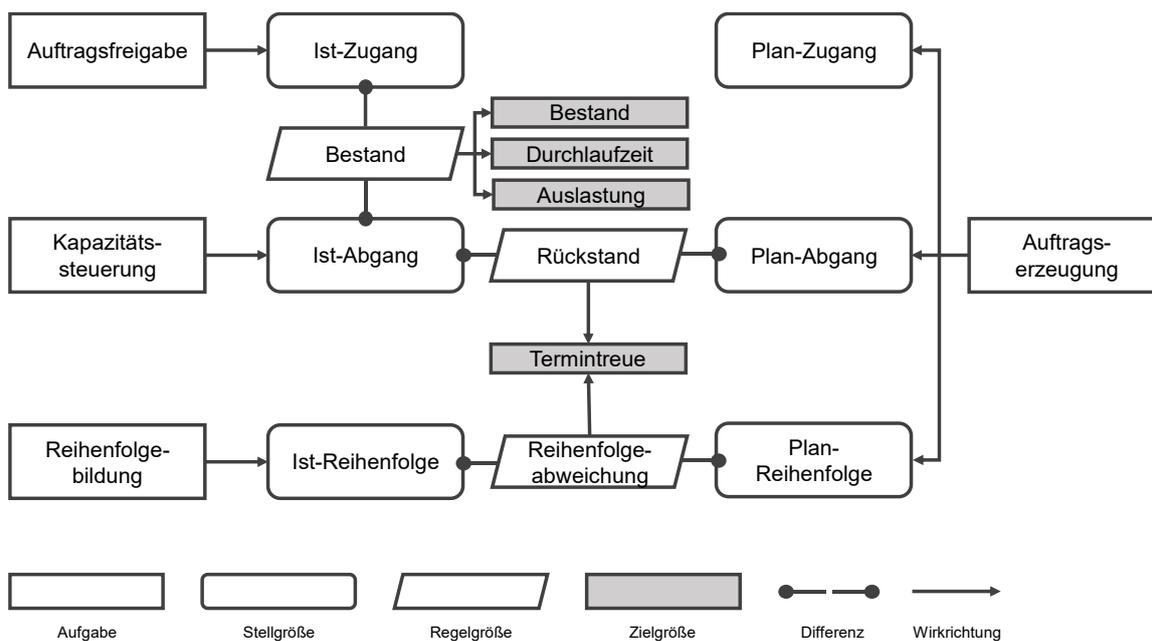


Abbildung 3 Modell der Fertigungssteuerung (eigene Darstellung in Anlehnung an Lödding 2016: 8)

Zu den Aufgaben innerhalb des Modells der Fertigungssteuerung gehören die Auftragsfreigabe, Kapazitätssteuerung, Reihenfolgebildung sowie die Auftragserzeugung (Lödding 2016: 8), welche wiederum die Stellgrößen wie Ist- und Plan-Zugänge bzw. -Abgänge sowie Ist- und Plan-Reihenfolgen festlegen (Lödding 2016: 9). Die Ist-Werte werden von der Fertigungssteuerung und die Plan-Werte von der Produktionsplanung determiniert. Die Zugänge umfassen die Fertigungsaufträge, die in die Produktion mit vorgegebener Zeit eingehen, sowie ihre Reihenfolge und werden beschrieben durch ihren Betrag sowie das Datum, an dem sie die Produktion erreicht haben. Die Abgänge werden ebenso durch ihren Betrag und ein Datum beschrieben. Bei den Abgängen handelt es sich um Fertigungsaufträge, welche bereits fertiggestellt wurden (Lödding 2008: 226).

Durch die Abweichung zweier Stellgrößen entstehen Regelgrößen. Regelgrößen wirken ein auf den Bestand, Rückstand und die Reihenfolgeabweichung der Aufträge. Sie bestimmen folglich Zielgrößen wie *Bestand*, *Durchlaufzeit*, *Auslastung* und *Termintreue*, welche im dritten Kapitel dieser Bachelorarbeit näher erläutert werden (Lödding 2016: 9).

Die Vorstellung der vorhandenen Konzepte lässt erkennen, dass sich die zu erfüllenden Funktionen innerhalb der Produktionsplanung und -steuerung im Laufe der Jahrzehnte sukzessive gesteigert haben (Schmidt 2018: 66). Jedes Konzept bzw. Modell hat seinen Beitrag zum heutigen Stand der Erkenntnis über die PPS beigetragen und ist daher auch für diese Bachelorarbeit relevant. Die genannten Aufgaben und Bestandteile der Modelle werden im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit aufgegriffen und themenspezifisch erläutert. Eine besondere Bedeutung kommt heute dem Aachener PPS-Modell zu, da dieses als Grundlage der Darstellung von Abläufen der PPS dient. Aus diesem gehen jedoch keine Wirkbeziehungen zwischen den Aufgaben der PPS und der unternehmensinternen Lieferkette hervor (Schmidt 2018: 66 f.). Dazu leistet das Modell der Fertigungssteuerung von Lödding einen sehr guten Beitrag, da es als Wirkmodell die Auswirkungen von Aufgaben der Fertigungssteuerung auf Stell-, Regel- und Zielgrößen darlegt (Schmidt 2018: 67). Da jedoch weitere Aufgaben der PPS in diesem Modell nicht betrachtet werden (ebd.), wurde das Hannoveraner Lieferkettenmodell, welches als Grundlage dieser Bachelorarbeit dient und im 3. Kapitel näher erläutert wird, von der Hannoveraner Schule der Produktionslogistik (Schmidt und Nyhuis 2021: 7) entwickelt.

2.4 Zielsetzungen innerhalb der PPS und ihre Relevanz

Um den steigenden Anforderungen der Märkte wirtschaftlich entgegenwirken zu können, ist die Betrachtung der Prozesse als strategisches Ziel erforderlich. Dieses Grundkonzept ist notwendig, um eine verbesserte Situation hinsichtlich der Kosten-, Zeit- und Qualitätsziele produzierender Unternehmen zu erwarten (Wiendahl 1997: 1).

Innerhalb der Produktionsplanung und -steuerung werden eine hohe Termintreue, eine gesteigerte Auslastung der Kapazitäten, kürzere Durchlaufzeiten der Aufträge, geringe Lager- und Umlaufbestände sowie weitere relevante Zielgrößen angestrebt (Schuh et al. 2012: 29). Diese werden im Rahmen des dritten Kapitels definiert. Die logistischen Zielgrößen sind relevant, da eine überlegene Logistik einem produzierenden Unternehmen Wettbewerbsvorteile verschafft. Ist der Erreichungsgrad dieser Zielgrößen hoch, kann von einer zufriedenstellenden Logistik ausgegangen werden. Dadurch erzielt das Unternehmen hohe Gewinne und kann diese in Entwicklungsprojekte oder neue Technologien investieren (Lödding 2016: 1). Eine positive Wirkung der Zielgrößen auf die Oberziele – wie hohe Gewinne – ist jedoch nur zu erreichen, wenn im Voraus abzuschätzen ist, welche Faktoren innerhalb der PPS auf die Kosten eines produzierenden Unternehmens einwirken (Eggert 2006: 53). Aus diesem Grund sind eine genauere Betrachtung und anschließende Untersuchung der Wirkbeziehungen zwischen den Verfahren zur Erfüllung der PPS-Aufgaben und den Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette elementar.

3 Das Hannoveraner Lieferkettenmodell

Das Hannoveraner Lieferkettenmodell (HaLiMo) stellt im Wesentlichen die Auftragsabwicklung sowie die Wechselwirkungen zwischen den PPS-Aufgaben und den logistischen Zielgrößen entlang der unternehmensinternen Lieferkette dar (Schmidt und Nyhuis 2021: 7, 75), wobei die unternehmensinterne Lieferkette zahlreiche Prozessschritte umfasst, die zur Erstellung der Leistung im Unternehmen erforderlich sind (Schmidt und Nyhuis 2021: 8). Das HaLiMo ermöglicht somit ein Verständnis für die Zusammenhänge der Wirkbeziehungen des Gesamtsystems der Produktionsplanung und -steuerung. Dieses Modell ist relevant, da die Aufgaben der PPS in der Praxis nicht zufriedenstellend erbracht werden. Dies hat u. a. den Grund, dass nicht geeignete Verfahren herangezogen oder logistische Ziele nicht erreicht werden (Schmidt und Nyhuis 2021: 2). Um dieser Problematik entgegenwirken zu können, entwickelten das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) und weitere Hochschulinstitute das Hannoveraner Lieferkettenmodell (Schmidt und Nyhuis 2021: V). Um ein Verständnis über das Hannoveraner Lieferkettenmodell zu verschaffen, ist es zunächst sinnvoll, die unterschiedlichen Kategorien des Modells zu erläutern. Anschließend wird der Aufbau dieses Modells, welcher die Hauptaufgaben des Modells in eine logische Reihenfolge bringt, dargelegt und erklärt.

3.1 Kategorisierung und Ebenen des Hannoveraner Lieferkettenmodells

Das Hannoveraner Lieferkettenmodell betrachtet die fünf Kategorien *Kernprozesse*, *logistische Bausteine*, *Prozessausprägung*, *Zielsysteme* sowie *logistische Modelle* (Schmidt und Nyhuis 2021: 7), wobei die Kategorien 1–3 den Aufbau der unternehmensinternen Lieferkette und die Kategorien 4 und 5 die Wirkbeziehungen innerhalb dieser unterstützen (Schmidt und Nyhuis 2021: 8). Diese sind der Abbildung 4 zu entnehmen.

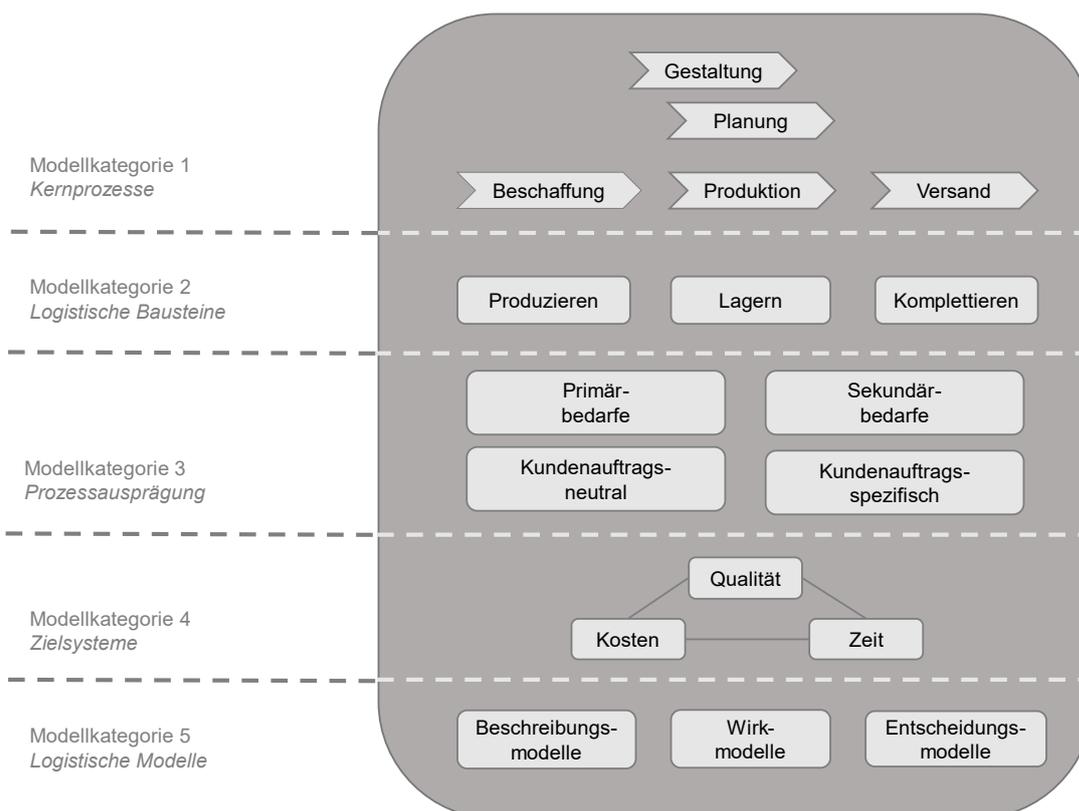


Abbildung 4 Modellkategorien des Hannoveraner Lieferkettenmodells (eigene Darstellung in Anlehnung an Schmidt und Nyhuis 2021: 8)

Die *Kernprozesse* beinhalten diejenigen Prozesse, die im produzierenden Gewerbe zur Leistungserstellung notwendig sind, und umfassen die Beschaffung, die Produktion und den Versand. Die Prozesse Gestaltung und Planung sind ebenfalls den Kernprozessen zuzuordnen, da sich diese über alle zur Leistungserstellung relevanten Prozesse erstrecken und ebenfalls zu dieser beitragen. Die *logistischen Bausteine*, welche die nächste Kategorie im Hannoveraner Lieferkettenmodell darstellen, bestehen aus den drei Elementen Produzieren, Lagern und Komplettieren. Je nachdem, wie diese logistischen Bausteine im Rahmen der Unternehmung gestaltet werden, sind unterschiedliche Prozessausprägungen zu erwarten (Schmidt und Nyhuis 2021: 7). Eine Leistung wird entweder kundenauftragsneutral oder kundenauftrags-spezifisch erstellt. Erfolgt die Leistungserstellung kundenauftragsneutral, liegen keine Kundenaufträge vor und es wird in ein Lager produziert. Das Ergebnis sind Primärbedarfe. Erfolgt die Erstellung der Leistung wiederum kundenauftrags-spezifisch, liegen konkrete Kundenaufträge vor, an denen sich die Leistungserstellung orientiert (Schmidt und Nyhuis 2021: 13). Die nächste Kategorie beherbergt *Zielsysteme*, welche die elementaren Zielgrößen der unterschiedlichen Kernprozesse aufzeigen (Schmidt und Nyhuis 2021: 7). Zu diesen zählen die Kosten, die Qualität und die Zeit (Schmidt und Nyhuis 2021: 8), die im weiteren Verlauf dieses Kapitels näher beleuchtet werden. Die letzte Kategorie ist die der *logistischen Modelle*, wobei diese „die theoretische Basis zur Beschreibung und Analyse des Systemverhaltens und der

Wechselwirkungen innerhalb und zwischen den Prozessen“ (Schmidt und Nyhuis 2021: 7) (ebd.). Beschreibungs-, Wirk- und Entscheidungsmodelle sind in dieser Kategorie enthalten (Schmidt und Nyhuis 2021: 8); das Wirkmodell wird für die Erarbeitung der Wirkbeziehungen zwischen den Verfahren der Produktionsprogrammplanung und den logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette bedeutend sein.

Die Darstellungsebenen im Hannoveraner Lieferkettenmodell

Die Darstellung des Hannoveraner Lieferkettenmodells besteht aus verschiedenen Ebenen, wobei die oberste Ebene als die Ebene der PPS-Hauptaufgaben bezeichnet werden kann. Diese Hauptaufgaben werden durch den Ablauf des Hannoveraner Lieferkettenmodells in eine chronologische Abfolge gebracht (Schmidt und Nyhuis 2021: 75). Zudem besteht das Modell aus der unternehmensinternen Lieferkette mit den Kernprozessen Beschaffung, Produktion und Versand, baut auf der Aufgabensicht des zuvor dargestellten Aachener PPS-Modells auf (ebd.) und ist in Abbildung 5 schematisch dargestellt:

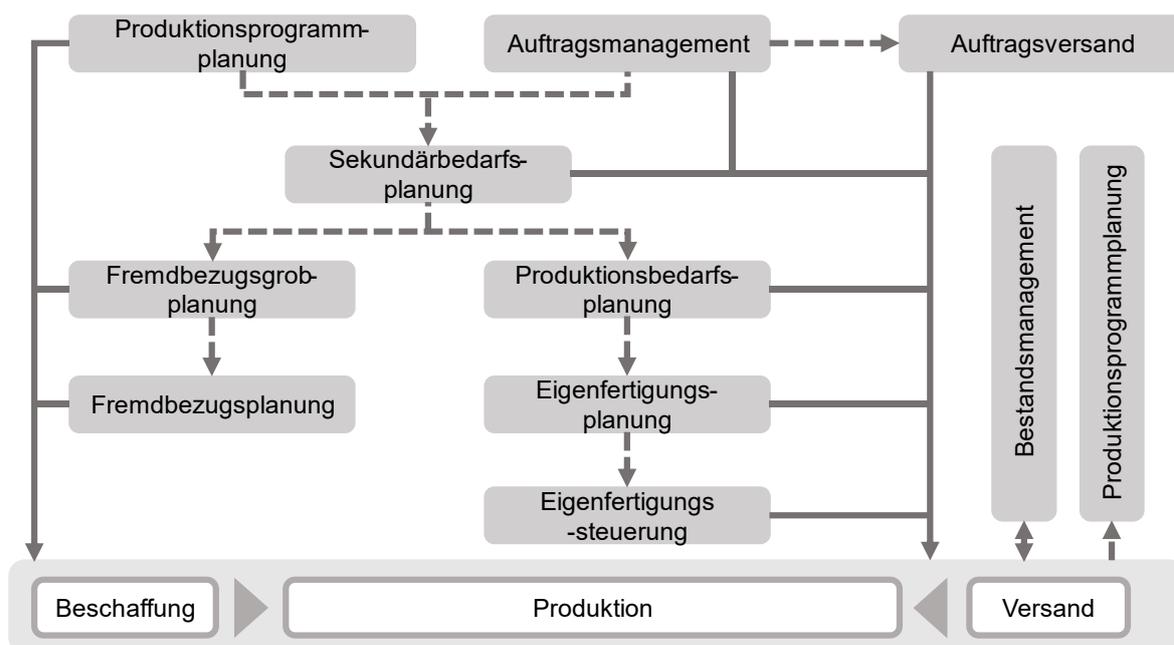


Abbildung 5 Ebene der Hauptaufgaben im Hannoveraner Lieferkettenmodell (eigene Darstellung in Anlehnung an Schmidt und Nyhuis 2021: 76)

Das HaLiMo bringt die Wirkzusammenhänge zwischen den Aufgaben der PPS sowie den Soll-, Plan- und Ist-Größen im Materialfluss und den logistischen Zielgrößen in den einzelnen Kernprozessen der unternehmensinternen Lieferkette zum Ausdruck, wobei dieser Aspekt auf dem Modell der Fertigungssteuerung nach Lödding basiert, welches ebenfalls im zweiten Kapitel dieser Bachelorarbeit herangezogen wurde (ebd.). Die Betrachtung dieser Wirkzusammenhänge setzt die nächsttiefere Ebene der PPS-Aufgaben voraus, da die PPS-Aufgaben einen tieferen Einblick in die Prozesse der PPS und ihre Ergebnisse ermöglichen. Dies zeigt die Abbildung 6, welche einen Überblick über die

Aufgaben und signifikanten Prozesse innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* gibt. Die dargestellten Aufgaben und Prozesse werden im vierten Kapitel dieser Bachelorarbeit näher erläutert.

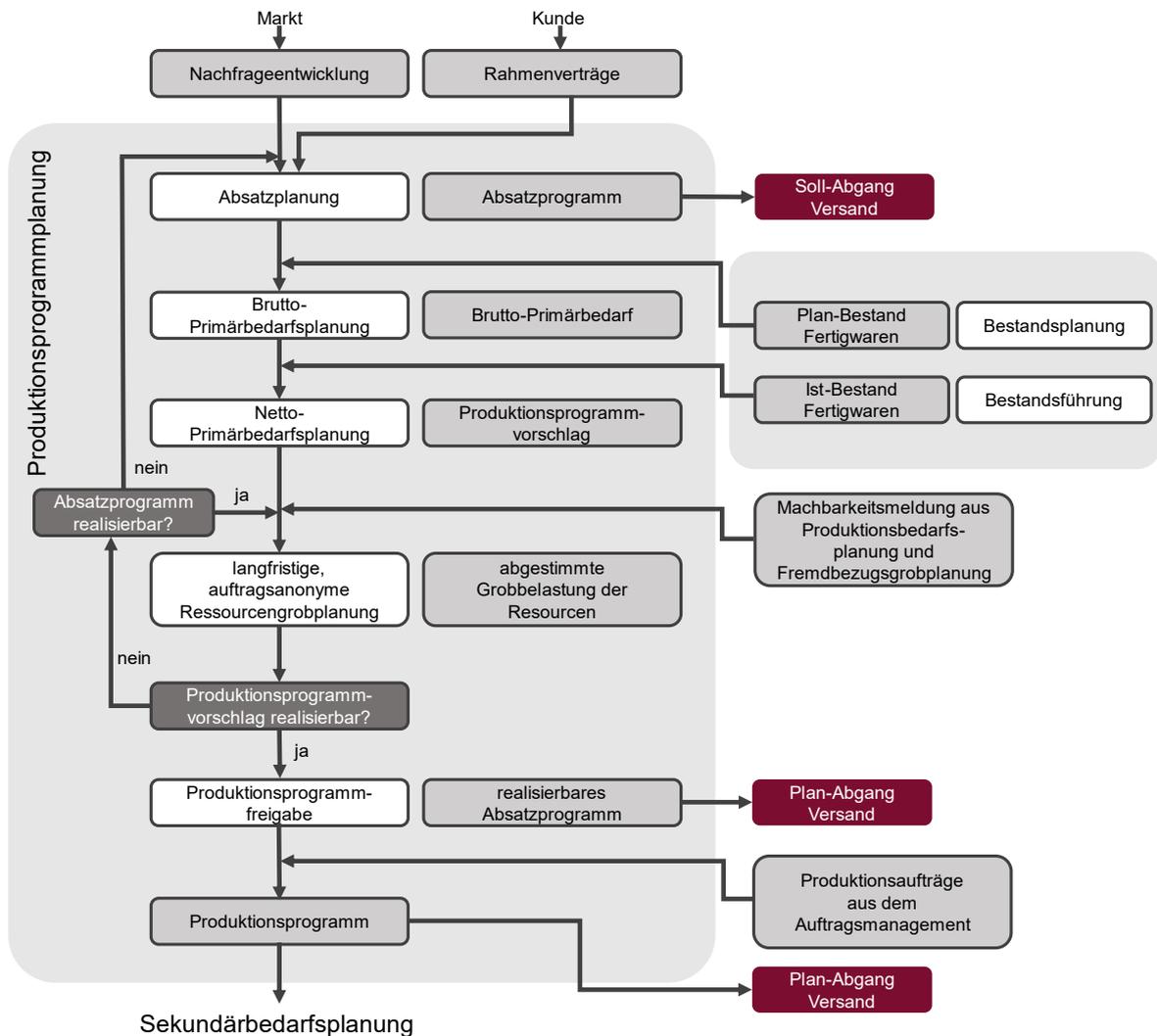


Abbildung 6 Ebene der PPS-Aufgaben am Beispiel der Produktionsprogrammplanung im Hannoveraner Lieferkettenmodell (eigene Darstellung in Anlehnung an Schmidt 2018: 89)

Um die PPS-Aufgaben zu erfüllen, existieren zahlreiche Verfahren, welche bereits in der Literatur beschrieben werden. Diese stellen die nächste Ebene der Verfahren dar und werden im vierten und fünften Kapitel dieser Bachelorarbeit näher beleuchtet.

3.2 Struktur des Hannoveraner Lieferkettenmodells

Der Ausgangspunkt im Hannoveraner Lieferkettenmodell hat zum einen kundenauftragsneutralen und zum anderen kundenauftragspezifischen Charakter. Die PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* ermittelt kundenauftragsneutrale Informationen zur zukünftigen Entwicklung der Nachfrage, indem Prognosen, welche vergangenen Absatzzahlen zugrunde liegen, aufgestellt werden. Den prognostizierten Zahlen werden zudem Marktindikatoren sowie Rahmenverträge mit Kunden angefügt und

sie fließen zusammen in das sogenannte Absatzprogramm. Daraufhin werden der Brutto-Primärbedarf, der Bedarf an verkaufsfähigen Endprodukten (Schmidt und Nyhuis 2021: 92), und der Netto-Primärbedarf ermittelt, welcher sich aus dem Netto-Primärbedarf und den vorhandenen Lagerbeständen ergibt (Wannenwetsch 2021: 62). Anschließend folgt ein ungefähre Abgleich der ermittelten Bedarfe mit den im Unternehmen vorhandenen Ressourcen, wie z. B. Personal oder Anlagen. Gemeinsam mit diesen Informationen entsteht ein Produktionsprogramm, welches das Resultat der PPS-Hauptaufgabe Produktionsprogrammplanung darstellt (Schmidt und Nyhuis 2021: 76).

Die nächste PPS-Hauptaufgabe *Auftragsmanagement* wird kundenauftragsspezifisch initialisiert. Hierbei werden spezifische Kundenaufträge entgegengenommen und es wird Rücksprache über die Wünsche der Kunden gehalten. Daraufhin finden eine Planung und grobe Terminierung der Produktionsaufträge sowie eine Überprüfung der Verfügbarkeit der zur Leistungserstellung erforderlichen Ressourcen statt. Wenn sich die Kundenaufträge nach einer Überprüfung realisieren lassen, so wird der angeforderte Kundenauftrag angenommen. Zusätzlich ergänzen die in der PPS-Hauptaufgabe *Auftragsmanagement* ermittelten Produktionsaufträge das aus der Produktionsprogrammplanung stammende Produktionsprogramm (Schmidt und Nyhuis 2021: 76).

Innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Sekundärbedarfsplanung* werden durch Stücklistenauflösung und Vorlauf- bzw. Umlaufverschiebung die Brutto- und Netto-Sekundärbedarfe abgeleitet. Zudem werden die ermittelten Bedarfe den Beschaffungsarten zugeteilt. Es geht in diesem Schritt um die Entscheidung, ob die Bedarfe fremdbezogen oder im Unternehmen selbst gefertigt werden sollen. Das Ergebnis der Sekundärbedarfsplanung sind ein Fremdbezugsprogramm-vorschlag und ein Eigenfertigungsprogramm-vorschlag (Schmidt und Nyhuis 2021: 77).

Der Fremdbezugsprogramm-vorschlag fließt in die Hauptaufgabe *Fremdbezugsgrobplanung* ein. Dort ist mit Lieferanten Rücksprache bezüglich der Beschaffung der Artikel zu halten, welche für die Deckung der Primär- und Sekundärbedarfe notwendig ist. Sobald die Beschaffung realisierbar ist, wird in diesem Schritt das Fremdbezugsprogramm freigegeben, welches die Grundlage für die PPS-Hauptaufgabe *Fremdbezugsplanung* darstellt (Schmidt und Nyhuis 2021: 77).

Im Rahmen der *Fremdbezugsplanung* wird die Bestellrechnung vollzogen, wobei insbesondere die optimale Bestellmenge sowie -termine berechnet werden. Nun werden die benötigten Bedarfe bei den Lieferanten angefragt und bestellt, sofern keine langfristigen Verträge mit Lieferanten bestehen (ebd.).

Die PPS-Hauptaufgabe *Produktionsbedarfsplanung* basiert auf dem Eigenfertigungsprogrammorschlag, welcher aus der Sekundärbedarfsplanung stammt. Dieser wird nun auf Realisierbarkeit geprüft, indem der Kapazitätsbedarf ermittelt und mit den vorhandenen Kapazitäten abgeglichen wird. Aus dieser Hauptaufgabe resultiert das Eigenfertigungsprogramm (ebd.).

Wirtschaftlich optimale Produktionsmengen werden innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Eigenfertigungsplanung* bestimmt. Zudem findet die Durchlaufterminierung der Produktionsaufträge statt, was bedeutet, dass Start- sowie Endtermine vereinbart werden. Nach erfolgreicher Überprüfung der benötigten Kapazitäten und des benötigten Materials wird ein realisierbarer Produktionsplan freigegeben (Schmidt und Nyhuis 2021: 77).

Der Produktionsplan fließt nun in die PPS-Hauptaufgabe *Eigenfertigungssteuerung* ein, in welcher eine Prüfung der Verfügbarkeit hinsichtlich der Ist-Situation bezüglich des Materials und der Kapazität von Personal und Anlagen stattfindet. Bei positiver Realisierbarkeit werden die Aufträge freigegeben und physisch bearbeitet. Nun erfolgen eine Reihenfolgenbildung der jeweiligen Arbeitssysteme sowie die Steuerung der Kapazitäten (Schmidt und Nyhuis 2021: 77).

Innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Auftragsversand* wird die Belieferung an die Kunden in die Wege geleitet. Hierbei unterscheidet sich der Prozess je nach Prozessausprägung: Kundenspezifisch gefertigte Erzeugnisse (Auftragsfertiger) werden nach ihrer Komplettierung im Auftragsversand an die jeweiligen Kunden weitergegeben. Kundenauftragsneutrale Lagerprodukte (Lagerfertiger) hingegen fließen auf direktem Weg in die PPS-Hauptaufgabe *Auftragsversand*. Die Auslieferung an die Kunden ist das Ergebnis des Auftragsversands (Schmidt und Nyhuis 2021: 77).

Die PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* betrifft fast alle Prozesse der unternehmensinternen Lieferkette, da innerhalb dieser die Bestände organisiert und kontrolliert werden müssen. Dies richtet sich insbesondere auf die Lagerstufen für Roh-, Halb- sowie Fertigfabrikate, deren Bestandsmengen einen Einfluss aufeinander haben (Schmidt und Nyhuis 2021: 78).

Eine weitere sich über die gesamte unternehmensinterne Lieferkette erstreckende PPS-Hauptaufgabe ist das *Produktionscontrolling*. Innerhalb dieser werden Rückmeldedaten aus den Prozessen der Lieferkette entnommen, um die Ist-Situation zu bestimmen. Diese werden mit Soll- und Plan-Größen abgeglichen, um kontinuierlich in den Produktionsablauf einwirken zu können. Zudem ergeben sich durch das Produktionscontrolling „Maßnahmen zur Verbesserung des logistischen Verhaltens“ (ebd.).

3.3 Die unternehmensinterne Lieferkette

Die Lieferkette (Supply Chain) umfasst die gesamten Aktivitäten und Verfahren, welche im Laufe der Leistungserstellung Anwendung finden. Insbesondere bei der Maßnahmenbildung zur Verbesserung von Verfahren und Systemen ist die Lieferkette von großer Relevanz (Poluha 2010: 11). Innerhalb der Lieferkette existieren nicht nur Güterbewegungen, sondern ebenfalls die Bewegung von Informationen, Geld sowie Wissen (Poluha 2010: 12). Aus diesem Grund beinhaltet die Lieferkette „alle Verfahren entlang Produktlebenszyklus, die physikalische, informatorische, finanzielle und wissensbasierte Abläufe zum Bewegen von Produkten und Dienstleistungen vom Lieferanten zum Endverbraucher einschließen“ (Poluha 2010: 12). Sie stellt ein Netzwerk bestehend aus mehreren Organisationen dar, welche gemeinsam daran arbeiten, den Material- sowie Informationsflüsse zwischen Anbieter und Abnehmer zu optimieren. Dabei stehen niedrige Kosten sowie eine schnelle Abwicklung und damit die Befriedigung der Kundenwünsche im Vordergrund (Poluha 2010: 13). Der Informationsfluss verläuft vorwärts – von Kunden zu Lieferanten – und der Materialfluss rückwärts – von Lieferanten zu Kunden (ebd.). Die Haupttätigkeiten innerhalb der Lieferkette sind

- Kauftätigkeit bzw. Beschaffung
- Herstellungstätigkeit bzw. Produktion
- die Bewegungstätigkeit bzw. die Material- und Personalbewegung außer- und innerhalb der Lieferkette
- Lagertätigkeit bzw. das Lagern von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Endprodukten
- die Verkaufstätigkeit bzw. das Marketing und der Vertrieb

(Poluha 2010: 18).

Wie bereits zu Beginn dieses Kapitels beschrieben, setzt sich das Hannoveraner Lieferkettenmodell aus fünf unterschiedlichen Kategorien zusammen. In dem folgenden Abschnitt dieser Bachelorarbeit werden die Kategorien Kernprozesse, logistische Bausteine und Prozessausprägung als wesentliche Bestandteile der unternehmensinternen Lieferkette genauer erläutert.

Die Kernprozesse

Zu den Kernprozessen produzierender Unternehmen gehören die Beschaffung, die Produktion, der Versand sowie die Planung und Gestaltung dieser Prozesse.

Die *Gestaltung* der Kernprozesse zählt zu den strategischen Aufgaben einer Unternehmung und determiniert die Struktur der unternehmensinternen Lieferkette. Dabei ist das Design der Lieferkette an aktuelle Bedingungen anzupassen, unter Beachtung der

Ziele, eine hohe Effektivität und Effizienz zu erreichen. Das übergeordnete Ziel ist die Befriedigung der Kundenbedürfnisse (Schmidt und Nyhuis 2021: 9).

Der Kernprozess *Planung* stellt eine kontinuierlich auftretende Aufgabe einer Unternehmung innerhalb der Produktionsplanung und -steuerung dar. Mögliche Aufgaben sind beispielsweise die Produktionsprogrammplanung oder die Entscheidung, die zu erbringende Leistung selbst zu fertigen oder von Lieferanten zu beschaffen. Das Ziel der Planung ist die Realisierbarkeit des Geplanten und damit die Erreichung der vorher festgelegten Ziele des Unternehmens durch die PPS (Schmidt und Nyhuis 2021: 9 f.).

Im Rahmen der *Beschaffung* wird das Unternehmen mit fremdbezogenen Gütern, wie etwa Rohwaren, Halbwaren, Fertigwaren und Betriebsstoffen, ausgestattet. Diese werden im weiteren Verlauf entweder in einem Wareneingangslager des produzierenden Unternehmens untergebracht oder auf direktem Weg in einem der Kernprozesse weiterverarbeitet. Der Kernprozess *Beschaffung* strebt eine hohe wirtschaftliche Versorgungssicherheit des Unternehmens an und verfolgt das Ziel, den Erfolg des Unternehmens dadurch zu steigern (Schmidt und Nyhuis 2021: 10).

Im Kernprozess *Produktion* findet die physische Wertschöpfung statt, bei welcher aus Roh- und Halbwaren Fertigwaren hergestellt werden. Diese werden durch Fertigung sowie Montage fertiggestellt. Innerhalb dieser Prozesse findet, wenn nötig, eine „zeitliche oder mengenmäßige Entkopplung“ (Schmidt und Nyhuis 2021: 10) durch Zwischenlager statt. Das Ziel des Kernprozesses *Produktion* ist es, die genannten Prozesse so wirtschaftlich wie möglich zu gestalten bzw. auszuführen (ebd).

Die innerhalb der Produktion erzeugten Fertigwaren werden im Kernprozess *Versand* an den Kunden geliefert. Der Versand kann ebenfalls aus dem Fertigwarenlager erfolgen und das Ziel ist die „Minimierung der Logistikkosten unter Einhaltung eines definierten Lieferserviceniveaus“ (Schmidt und Nyhuis 2021: 10).

Die logistischen Bausteine

Jedes Unternehmen ist individuell aufgebaut und setzt sich im Wesentlichen aus den logistischen Bausteinen Produzieren, Lagern und Komplettieren zusammen. Der logistische Baustein *Produzieren* beschreibt die Tätigkeit aller Prozesse, in denen Material verarbeitet wird, wie Fertigungs- und Montageprozesse. Bei dem *Lagern* von Gütern wird eine zeitliche sowie mengenmäßige Entkopplung der Produktionsprozesse beabsichtigt. Eine zeitliche Entkopplung von Gütern bedeutet, dass diese zu einem Zeitpunkt eingelagert und zu einem anderen wieder ausgelagert werden. Bei der mengenmäßigen Entkopplung wiederum wird die Menge der eingelagerten Güter durch die aus dem Lager entnommenen Güter abgelöst (Schmidt und Nyhuis 2021: 10). Der logistische Baustein *Komplettieren* fasst

die mengengerechte Zusammenstellung der Materialien, wie Einzelteile und Baugruppen, für einen Endverbraucher zusammen. Die Zusammenstellung der Artikel erfolgt innerhalb des Materialflusses, wobei es auch durchaus vorkommt, dass verschiedene Materialflüsse zusammenlaufen. Ein Beispiel hierfür wäre eine Konvergenz bei der Montage und dem Versand, bei der die Produkte durch die Montage zu einem verkaufsfähigen Fertigerzeugnis (für den Versand) zusammengefügt werden (Schmidt und Nyhuis 2021: 11).

Prozessausprägung

Die Prozessausprägung stellt die Struktur und den Aufbau der unternehmensinternen Lieferkette dar und setzt sich aus den zuvor vorgestellten Kernprozessen sowie den dort enthaltenen Prozessen zusammen. Dabei kann sich die Prozessausprägung je nach Unternehmung stark unterscheiden (Schmidt und Nyhuis 2021: 11).

Zentral sind dabei die Beziehungen zwischen den Prozessen und die Initialisierung dieser. Die Kernprozesse *Beschaffung*, *Produktion* und *Versand* werden durch den Fluss von Materialien und Informationen miteinander verknüpft, wobei sich der Informationsfluss aus der Planung, Steuerung und dem Controlling dieser Prozesse ableitet. Die Materialflüsse stellen das Fundament der Wertschöpfung dar und verbinden die Kernprozesse durch Zu- und Abgänge von Material miteinander (Schmidt und Nyhuis 2021: 11).

Für den Produktionsprozess und den Materialfluss ist es wichtig, die Art der zu fertigenden Erzeugnisse zu differenzieren. Dabei wird die Herstellung von Fertigwaren zur Deckung von Primärbedarfen und die Herstellung von Halbwaren zur Deckung von Sekundärbedarfen sowie Tertiärbedarfen unterschieden:

1. *Primärbedarfe* sind Bedarfe an verkaufsfähigen Gütern (Schmidt und Nyhuis 2021: 11) und werden auch als Fertigprodukt oder Endprodukt bezeichnet (Wannenwetsch 2008: 80).
2. *Sekundärbedarfe* sind Bedarfe an Rohstoffen, Teilen oder Produktgruppen, welche zur Herstellung von Fertigprodukten eingesetzt werden (Schmidt und Nyhuis 2021: 11). Mit Hilfe von Stücklisten werden aus den soeben erläuterten Primärbedarfen die Sekundärbedarfe abgeleitet, wobei die Stückliste die Gesamtheit der für das zu fertigende Endprodukt erforderlichen Einzelteile beinhaltet (Wannenwetsch 2008: 80).
3. Tertiärbedarfe stellen die während der Produktion zur Leistungserstellung erforderlichen Hilfsstoffe dar (Wannenwetsch 2008: 80).

Der Ausgangspunkt des Materialflusses sind die Beschaffungsmärkte, aus welchen das Material beschafft wird und anschließend in das Wareneingangslager oder direkt in die Produktionsprozesse des produzierenden Unternehmens einfließt (Schmidt und Nyhuis 2021: 11). Werden Handelswaren beschafft, werden diese unmittelbar zum Kernprozess

Versand befördert und in dem Fertigwarenlager gelagert oder an den Kunden versendet (Schmidt und Nyhuis 2021: 11 f.). Im Kernprozess *Produktion* werden die beschafften Materialien zur Deckung der Sekundärbedarfe zu Halbwaren und zur Deckung der Primärbedarfe zu Fertigwaren weiterverarbeitet (Schmidt und Nyhuis 2021: 12). Die innerhalb des Produktionsprozesses hergestellten Produktkomponenten werden entweder im Halbfabrikatlager gelagert oder nach ihrer Herstellung an die nächsten Produktionsbereiche zur Fertigstellung weitergegeben (Schmidt und Nyhuis 2021: 12). Gegebenenfalls findet eine Pufferung statt, bei welcher eine „zeitliche Entkopplung“ der Prozesse (Schmidt und Nyhuis 2021: 10) angestrebt wird (Schmidt und Nyhuis 2021: 10 f.). Diese ist von der Lagerung zu unterscheiden, da es sich bei der Pufferung ausschließlich um eine zeitliche Entkopplung handelt. Bei der Lagerung wird zusätzlich mengenmäßig entkoppelt (Schmidt und Nyhuis 2021: 85). Die Fertigwaren werden schließlich nach ihrer Herstellung an das Fertigwarenlager im Kernprozess *Versand* ausgeliefert, von wo durch eine Bestellung des Kunden die Lieferung zu diesem erfolgt (Schmidt und Nyhuis 2021: 12).

Der nächste formende Aspekt der unternehmensinternen Lieferkette ist die Unterscheidung einer kundenauftragsneutralen von einer kundenauftragspezifischen Produktion (Schmidt und Nyhuis 2021: 13). Bei kundenauftragsneutralen Produktionsprozessen wird ausschließlich in ein Lager, wie das Fertigwarenlager, produziert und es bestehen keine Kundenbestellungen. Der kundenauftragspezifischen Produktion hingegen liegen Kundenbestellungen zugrunde. Dies bedeutet, dass die Produktion termingerichtet und mengenmäßig an den Kundenbedürfnissen ausgerichtet wird. Werden für einen vorher abgestimmten Zeitraum grob zukünftige Plan-Mengen mit Schwankungen vereinbart, so wird von einem Rahmenauftrag gesprochen. Liegen spezifische Kundenbestellungen vor, handelt es sich um einen Kundenauftrag. Wird die unternehmensinterne Lieferkette nun in einen kundenauftragsneutralen und einen kundenauftragspezifischen Teil differenziert, so wird von dem Kundenauftragsentkopplungspunkt (KEP) gesprochen. Der KEP ist deshalb von Bedeutung, da die Prozesse vor und nach dem KEP differenziert betrachtet werden. So existieren beispielsweise vor dem KEP noch keine spezifischen Kundenbestellungen, weshalb sich die Produktionsmengen nach Plan-Bedarfen oder den Verbräuchen aus dem Lager richten. Nach dem KEP erfolgt die Erstellung der Produkte auf Basis konkreter Kundenbestellungen (Schmidt und Nyhuis 2021: 13). Je nach Position des KEP existieren vier verschiedene Formen der Auftragsabwicklung (Wiendahl et al. 2014: 269). Die Auftragsabwicklung beschreibt im Allgemeinen, welche Bereiche der unternehmensinternen Lieferkette kundenauftragsneutralen bzw. kundenauftragspezifischen Charakters sind (Schmidt und Nyhuis 2021: 14). Die Arten der Auftragsabwicklung umfassen „Make-to-Stock“, „Assemble-to-Order“, „Make-to-Order“ und

„Engineer-to-Order“ (Wiendahl et al. 2014: 269), welche der angegebenen Literatur zu entnehmen sind. Diese finden im Rahmen dieser Bachelorarbeit keine Anwendung und werden daher nicht weiter vorgestellt.

Es ist jedoch zu akzentuieren, dass die erwähnten Auftragsabwicklungsarten unterschiedliche Zielgrößen hervorbringen, welche zu verfolgen sind. So umfassen die logistischen Zielgrößen vor dem KEP beispielsweise das Verringern der Logistikkosten, das der hohen Auslastung vorhandener Kapazitäten und der Reduzierung des Bestands zugrunde liegt. Nach dem KEP stehen die Zielgrößen *Logistikleistung*, *Lieferzeit* und *Liefertreue* im Vordergrund (Wiendahl et al. 2014: 270).

3.4 Zielgrößen innerhalb der unternehmensinternen Lieferkette

3.4.1 Anforderungen an Zielgrößen

Ziele sind Zustände, die zukünftig in Unternehmen erreicht werden sollen und als Basis für Entscheidungen innerhalb der Unternehmung dienen. Zudem können sie motivierend auf Mitarbeiter wirken (Arndt 2021: 149). Dabei sollten sie eindeutig, realisierbar und aktuell sein und müssen aus einem Inhalt und einem Ausmaß bestehen. So muss aus der Formulierung eines Ziels hervorgehen, was erreicht werden soll und in welchem Umfang dies geschehen soll (ebd.). Das Ziel eines Unternehmens ist es, Kunden langfristig zu binden und somit Gewinne zu erzielen (Schmidt und Nyhuis 2021: 16). Um sich weiterhin auf den Märkten zu halten, sind die Qualität, angemessene Preise sowie kürzer werdende Lieferzeiten unabdingbar (ebd.). Daraus lassen sich drei entscheidende Leistungsziele ableiten: *Qualität*, *Zeit* und *Kosten* (Westkämper 2006: 68), welche sich, wie in Abbildung 7 dargestellt, zu einem Dreieck verbinden lassen (Westkämper 2006: 69).

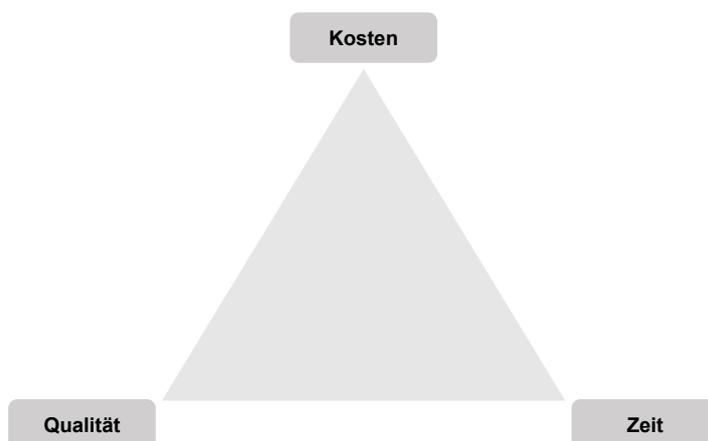


Abbildung 7 Das magische Dreieck (eigene Darstellung in Anlehnung an Westkämper 2006: 68)

Die Leistungsziele *Qualität*, *Zeit* und *Kosten* stellen eine wichtige Basis für die „Planung, Steuerung, Kontrolle und Beurteilung unternehmerischer Prozesse“ dar (Arndt 2021: 150), da die Forderungen der Märkte kontinuierlich steigen (Westkämper 2006: 69). Sie fordern

immer kürzere Zeiten in der Entwicklung, der Produktion sowie innerhalb des Versands (ebd.). Die Leistungsziele innerhalb des Dreiecks sind nicht nur separat zu betrachten, sondern können sich gegenseitig beeinflussen. So sind Zeit und Kosten proportional zueinander: Je kürzer die Zeiten einzelner Vorgänge oder Durchlaufzeit der Aufträge, desto geringer sind die Kosten. Beispielsweise sinken die Gehälter und Maschinenkosten, wenn die Bearbeitungszeit des Produktes kürzer wird. Es könnte jedoch vorkommen, dass durch verkürzte Zeiten Qualitätsverluste hervorgebracht werden (Westkämper 2006: 69).

Zusätzlich ist es zu den wesentlichen Leistungszielen wichtig, externe von internen logistischen Zielen zu unterscheiden, wobei externe Zielgrößen eher auf den Kunden ausgerichtet sind und die internen Zielgrößen die Produktionskosten beleuchten. Aus den Produktionskosten ergibt sich schließlich der Preis des Produktes und diese sind deshalb von großer Relevanz (Lödding 2005: 19 f.).

Da diese Bachelorarbeit die Wirkbeziehungen der Verfahren der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* mit den logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette untersucht, sind angelehnt an das HaLiMo ausgewählte Zielgrößen bedeutend, welche im Folgenden differenziert betrachtet und erläutert werden. Dabei werden sie den zuvor vorgestellten Leistungszielen Qualität, Zeit und Kosten zugeordnet. Im Anschluss wird der Begriff des Zielkonfliktes erklärt.

3.4.2 Zielgrößen innerhalb des Leistungsziels *Qualität*

Das Leistungsziel *Qualität* ist für einen langfristigen Erfolg am Markt unabdingbar und entscheidet über den weiteren Bestand des Unternehmens. Qualität beschreibt die Befriedigung der Kundenanforderungen, der Anforderungen der Märkte sowie der Gesetze und Normen (Westkämper 2006: 69). Hierbei ist es wichtig hervorzuheben, dass diese Aufgabe nicht nur für physische Produkte gilt, sondern auch für die Herstellungsprozesse und -abläufe. Die Probleme sollten frühestmöglich erfasst und anschließend Ursachen und Auswirkungen untersucht werden, um geeignete Maßnahmen zur Eliminierung und Vermeidung des Problems ergreifen zu können (Westkämper 2006: 70). An dieser Aussage lässt sich festhalten, dass sich sowohl die Produktqualität als auch die Qualität der Prozesse zum Teil an dem Qualifikationsniveau der Mitarbeiter determinieren lassen. Zudem spielen die verfügbaren Materialien und Produktionstechnologien eine zentrale Rolle (Schmidt und Nyhuis 2021: 17). Die Zielgrößen innerhalb des Leistungsziels *Qualität* beeinflussen anteilig die Wirtschaftlichkeit der Unternehmung. Zu diesen zählen beispielsweise „geringe Ausfallraten, niedrige Fehlerquoten, eine hohe Produktqualität und wenig Nacharbeit“ (Westkämper 2006: 70). Zudem ist die Qualität bei einem Endverbraucher sichtbar und wird durch weitere Aspekte, wie den Zustand der Versand- und Rechnungsdokumente, ergänzt (Schmidt und Nyhuis 2021: 16). Insbesondere im

Kernprozess *Versand* kommt den Zielgrößen eine bedeutende Rolle zu, da sie an dieser Schnittstelle zum Kunden unmittelbar auf die Kundenzufriedenheit wirken (Schmidt und Nyhuis 2021: 18).

Im Kernprozess *Beschaffung* ist die für diese Arbeit relevante Zielgröße der *Anteil gelieferter Gutteile*. Diese beschreibt die Menge an Teilen, die von einem Lieferanten an das produzierende Unternehmen verschickt wurden, bei denen keine Fehler bzw. Makel hinsichtlich der Qualität festgestellt wurden. Aus dem Verhältnis dieser Menge zur Gesamtmenge aller gelieferten Teile lässt sich der Anteil der gelieferten Gutteile bestimmen. Dabei kann es sich um eine gesamte Breite an Produkten, Lieferanten oder einzelnen Gütern handeln (Schmidt und Nyhuis 2021: 18).

Die Ausschussquote berechnet sich aus der Anzahl der Produkte mit Auffälligkeiten hinsichtlich der Qualität im Verhältnis zur Gesamtanzahl der produzierbaren Produkte. Im Kernprozess *Produktion* ist sie von Bedeutung, da sie den *Ausschuss* von Halb- und Fertigwaren zusammenfasst, welche den technischen qualitätsrelevanten Anforderungen nicht genügen (Reichmann 2014: 308 f.). Mögliche Maßnahmen wären in diesem Falle eine Nachbearbeitung oder eine Verschrottung (Schmidt und Nyhuis 2021: 18). Aus diesem Grund sind regelmäßige Qualitätskontrollen notwendig, um mögliche Ursachen wie Fehler am Material, Fehler bei der Bearbeitung der Artikel etc. festzustellen (Reichmann 2014: 308 f.).

Innerhalb des Kernprozesses *Versand* ist die *Lieferqualität* von großer Bedeutung. Diese legt einerseits die Übereinstimmung der ausgelieferten Produkte mit dem Kundenauftrag hinsichtlich der Art und Menge dar. Andererseits beschreibt die Lieferqualität den Zustand der Produkte, welche idealerweise frei von Beschädigungen, Verschmutzungen etc. sein sollten (Fleischmann 2008: 8). Rechnerisch lässt sie sich aus der Anzahl der ausgelieferten Teile ohne Reklamationen der Kunden (innerhalb eines Zeitraumes) im Verhältnis zur Gesamtzahl der Lieferungen (des Zeitraumes) bestimmen (Schmidt und Nyhuis 2021: 18). Wie bereits angedeutet, können zur Lieferqualität außerdem die Kundenzufriedenheit hinsichtlich der Liefertreue, Lieferflexibilität sowie Beratungsqualität gerechnet werden (Arndt 2021: 136).

3.4.3 Zielgrößen innerhalb des Leistungsziels *Kosten*

Das Leistungsziel *Kosten* beherbergt sowohl allgemeine Kosten, wie Prozesskosten, als auch Logistikkosten. Die Logistikkosten entstehen dort, wo die Faktoren Material, Mitarbeiter, Betriebsmittel und Kapitalbindungskosten eine Rolle spielen (Fleischmann 2008: 8). Die wesentlichen Zielgrößen sind die *Bestände* sowie die *Auslastung*, welche in mehreren Kernprozessen der unternehmensinternen Lieferkette wiederzufinden sind (Schmidt und Nyhuis 2021: 19).

Die *Auslastung* ist eine bedeutende Zielgröße innerhalb des Kernprozesses *Produktion* und wird bestimmt durch das Verhältnis aus einem geplanten Abgang, welcher mit einer vorgenommenen Leistung erreichbar ist, und dem tatsächlichen Abgang, der die tatsächlich geleistete Arbeit innerhalb eines bestimmten Zeitraumes widerspiegelt (Wiendahl 2014: 257). Die Leistung ist wiederum definiert als das Verhältnis der verrichteten physischen Arbeit und der Länge eines bestimmten Zeitraums (Nyhuis und Wiendahl 2012: 26). Die von einem Unternehmen geplante Leistung umfasst die maximal mögliche Leistung, welche um Zeiten, in denen nicht gearbeitet wird, Pausen sowie um Störungen vermindert wird (Wiendahl 2014: 257). Das Ziel der Produktionsplanung und -steuerung ist es, u. a. die Auslastung der Kapazitäten zu erhöhen (Schuh et al. 2012: 29).

Eine Zielgröße, die entlang der unternehmensinternen Lieferkette in allen Kernprozessen wiederzufinden ist, ist der *Bestand*. Die wesentliche Aufgabe des Bestandsmanagements besteht darin, die Wirkung der Prozesse innerhalb der Produktion und des Versands hinsichtlich der Bestände zu durchleuchten und die Prozesse diesbezüglich zu planen. Ziel dieser Aufgabe ist die Optimierung der Bestände, wobei diese in die entsprechenden Arten, wie beispielsweise Losgrößenbestände, Sicherheitsbestände, mittlere Bestände, Work-in-Process etc., differenziert werden sollten. Bei dem Losgrößenbestand handelt es sich um einen Zufluss an Beständen, welche losweise passieren. Diese decken den Bedarf eines festgelegten Zeitraumes im Vorfeld. Der Sicherheitsbestand verfolgt das Ziel, Unsicherheiten entgegenzuwirken. Treffen unbekannte Bedarfe ein, so dient der Sicherheitsbestand als sichere Ressource, auf welche zurückgegriffen wird. Ebenfalls kann bei Störungen während der Produktion oder schwankenden Lieferfristen beschaffter Produkte auf diese zurückgegriffen werden (Fleischmann 2008: 11). Im Rahmen des HaLiMo ist der mittlere Bestand bedeutend. Dieser tritt auf als Bestand, Halbfabrikatbestand sowie als Fertigfabrikatbestand und berechnet sich aus dem Verhältnis der Summe der einzelnen Bestände innerhalb eines Zeitabschnittes und der Anzahl der Zeitabschnitte im betrachteten Zeitraum (Nyhuis und Wiendahl 2012: 28). Der Auftragsbestand, auch *Work-in-Process* (WIP) genannt, beschreibt alle sich in der Produktion oder im Transport befindlichen Bestände sowie Teile, welche innerhalb der Produktionsprozesse gepuffert wurden (Fleischmann 2008: 11). Der Zweck dieser Zielgröße ist es, die Kosten der Bestände im Lager und in der Produktion zu reduzieren (Arndt 2021: 141), da Bestände Kapitalbindung verursachen (Hoppe 2008: 32).

3.4.4 Zielgrößen innerhalb des Leistungsziels *Zeit*

Die Zielgrößen des Leistungsziels *Zeit* nehmen insbesondere im Kernprozess *Versand* eine zentrale Rolle ein, da sie unmittelbar auf den Kunden einwirken und über die Zufriedenheit dieser entscheiden (Schmidt und Nyhuis 2021: 21).

Die *Durchlaufzeit* beschreibt die Zeit vom Beginn des Produktionsauftrags bis zu seiner endgültigen Fertigstellung (Wiendahl 2011: 199). Sie beinhaltet alle Zeitspannen, die für die Bearbeitung der Erzeugnisse erforderlich waren. Es sind somit auch Rüstzeiten, Transportzeiten innerhalb der Produktionsprozesse sowie Wartezeiten vor Produktionsanlagen inbegriffen. Die Durchlaufzeit sollte möglichst kurzgehalten werden, weil diese Zielgröße die Lieferzeit beeinflusst. Sie mindert die Flexibilität und steigert die Kosten (Arndt 2021: 132).

Die logistische Zielgröße *Termineinhaltung* wird bestimmt aus der Differenz der geplanten Abgänge der Güter aus einem Prozess in einen nächsten und den tatsächlichen Abgängen dieser Güter. Sicherheitszeiten können dazu beitragen, eine höhere Termineinhaltung zu gewährleisten. Je höher die Sicherheitszeit, desto eher können Termine zur Weitergabe von Gütern eingehalten werden. Der Nachteil dieser Maßnahme sind jedoch hohe Bestände und verlängerte Durchlaufzeiten (Schmidt und Nyhuis 2021: 86).

Die Zielgröße *Lieferfähigkeit* sagt aus, inwiefern Kundenaufträge in Bezug auf die geplanten Absatzmengen befriedigt werden können (ebd.). Sie wird ermittelt aus dem Verhältnis der Anzahl der zugesagten Kundenaufträge und der Anzahl der gesamten Kundenaufträge. Diese Zielgröße gibt Auskunft darüber, wie leistungsfähig und flexibel ein Unternehmen auf eingehende Kundenaufträge reagieren kann. Daher sollte die Lieferfähigkeit einen möglichst hohen Wert einnehmen, um Kosten aufgrund von Fehlmengen oder Kundenunzufriedenheit zu vermeiden (Arndt 2021: 135).

Die Liefertermineinhaltung ist von besonderer Bedeutung, da sie eine externe Zielgröße darstellt. Sie beschreibt den Anteil pünktlicher oder vorzeitiger Auslieferungen an Kunden in Bezug auf einen bestimmten Zeitraum. Die Liefertermineinhaltung stellt eine Sonderform der Termintreue dar und ist von strategischem Charakter, da sie auf den Erfolg des Unternehmens einwirkt (Lödding 2016: 27 f.). Sie wird bestimmt aus dem Verhältnis der Anzahl der Aufträge mit Lieferterminabweichung und der Anzahl aller Aufträge innerhalb eines Zeitraumes (Lödding 2016: 28).

Eine weitere relevante Zielgröße ist die *Termintreue*, welche von der Lieferzuverlässigkeit abhängt. Ist die Zuverlässigkeit hinsichtlich der Weitergabe der Güter innerhalb der Produktionsprozesse grundsätzlich niedrig, ist wegen des Verzugs mit Störungen innerhalb der Produktion zu rechnen. Die Termintreue berechnet sich aus dem Verhältnis zwischen der Anzahl termintreuer Lieferungen einer Zeitperiode und der Anzahl aller Lieferungen dieser Zeitperiode (Arndt 2021: 134).

Wenn Kunden aufgrund nicht verfügbarer verkaufsfähiger Erzeugnisse nicht beliefert werden können, besteht das Risiko, dass diese sich die geforderten Produkte bei

Wettbewerbern beschaffen. Die Folge ist, dass das Unternehmen dadurch Umsatzverluste erleidet (Lödding 2016: 31). Die Zielgröße, die Einfluss auf diese Situation ausübt, ist der *Servicegrad*. Dieser beschreibt das Verhältnis der Anzahl der Artikel, die bei Nachfrage der Kunden vorhanden sind, und der Anzahl aller nachgefragten Produkte (Wiendahl 2014: 270). Der Servicegrad ist demnach höher, wenn die Lagerbestände hoch sind. Aufgrund der höheren Bestände existieren jedoch auch erhöhte Bestandskosten innerhalb der Unternehmung (Lödding 2016: 31).

Eine weitere Zielgröße, welche im Kernprozess *Versand* Bedeutung erlangt, ist die *Lieferzeit*. Sie beschreibt die Zeit, die zwischen dem eingehenden Kundenauftrag und der Auslieferung vergeht (Lödding 2005: 20). Die Lieferzeit sollte möglichst kurz sein, da diese von den Kunden gefordert wird, um in ihren eigenen Produktionsprozessen möglichst geringe Sicherheitsbestände halten und flexibel auf unerwartete Absatzmengen reagieren zu können (Arndt 2021: 131).

Die Tabelle 1 zeigt nochmals relevante Zielgrößen auf, wobei diese in externe und interne Zielgrößen differenziert werden.

Zielrichtung	Qualität	Kosten	Zeit
extern	Anzahl gelieferter Gutteile	Termintreue	Preis
	Lieferqualität	Lieferzeit	
		Lieferfähigkeit	
		Liefertermineinhaltung	
		Servicegrad	
intern	Ausschussquote	Durchlaufzeit	Prozesskosten
			Produktivität
			Auslastung
			Bestand
			Work in Process

Tabelle 1 Einteilung in externe und interne Zielgrößen (in Anlehnung an Wiendahl 2019: 246)

Zwischenbetrachtung

Im Rahmen des dritten Kapitels wurden die Bestandteile sowie der Grobablauf des Hannoveraner Lieferkettenmodells vorgestellt, welche in dieser Bachelorarbeit von großer Bedeutung sind. Sie dienen als Grundlage für die Ergebnisse dieser Arbeit und sollen zum Verständnis der Modelle, welche im fünften Kapitel vorgestellt werden, beitragen. Insbesondere das Verständnis über die Ebenen im HaLiMo, der Aufbau der

unternehmensinternen Lieferkette sowie die logistischen Zielgrößen sind Gegenstand der Modellierung und für die Ausarbeitungen dieser Bachelorarbeit relevant. Im folgenden Kapitel sollen insbesondere die PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* betrachtet werden sowie die dort enthaltenen Aufgaben und Zielkonflikte.

4 Grundlagen der Produktionsprogrammplanung

4.1 Bedeutung der Produktionsprogrammplanung

Die Produktionsprogrammplanung ist eine kontinuierlich auftretende und periodisch zu erfüllende Hauptaufgabe der Produktionsplanung und -steuerung (Schuh et al. 2014: 64). Sie liegt bereits determinierten Leistungskonzepten und einer festgelegten Infrastruktur der Produktion eines Unternehmens zugrunde und hat die Aufgabe, die Erzeugnisse zeitbezogen nach Art und Menge für einen bestimmten Planungszeitraum festzuhalten (Zäpfel 1996: 79). Zudem werden innerhalb der Produktionsprogrammplanung die zur Erstellung der Erzeugnisse erforderlichen Kapazitäten, wie Betriebsmittel und Personal, festgelegt (Fandel et al. 2009: 108). Diese Aufgaben sind bedeutend, da die Informationen als Grundlage für die Investitions- und Personalplanung dienen und die Planung der Beschaffung auf diese auszurichten ist. Zudem fließen die Informationen der Produktionsprogrammplanung in die Finanzplanung des produzierenden Unternehmens ein, weil die Auszahlungen an das Personal, Betriebsmittel sowie Werkstoffe innerhalb bestimmter Zeiträume nicht höher als die eingehenden Einzahlungen und weitere Finanzierungen sein dürfen. Da offensichtlich mehrere Schnittstellen der Produktionsprogrammplanung mit weiteren Funktionen der Betriebsorganisation vorhanden sind, ist sie als Hauptaufgabe in die unternehmerische Gesamtplanung einzuordnen (Fandel et al. 2009: 108). Wichtig ist außerdem, dass zeitliche Diskrepanzen und mengenmäßige Abweichungen zwischen der Leistungserstellung im Unternehmen und dem Leistungsbedarf im Absatzmarkt dazu führen können, dass die Fertigwaren in einem Fertigwarenlager aufbewahrt werden müssen, bis sie schließlich abgesetzt werden können (Hoitsch 1993: 274). Aus diesem Grund sind enge Rücksprachen zwischen der Produktion und dem Vertrieb notwendig (Schuh et al. 2014: 64).

Das Oberziel der Produktionsprogrammplanung besteht darin, durch die Planung des Produktionsablaufes (Hackstein 1989: 10) einen maximalen Gewinn für das Unternehmen zu erwirtschaften (Fandel et al. 2009: 108). Das Ergebnis dieser Planung ist ein Produktionsprogramm, welches zeitliche und mengenmäßige Informationen über die zukünftige Produktion beherbergt (Hackstein 1989: 10).

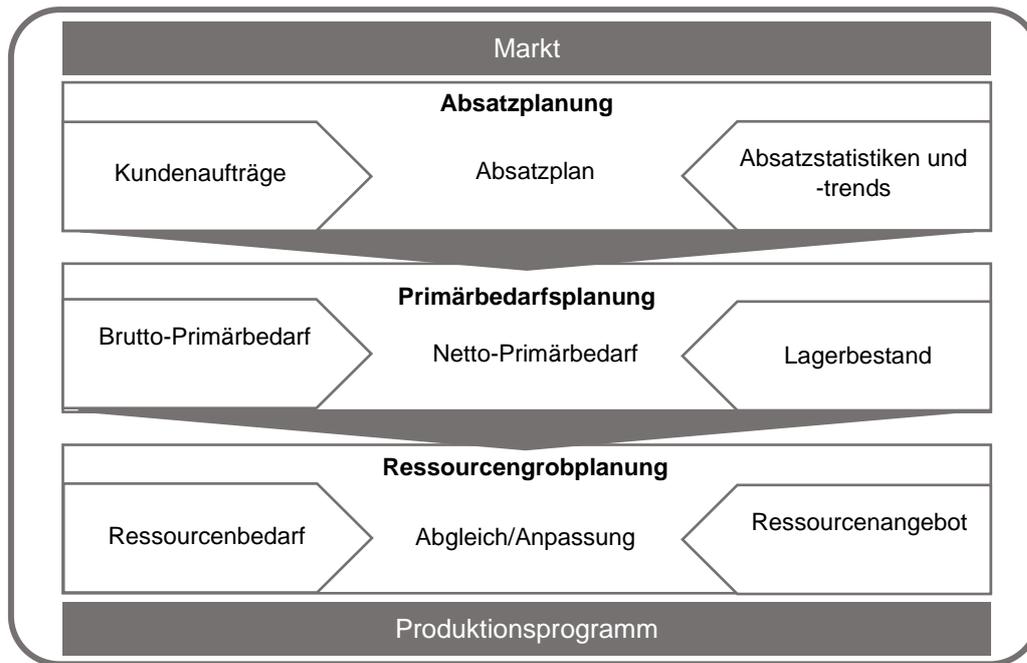


Abbildung 8 Ablauf der Produktionsprogrammplanung (eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh et al. 2014: 65)

Wie aus der Abbildung 8 hervorgeht, wird der Brutto-Primärbedarf eines bestimmten Zeitraumes aus Kundenaufträgen und vergangenen Absatzzahlen bzw. den daraus abgeleiteten Prognosen ermittelt (Hackstein 1989: 10). Aus diesem wird, gemeinsam mit Informationen zum Lagerbestand und weiteren Informationen, der Netto-Primärbedarf festgelegt (Schmidt und Nyhuis 2021: 99). Als Letztes ist zu prüfen, ob das entstandene Produktionsprogramm zu einer ausgewogenen Belastung vorhandener Kapazitäten führt. Hierfür ist eine grobe Planung der Termine und Kapazitäten miteinzubeziehen (Hackstein 1989: 11).

Die Produktionsprogrammplanung ist besonders geeignet für eine Vorrats- und Marktproduktion, bei der standardisierte Fertigerzeugnisse innerhalb einer Serienfertigung hergestellt werden, da diese mit höherer Sicherheit durchgeführt werden können (Hoitsch 1993: 274). Werden die Fertigerzeugnisse rein kundenauftragsspezifisch hergestellt, erfolgt die Produktionsprogrammplanung auf Basis eintreffender Kundenaufträge. Werden sie rein kundenauftragsneutral produziert, dienen Prognosedaten aus vergangenen Absätzen als Grundlage des Produktionsprogramms (Schuh et al. 2014: 64). Jedoch sind eine reine kundenauftragsneutrale oder eine reine kundenauftragsspezifische Produktion in der Praxis sehr selten und finden parallel zueinander statt (Schuh et al. 2014: 65). Es werden beispielsweise bis zu einer gewissen Produktionsstufe, dem KEP, die Fertigerzeugnisse im Voraus kundenauftragsneutral hergestellt bzw. eingekauft und anschließend im Lager bis zum Absatz aufbewahrt. Wenn die geforderten Lieferzeiten der Kunden kürzer sind als die Wiederbeschaffungszeit der eingekauften Güter, kann auf diese Weise sichergestellt werden, dass die Kunden mit den Fertigerzeugnissen bedient werden können (Schuh et al.

2014: 64). Oberhalb des KEPs wird erst dann produziert, wenn konkrete Kundenaufträge eingehen (Schuh et al. 2014: 65). Das Ziel der Produktionsprogrammplanung ist, wie bereits erwähnt, ein Produktionsplan, welcher langfristig realisierbar ist (Schuh et al. 2014: 63).

4.2 Detaillierungsgrade innerhalb der Produktionsplanung und -steuerung

Die Produktionsplanung und -steuerung besteht aus zahlreichen Prozessen, welche insgesamt, wie in Kapitel 2.4 beschrieben, das Ziel der Gewinnmaximierung des Unternehmens verfolgen. Bei der Betrachtung der einzelnen Prozesse und ihrer Interaktionen ist es notwendig, die Prozesse der PPS korrekt zu kategorisieren. Hilfreich sind hierfür die in der PPS vorkommenden Detaillierungsgrade nach SCHMIDT und NYHUIS (Schmidt und Nyhuis 2021: 95).

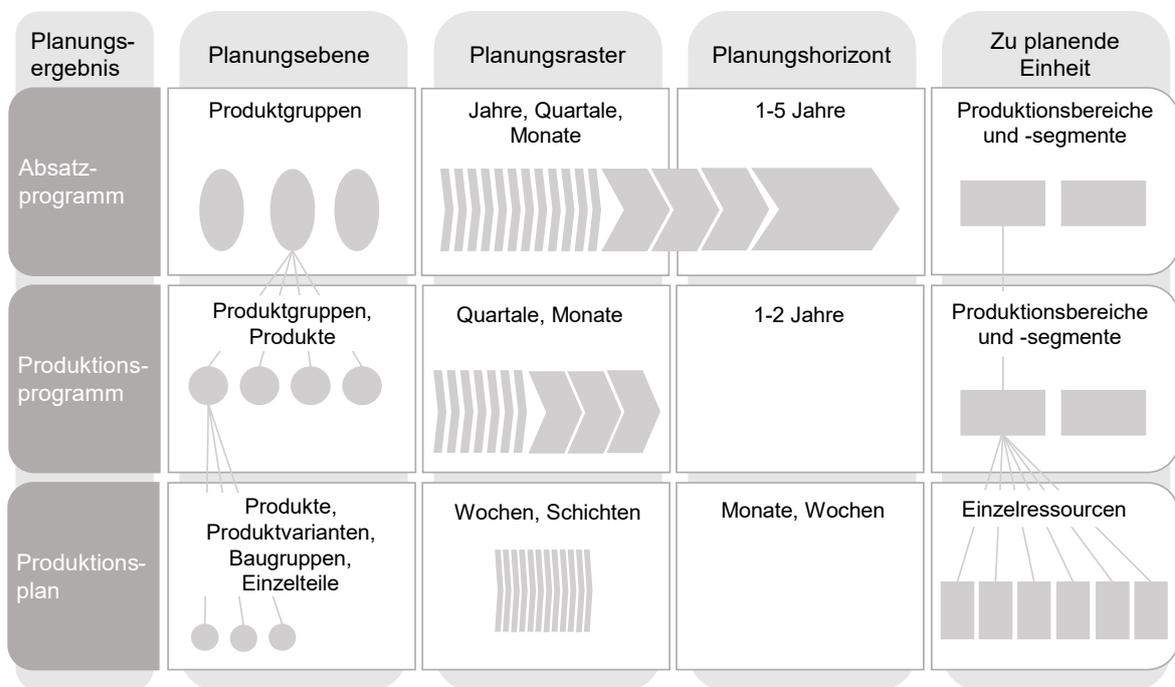


Abbildung 9 Detaillierungsgrade innerhalb der Produktionsplanung und -steuerung (eigene Darstellung in Anlehnung an Schmidt und Nyhuis 2021: 95)

Aus der Abbildung 9 wird ersichtlich, dass sich die zu planenden Einheiten innerhalb der PPS über verschiedene Ebenen, Raster und Horizonte erstrecken und sukzessiv immer präziser geplant werden. Wichtig ist zu erwähnen, dass die Zuordnung der Prozesse bzw. der ausgeführten Aufgaben zu den jeweiligen Detaillierungsgraden in produzierenden Unternehmen von der Organisationsstruktur des Unternehmens abhängig ist (Schmidt und Nyhuis 2021: 94). Die Abbildung und Kategorisierung dieser Detaillierungsgrade dienen lediglich zur Abstraktion der in der PPS vorhandenen komplexen Ebenen und werden in dieser Bachelorarbeit herangezogen, um die Abläufe innerhalb der Produktionsprogrammplanung besser einordnen zu können.

Im ersten Detaillierungsgrad ist das Ziel die Erstellung eines Absatzprogrammes mit der Planungsebene der Produktgruppen. Die Erstellung kann über Monate, Quartale oder auch Jahre erfolgen und gilt für einen Planungshorizont für ein bis fünf Jahre. Die zu planende Einheit sind Produktionsbereiche und -segmente, wobei u. a. mit der Grobplanung der Ressourcen eine Prüfung der Kapazitäten stattfindet. Es wird ermittelt, ob mittel- bis langfristig zu wenig bzw. zu viele Kapazitäten vorhanden sind, um diese dementsprechend anzupassen (Schmidt und Nyhuis 2021: 95).

Das aus dem ersten Detaillierungsgrad resultierende Absatzprogramm wird im zweiten Detaillierungsgrad als Grundlage für die Erstellung des Produktionsprogrammes verwendet. Es wird auf der Ebene der Produktgruppen oder auch Produkte geplant und monatlich oder quartalsweise durchgeführt. Das Produktionsprogramm gilt für einen Planungshorizont von ein bis zwei Jahren und plant, wie im ersten Detaillierungsgrad auch, Produktionsbereiche und -segmente. In dem Produktionsprogramm werden zusätzlich die im Unternehmen vorhandenen Ressourcen genauer betrachtet und mit dem Ressourcenbedarf abgeglichen. Wie im ersten Detaillierungsgrad werden ebenso in diesem Detaillierungsgrad konkrete Kundenaufträge mit genaueren Informationen zu der Menge und den Terminen noch nicht betrachtet. Es werden zunächst Plan-Bedarfe vorgesehen, welche durch bereits bestätigte Aufträge aus dem Auftragsmanagement ergänzt werden (Schmidt und Nyhuis 2021: 95).

Innerhalb des dritten Detaillierungsgrades wird aus dem Produktionsprogramm der Produktionsplan erstellt. Die für diesen Schritt relevanten PPS-Hauptaufgaben sind die Sekundärbedarfs-, die Produktionsbedarfs- sowie die Eigenfertigungsplanung. Es werden in diesem Detaillierungsgrad die Aufträge mit mengenmäßigen und zeitlichen Informationen einbezogen und auf der Ebene der Produkte, Produktvarianten, Baugruppen und Einzelteile geplant. Zudem besteht das Planungsraster nun aus Schichten bzw. Wochen und der Planungshorizont erstreckt sich über Wochen oder einige Monate. Geplant wird im dritten Detaillierungsgrad für einzelne Ressourcen, wie z. B. ein Arbeitssystem (Schmidt und Nyhuis 2021: 95).

4.3 Ablauf der Produktionsprogrammplanung

4.3.1 Absatzplanung

Die Produktionsprogrammplanung beginnt mit der *Absatzplanung*, in welcher die Mengen der Fertigerzeugnisse für bestimmte Perioden im Voraus determiniert werden (Schuh et al. 2014: 66). Dieser Schritt der Produktionsplanung und -steuerung ist notwendig, da sich die zuvor festgelegten Absatzzahlen nur umsetzen lassen, wenn die Fertigerzeugnisse und ihre

geplanten Mengen in den bestimmten Zeitperioden gefertigt werden können (Schuh und Schmidt 2014: 10).

Hierfür werden zunächst einige Eingangsinformationen benötigt, wie zum einen Informationen aus Absatzstatistiken oder -trends (Schuh et al 2014: 67). Mittels dieser wird die Produktionsprogrammplanung mit Informationen zu zukünftigen, prognostizierten Absatzzahlen, welche auf Informationen des vergangenen Absatzes basieren, initiiert (Schidt und Nyhuis 2021: 96). Auf der anderen Seite sind bereits existierende Kundenaufträge Ausgangspunkt der Produktionsprogrammplanung (Schuh et al. 2014: 67). Einfließende Informationen sind den Rahmenverträgen mit den Kunden zu entnehmen (Schmidt und Nyhuis 2021: 92). Wie bereits angedeutet, werden aus den eingegangenen Informationen Prognosezahlen zu zukünftigen Absätzen ermittelt, wobei auf unterschiedliche statistische Prognoseverfahren zurückgegriffen wird (Schuh et al. 2014: 67). Bei der Wahl des geeigneten Verfahrens ist insbesondere die Art des Absatzverlaufs bedeutend, wie z. B. ein „steigender Absatz, saisonale Absatztrends“ (Schuh et al. 2014: 67). Die ermittelten Informationen aus den Absatzprognosen werden schriftlich in einem Absatzprogramm fixiert, aus welchem der Soll-Abgang im Kernprozess *Versand* der unternehmensinternen Lieferkette hervorgeht (Schmidt und Nyhuis 2021: 92). Dieser Planungsschritt ist dem ersten zuvor vorgestellten Detaillierungsgrad der PPS zuzuordnen (Abbildung 10) und gilt für einen Planungshorizont von einem bis fünf Jahren (Schmidt und Nyhuis 2021: 96).

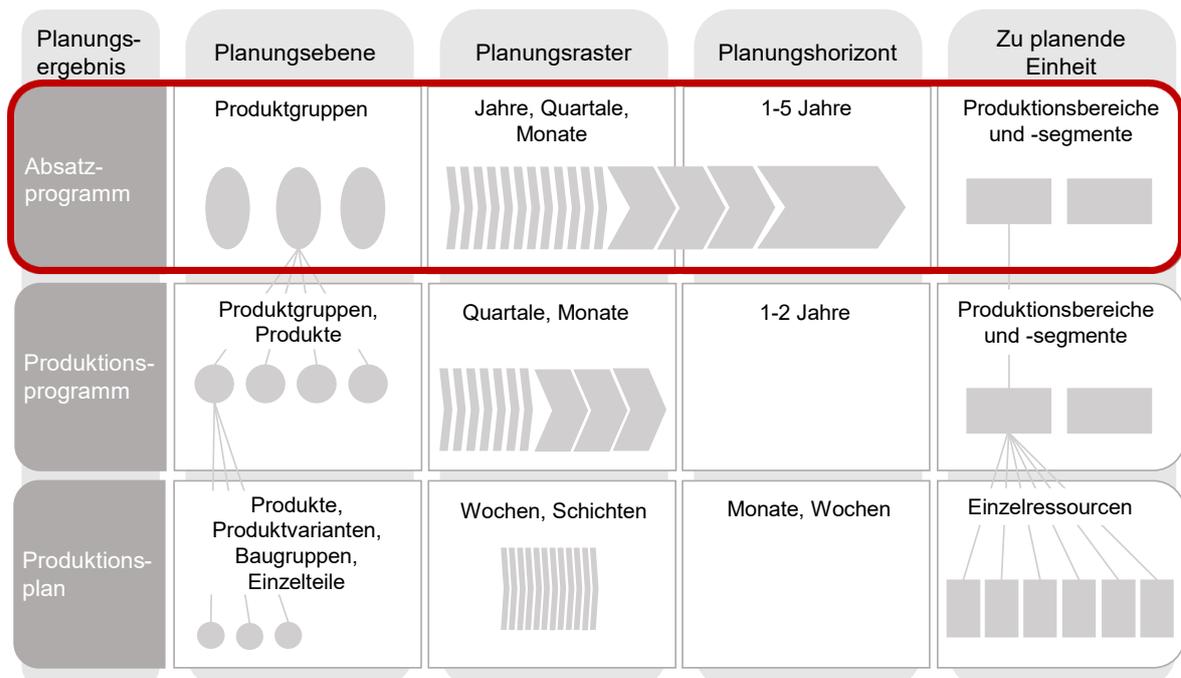


Abbildung 10 Erster Detaillierungsgrad der Produktionsplanung und -steuerung (eigene Darstellung in Anlehnung an Schmidt und Nyhuis 2021: 95)

Es ist zu akzentuieren, dass das Absatzprogramm lediglich einen ersten Entwurf der abzusetzenden Soll-Abgänge im Versand darstellt, eine Überprüfung der Realisierbarkeit jedoch in diesem Schritt noch ausbleibt (Schmidt und Nyhuis 2021: 92).

Wie bereits angedeutet, ist die Wahl des geeigneten Verfahrens von der Art des Absatzverlaufes abhängig. Um bessere Aussagen über die zukünftigen Absatzzahlen treffen zu können, sind bestimmte eingehende Informationen zu berücksichtigen (Schmidt und Nyhuis 2021: 167). Zusätzlich zu den Absatzzahlen, Informationen zu Marktentwicklungen, Kundenaufträgen und Informationen aus der unternehmensinternen Gewinn- und Umsatzplanung sind zudem Informationen zu den Markt-, Produkteinflüssen sowie Einflüssen aus dem Marketing sowie unternehmensinterne Strategien notwendig. Aus diesem Grund ist die Absatzplanung eine Aufgabe, welche sich über mehrere Bereiche bzw. Funktionen einer Unternehmung erstreckt (Marketing, Vertrieb, Produktion, Logistik und Supply Chain Management) (Schmidt und Nyhuis 2021: 166). Die Prognoseverfahren sind besonders geeignet für die Vorhersage von großen Mengen an Daten oder Produkten durch die Unterstützung der IT (Hoppe 2008: 101). Bestandteil dieser Bachelorarbeit sind die Verfahren

- arithmetischer Mittelwert
- gleitender Mittelwert
- gewogen-gleitender Mittelwert
- exponentielle Glättung 1. Ordnung
- exponentielle Glättung 2. Ordnung
- einfache lineare Regression
- multiple lineare Regression.

Diese werden im Rahmen des fünften Kapitels der vorliegenden Arbeit präziser betrachtet und erläutert.

4.3.2 Brutto- und Netto-Primärbedarfsplanung

Der nächste Planungsschritt der Produktionsprogrammplanung ist die Ermittlung des Brutto-Primärbedarfs – der Bedarf an verkaufsfähigen Fertigwaren. Dieser wird mithilfe des Absatzprogrammes aus der Absatzplanung und den Plan-Beständen an Fertigwaren (Schmidt und Nyhuis 2021: 92) sowie aus aktuellen Rückständen in der Lieferung bestimmt (Schmidt und Nyhuis 2021: 168). Letztere werden innerhalb der Hauptaufgabe Bestandsmanagement ermittelt, welche bereits im dritten Kapitel dieser Bachelorarbeit beschrieben wurde. Der zu ermittelnde Bestand besteht aus dem Los- sowie Sicherheitsbestand, wobei der Sicherheitsbestand Störungen innerhalb der Produktion und bei veränderlicher Kundennachfrage ausbalancieren soll (Schmidt und Nyhuis 2021: 97).

Im letzteren Fall könnte beispielsweise eine größere Menge an Fertigerzeugnissen im Absatzmarkt gefordert werden, als im Unternehmen produziert wurde. Aus diesem Grund müsste das Unternehmen auf den Sicherheitsbestand zurückgreifen, um den Markt weiterhin bedienen zu können. Störungen während der Produktion der Güter treten beispielsweise in Form von Komplikationen mit Maschinen auf und führen dazu, dass die festgelegten Termine nicht mehr eingehalten werden können. In diesem Fall wird auf einen Sicherheitsbestand zurückgegriffen, um sicherzustellen, dass die Termintreue unversehrt bleibt. Durch Ausschüsse kann es zudem dazu kommen, dass Abweichungen in der Menge der zu fertigenden Güter auftreten (Schmidt und Nyhuis 2021: 98).

Sind nun die Plan-Bestände an Fertigwaren aus der PPS-Hauptaufgabe und das Absatzprogramm aus der Absatzplanung ermittelt, reichen einfache Rechenoperationen, um den Brutto-Primärbedarf zu ermitteln. Bestimmte Verfahren oder größere Rechenoperationen werden hierbei nicht eingesetzt (Schmidt und Nyhuis 2021: 169).

Bei der Ermittlung des Netto-Primärbedarfs – der nächsten Aufgabe der Produktionsprogrammplanung – genügen ebenfalls einfache Berechnungen. Hierfür sind jedoch erneut Informationen aus der PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* erforderlich. Innerhalb der Bestandsführung werden Ist-Bestände an Fertigwaren ermittelt, welche dann mit dem zuvor ermittelten Brutto-Primärbedarf abgeglichen werden (Schmidt und Nyhuis 2021: 92).

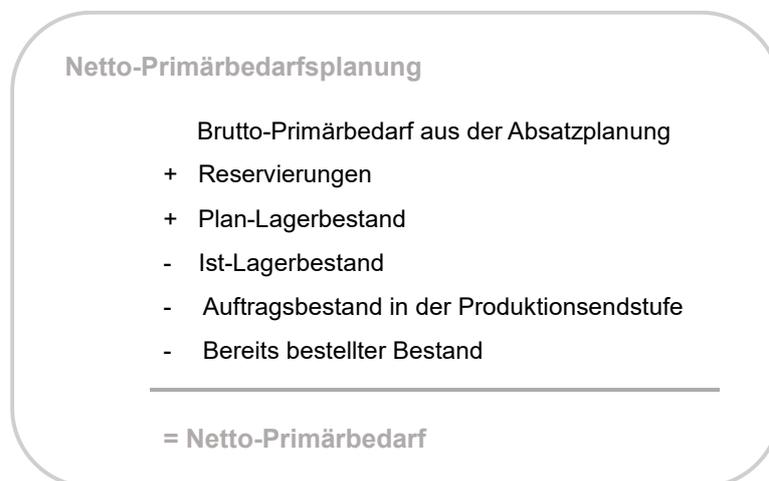


Abbildung 11 Berechnung des Netto-Primärbedarfs (eigene Darstellung in Anlehnung an Schmidt und Nyhuis 2021: 100)

In der Abbildung 11 ist beispielhaft die rechnerische Ermittlung des Netto-Primärbedarfs dargestellt. Dabei werden zu dem Brutto-Primärbedarf Reservierungen sowie der Plan-Lagerbestand addiert sowie der Ist-Lagerbestand, der Auftragsbestand in der Produktionsendstufe sowie der bereits bestellte Bestand subtrahiert. Das Ergebnis dieses Planungsschrittes ist ein erster Produktionsprogrammorschlag (Schmidt und Nyhuis 2021: 99). Es ist nennenswert, dass bei einer kundenauftragspezifischen Produktion die

Kundenaufträge noch keine genauen Spezifikationen hinsichtlich der Konstruktion enthalten können, weshalb diese vorläufig einer Produktgruppe oder einem Produkt zugeordnet werden, um in die Primärbedarfsplanung miteinbezogen werden zu können (Schuh et al. 2014: 68).

4.3.3 Langfristige auftragsanonyme Ressourcengrobplanung

Die Ressourcengrobplanung ist eine langfristige Aufgabe und wird auftragsanonym durchgeführt. Es wird in diesem Planungsschritt geprüft, ob die im Produktionsprogramm vorschlag enthaltenen Netto-Primärbedarfe mit den im Unternehmen vorhandenen Ressourcen durchführbar sind. Das Ergebnis ist das langfristige Produktionsprogramm (Schuh et al. 2014: 68). Die dafür relevanten Ressourcen sind das Personal sowie die Anlagen, mit denen die Fertigerzeugnisse produziert werden (Schmidt und Nyhuis 2021: 92), sowie Betriebs- und Hilfsmittel (Schuh et al. 2014: 68). Um die Realisierbarkeit zu überprüfen, werden die Netto-Primärbedarfe auf der Ebene der Produktgruppen beleuchtet und nach den jeweiligen Bereichen der Produktion gruppiert. Daraus ergibt sich ein Kapazitätsbedarf für einen bestimmten Zeitabschnitt, welcher mit den vorhandenen Kapazitäten abgeglichen wird (Schmidt und Nyhuis 2021: 100). Lässt sich der Produktionsprogramm vorschlag nicht realisieren und die Primärbedarfe werden nicht mit vorhandenen Kapazitäten gedeckt, so muss die Ressourcengrobplanung erneut durchgeführt werden (Schmidt und Nyhuis 2021: 92). Anhand der Planungsebene (Produktgruppen) und der zu planenden Einheiten (Produktionsbereiche und -segmente) lässt sich erkennen, dass es sich im aktuellen Planungsschritt um den zweiten Detaillierungsgrad der PPS handelt. Das Ergebnis ist demnach ein Produktionsprogramm, das im nächsten Planungsschritt freigegeben wird.

Es existieren keine spezifischen Verfahren zur Ressourcengrobplanung und die Planung geschieht unternehmensspezifisch. Es können die Bedarfe nach Fertigerzeugnissen an vorhandene Ressourcen angepasst werden oder die Ressourcen werden an die Bedarfe angepasst (Schmidt und Nyhuis 2021: 100). Darüber hinaus existieren vier Handlungsmöglichkeiten, welche intensiv im fünften Kapitel der vorliegenden Arbeit erläutert werden.

4.3.4 Produktionsprogrammfreigabe

Lässt sich der Produktionsprogramm vorschlag realisieren, so wird im letzten Planungsschritt der Produktionsprogrammplanung das Produktionsprogramm freigegeben, in welchem der Plan-Abgang der Produktion fixiert ist (Schmidt und Nyhuis 2021: 93). Dieser enthält sowohl einen qualitativen Teil, aus welchem die Produktart hervorgeht, als auch einen quantitativen Teil mit der Menge der zu erstellenden Produkte (Zäpfel 1996: 79). Das Produktionsprogramm umfasst außerdem eingegangene Aufträge der Kunden aus der

PPS-Hauptaufgabe *Auftragsmanagement* (Schmidt und Nyhuis 2021: 106 f.). Nun sind auch Rücksprachen mit Lieferanten bezüglich der benötigten Materialien sowie ihrer Kapazitäten zu halten (Schmidt und Nyhuis 2021: 107). Die beeinflusste Größe der unternehmensinternen Lieferkette ist der Plan-Abgang aus dem Kernprozess *Produktion* (Endstufe) (Schmidt und Nyhuis 2021: 171). Dieser Planungsschritt ist dem zweiten Detaillierungsgrad der PPS zuzuordnen, welcher in der Abbildung 12 hervorgehoben ist.

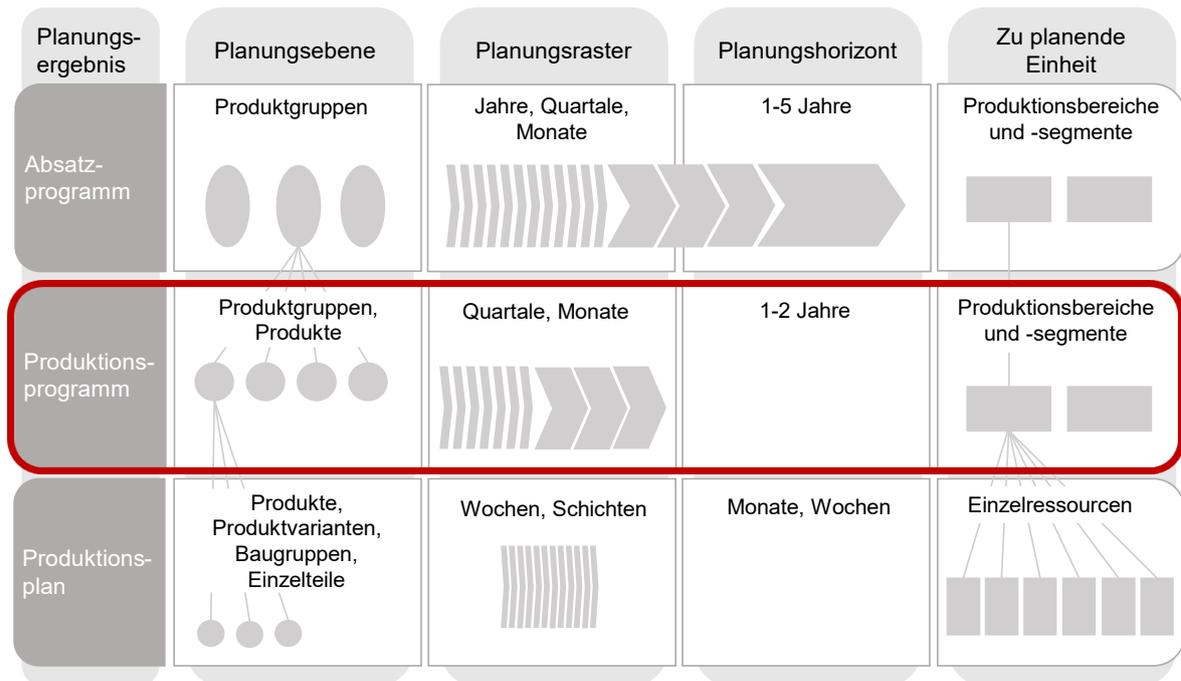


Abbildung 12 Zweiter Detaillierungsgrad der Produktionsplanung und -steuerung (eigene Darstellung in Anlehnung an Schmidt und Nyhuis 2021: 95)

4.4 Zielkonflikte

Die vorgestellten Aufgaben bzw. Planungsschritte der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* beeinflussen die wichtigen Größen der unternehmensinternen Lieferkette mit den Kernprozessen *Beschaffung*, *Produktion* und *Versand* und sind deshalb entscheidungsrelevant (Schmidt und Nyhuis 2021: 94). Jedoch basieren die Entscheidungen zum Teil auf Zielkonflikten (ebd.), welche in diesem Abschnitt dieser Bachelorarbeit beschrieben und erläutert werden.

Ziele bzw. Zielgrößen müssen abhängig voneinander betrachtet werden, um mögliche Zielkonflikte leichter aufspüren und lösen zu können. Hierzu können reine Überlegungen ausreichen, es können aber auch mathematische Hilfsmittel herangezogen werden. Die gemeinsame Betrachtung der Ziele akzentuiert zudem die Ziele und unterstützt bei der Ermittlung von Stärken und Schwächen sowie ihrer Ursachen (Arndt 2021: 150). Mögliche Zielbeziehungen sind

- komplementäre Ziele, wobei die Ziele jeweils unterstützend auf das andere Ziel wirken,
- konkurrierende Ziele, wobei Ziele im Konflikt zueinander stehen, und
- indifferente Ziele, bei denen Ziele nicht voneinander abhängen (Arndt 2021: 149).

Wichtig für diese Bachelorarbeit sind die konkurrierenden Ziele bzw. die sogenannten Zielkonflikte, welche durch die Untersuchung und Modellierung der Wirkzusammenhänge zwischen den Verfahren der Produktionsprogrammplanung und den logistischen Zielgrößen nochmals aufgezeigt und durch geeignete Verfahren bzw. aus den Ergebnissen abgeleitete Maßnahmen minimiert werden sollen.

Zielkonflikt der PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement*

Innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* existiert ein Zielkonflikt, der die logistischen Zielgrößen *Lagerbestand an Fertigwaren* und den *Servicegrad* betrifft. Es ist wichtig zu erwähnen, dass mit steigendem Lagerbestand ebenso der Servicegrad zunimmt (komplementäres Ziel), die Kosten für die Lagerhaltung jedoch ebenfalls steigen (konkurrierendes Ziel). Die Lagerkosten beinhalten dabei die Kapitalbindungskosten, Kosten für die Handhabung sowie für die Lagerfläche (Schmidt und Nyhuis 2021: 94). Innerhalb dieser Aufgabe ist eine Positionierung zwischen beiden konkurrierenden Zielen erforderlich. Hilfreich ist hierbei die Servicegradkennlinie (Schmidt und Nyhuis 2021: 98), auf welche im Rahmen dieser Bachelorarbeit nicht weiter eingegangen wird.

Zielkonflikte der langfristigen Ressourcengrobplanung

Der nächste Zielkonflikt innerhalb der Produktionsprogrammplanung zeigt sich im Rahmen der Ressourcengrobplanung. Betroffene Zielgrößen sind der *potenzielle Umsatz* und die *Auslastung der Kapazitäten*. Mit höheren geplanten Absatzmengen steigt auch der potenzielle Umsatz des produzierenden Unternehmens (komplementäres Ziel), jedoch kann es gleichzeitig dazu führen, dass die vorhandenen Kapazitäten während der Produktion nicht genug ausgelastet werden (Schmidt und Nyhuis 2021: 94). Die Positionierung zwischen Zielgrößen in diesem Zielkonflikt wird durch Maßnahmen erleichtert, welche im fünften Kapitel dieser Bachelorarbeit erläutert werden.

Ein weiterer Zielkonflikt innerhalb der PPS-Aufgabe der langfristigen auftragsanonymen Ressourcengrobplanung existiert zwischen den Zielgrößen *potenzieller Umsatz* und *Investition*. Je höher der eingeplante Absatz, desto mehr Kapazitäten müssen von einem produzierenden Unternehmen bereitgestellt werden, um diese umzusetzen. Da mit der Bereitstellung weiterer Kapazitäten Kosten verbunden sind, was im fünften Kapitel dieser Bachelorarbeit detailliert behandelt wird, haben sich Unternehmen innerhalb dieser konkurrierenden Zielgrößen zu positionieren. Auf der einen Seite erhöhen größere

Absatzmengen den Umsatz, eine Erweiterung der Kapazitäten ist wiederum kostenintensiv (Schmidt und Nyhuis 2021: 94). Mögliche Maßnahmen werden im weiteren Verlauf thematisiert.

5 Wirkzusammenhänge

5.1 Modellierung von Wirkzusammenhängen

Leistungsziele wie Zeit und ihre Zielgrößen haben seit den 1980er Jahren sukzessive an Bedeutung gewonnen und stellen einen wichtigen Wettbewerbsfaktor dar. Um eine langfristige Lebensdauer produzierender Unternehmen am Markt zu gewährleisten, ist es notwendig, die Zielgrößen unternehmensintern sichtbar zu machen. Gemeinsam mit der Logistik und Materialwirtschaft setzten sich die Produktionsplanung und -steuerung mit diesen auseinander (Wiendahl 2014: 247). Das Ziel der PPS ist es, unter ständig wechselnden Einflüssen unterschiedliche logistische und wirtschaftliche Ziele zu erreichen, wobei es keine einheitliche Lösung gibt (Wiendahl 2014: 278). Es haben sich lediglich Teilaufgaben der PPS gebildet, welche in dieser Bachelorarbeit im Rahmen des Hannoveraner Lieferkettenmodells vorgestellt wurden. Es existieren bereits Modelle bzw. Konzepte, die sich mit der Wirkung der PPS auf logistische Zielgrößen des Unternehmens beschäftigen und sowohl für das praxisnahe Umfeld hilfreich sind als auch eine sehr gute Grundlage für die weitere Forschung darstellen. Im Modell der Fertigungssteuerung von LÖDDING (2016) werden die Wirkungen der Fertigungssteuerungsverfahren auf logistische Zielgrößen dargelegt. Das Hannoveraner Lieferkettenmodell, welches als Grundlage dieser Bachelorarbeit dient, baut zum Teil auf dieses Modell auf und beschreibt Wirkung von Aufgaben der Produktionsplanung und -steuerung auf die unternehmensinterne Lieferkette. Beide Modelle wurden bereits in vorherigen Kapiteln dieser Arbeit beschrieben und sind in dem vorliegenden Kapitel von großer Bedeutung.

5.1.1 Vorhaben und Zielsetzung

Um den bisherigen Forschungsstand zu erweitern, werden nun die Wirkbeziehungen der Verfahren der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* mit den Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette herausgearbeitet, erläutert und in Form von Modellen dargestellt. Die Bestandteile der erwähnten Modelle sind bedeutend, da mit den Ergebnissen dieser Bachelorarbeit eine Harmonisierung der Modelle angestrebt wird. Die folgenden Modelle sollen sowohl auf das Hannoveraner Lieferkettenmodell als auch auf Bestandteile des Modells der Fertigungssteuerung aufbauen und den bereits vorliegenden Forschungsstand ergänzen. Aufgrund der hohen Komplexität der Wirkzusammenhänge innerhalb der PPS und der unternehmensinternen Lieferkette ist ein Verständnis des Systems unabdingbar (Lödding 2016: 43). Dieses kann durch die Modellierung der prägnanten Größen und ihre Relationen geschaffen werden (ebd.) und führt dazu, dass die logistischen Ziele des Unternehmens zufriedenstellend erreicht werden können. Da die Wahl der Verfahren, welche zur Erfüllung von PPS-Aufgaben eingesetzt werden, auf den Erfolg des produzierenden Unternehmens wirkt, ist es besonders wichtig, die

Wirkzusammenhänge dieser Verfahren mit Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette genauer zu betrachten. Das Ziel dieser Untersuchung ist es, zu einem ganzheitlichen Verständnis der Prozesse innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* und den darin enthaltenen Wirkzusammenhängen beizutragen. Dadurch soll es dem praxisnahen Umfeld ermöglicht werden, die Komplexität der Auswahl und Kombination dieser Verfahren innerhalb der genannten PPS-Hauptaufgabe durch mehr Transparenz zu erleichtern.

5.1.2 Anforderungen an die Modellierung

Um die zuvor erwähnten Wirkzusammenhänge innerhalb der Produktionsplanung und -steuerung im Rahmen des Hannoveraner Lieferkettenmodells herauszuarbeiten und zu modellieren, ist die Betrachtung der unterschiedlichen *Ebenen innerhalb der PPS* notwendig. Diese wurden bereits zu Beginn des dritten Kapitels dieser Bachelorarbeit dargelegt. Es werden zunächst die Ebene der Hauptaufgaben sowie die der Aufgaben beleuchtet. Dies ist notwendig, um einen Zugang zu dem Verständnis über die Wirkungen innerhalb der Ebene der Verfahren der Produktionsprogrammplanung auf die Prozesse der PPS und auf die unternehmensinternen Lieferkette zu schaffen. Innerhalb der *Ebene der Hauptaufgaben* und *Aufgaben* wird die Produktionsprogrammplanung im Zusammenspiel mit weiteren angrenzenden PPS-Hauptaufgaben betrachtet, um die Relationen zwischen ihnen nachvollziehen zu können. Dazu werden zum einen die Ordnungsbeziehungen (Schwarz et al. 2018: 45) dargestellt, welche die übergreifenden Relationen zwischen den Prozessschritten der Hauptaufgaben, wie beispielsweise zwischen Aufgaben, beschreiben. Die Ordnungsbeziehungen entstehen dabei in der Regel durch resultierende Informationen aus den jeweiligen Aufgaben, welche an andere Aufgaben – auch aus anderen PPS-Hauptaufgaben – weitergeleitet werden. Zum anderen werden die Wirkbeziehungen zwischen den betrachteten Aufgaben und mit Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette dargelegt und erklärt. Die Modellierung auf der Ebene der PPS-Hauptaufgaben und Aufgaben ist relevant, weil die dort enthaltenen Aufgaben in einem Gesamtsystem zu betrachten sind. Dies ist ein wichtiger Aspekt für den Gesamterfolg einer Unternehmung, was analog aus der Struktur dieser Bachelorarbeit hervorgehen soll.

Auf der *Ebene der Verfahren* müssen die Verfahren zur Erfüllung der Aufgaben innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* genauer betrachtet werden. Es ist notwendig, die Verfahren und ihre relevanten Informationen zu verstehen, weil sich die Ergebnisse dieser Verfahren unmittelbar auf den Erfolg der Aufgabe auswirken. Zudem wirken sie sich innerhalb der Ebene der Aufgaben auf weitere nachgelagerte Aufgaben der Produktionsprogrammplanung aus sowie in der Ebene der Hauptaufgaben auf weitere PPS-Hauptaufgaben. Sie tragen – bei zufriedenstellender Erfüllung der angestrebten

Zielgrößen – zur Steigerung des Erfolgs bei. Sind die Ergebnisse aus den Verfahren nicht befriedigend, so tritt möglicherweise ein Misserfolg ein, welcher im weiteren Verlauf der Produktionsplanung und -steuerung durch geeignete Maßnahmen zu korrigieren ist. Dieser Misserfolg zeigt sich beispielsweise an dem Erreichungsgrad der logistischen Zielgrößen innerhalb der unternehmensinternen Lieferkette. Aus diesem Grund ist es notwendig, die Wirkung der Verfahren der Produktionsprogrammplanung auf diese herauszuarbeiten und zu modellieren. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die Ebene der Verfahren unmittelbar auf die Ebene der Aufgaben und die der Hauptaufgaben auswirkt, welche wiederum im weiteren Verlauf der Prozesse der PPS auf die Größen der unternehmensinternen Lieferkette Einfluss nehmen.

5.1.3 Bestandteile und Grundaufbau der Modelle

Um die in Kapitel 5.1.2 geschilderten Anforderungen adäquat und verständlich umzusetzen, werden im Laufe dieses Kapitels zwei unterschiedliche Modelltypen gebildet. Im Folgenden werden die Bestandteile dieser Modelle dargelegt.

Modelle zur Darstellung der Wirkzusammenhänge zwischen der Produktionsprogrammplanung und weiteren PPS-Hauptaufgaben

Die in diesem Kapitel beschriebenen Modelle des ersten Modelltyps sollen zu einem besseren Verständnis des eigentlichen Untersuchungsziels beitragen, das im Kapitel 1.2 dieser Bachelorarbeit beschrieben wird. Diese Modelle visualisieren die Ordnungs- sowie Wirkbeziehungen auf der Ebene der Hauptaufgaben und der Ebene der Aufgaben. Es werden die betrachtete PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* sowie angrenzende PPS-Hauptaufgaben, welche mit der Produktionsprogrammplanung in Verbindung stehen, dargestellt. Es gehen aus dem Modell die signifikanten PPS-Aufgaben, die von den Ordnungs- oder Wirkbeziehungen betroffen sind, hervor. Bei der Betrachtung der PPS-Aufgaben sind zudem einfließende und resultierende Informationen bedeutend, weil diese innerhalb der Prozesse als Grundlage für nachgelagerte Aufgaben oder Aufgaben anderer PPS-Hauptaufgaben dienen. Es werden zunächst die Relationen und Wirkungen zwischen den PPS-Aufgaben betrachtet, welche einen sehr wichtigen Bestandteil des Modells ausmachen. Sie werden in den Modellen anhand von Pfeilen dargestellt, welche – je nach Bedeutung – in unterschiedlichen Erscheinungen auftreten. Findet ein Informationsfluss seitens der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* in Richtung anderer PPS-Hauptaufgaben statt, wird dies im Modell mithilfe gelber Pfeile kenntlich gemacht. Im umgekehrten Fall wird die Relation durch dunkelrote Pfeile dargestellt. Handelt es sich um einen direkten Einfluss, besteht der Pfeil aus einer durchgezogenen Linie. Dies bedeutet, dass es um eine unmittelbare Verbindung zweier Größen oder PPS-Aufgaben geht. Bei einem indirekten Einfluss wiederum besteht der Pfeil

aus einer gestrichelten Linie, was auf eine Verbindung hindeutet, die über mehrere Prozesse mit einer nächsten Größe oder PPS-Aufgabe verbunden ist. Die Wirkung ist außerdem von starkem Charakter, wenn sie für die Durchführung einer weiteren Aufgabe notwendig ist und diese begünstigt. Ist sie weniger notwendig oder optional, wird die Wirkung als mittelstark bezeichnet. Die Wirkungen und Bestandteile in dem betrachteten Modell sind in der Abbildung 13 zusammengefasst.



Abbildung 13 Wirkkriterien und Bestandteile in dem ersten Modelltyp (eigene Darstellung)

Wichtig ist hierbei zu akzentuieren, dass es sich um qualitative Einschätzungen handelt, welche die möglichen Auswirkungen von PPS-Aufgaben wiedergeben sollen. In dem ersten Modelltyp wird zudem die Beeinflussung der unternehmensinternen Lieferkette durch die Produktionsprogrammplanung dargestellt. Hierzu ist der betroffene Kernprozess der unternehmensinternen Lieferkette heranzuziehen, der in seinem Inhalt und seiner Darstellung an Teile des Modells der Fertigungssteuerung von LÖDDING sowie an das Hannoveraner Lieferkettenmodell angelehnt ist.

Modelle zur Darstellung der Wirkzusammenhänge zwischen den Verfahren der Produktionsprogrammplanung und logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette

Die Modelle des zweiten Modelltyps verfolgen das Ziel, die Wirkbeziehungen zwischen den Verfahren der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* und logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette kompakt und verständlich zu visualisieren. Um die Verfahren zur Erfüllung der PPS-Aufgaben darzustellen, sind zur besseren Orientierung die PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* sowie die signifikante PPS-Aufgabe kenntlich zu machen. Um die Verfahren kompakter darzulegen, werden diese innerhalb des Modells gruppiert dargestellt. Analog zum zuvor vorgestellten Modelltyp werden auch in diesem einfließende sowie resultierende Informationen aufgegriffen. Diese sind von großer Bedeutung, weil einfließende Informationen einen Einfluss auf die Durchführung des Verfahrens haben. Resultierende Informationen stellen das Ergebnis aus Verfahren dar, die direkt oder indirekt auf den weiteren Verlauf der PPS einwirken. Diese Ergebnisse werden innerhalb dieser Modellierung als mögliche Ergebnisse bzw. als Fälle bezeichnet, welche sich – je nach Auswirkung – unterschiedlich auf die Größen der unternehmensinternen Lieferkette auswirken. Auch in diesem Modell werden der betroffene Kernprozess und seine Bestandteile – angelehnt an LÖDDING und

das Hannoveraner Lieferkettenmodell – aufgegriffen. Die Relationen und Wirkbeziehungen werden anhand der in Abbildung 14 dargestellten Wirkkriterien wiedergegeben.



Abbildung 14 Wirkkriterien und Bestandteile in dem zweiten Modelltyp (eigene Darstellung)

Die Wirkungen werden durch Pfeile dargestellt. Diese können zum einen positiv sein, was bedeutet, dass sie einen begünstigenden Effekt auf die Zielgröße haben. Das Symbol + verdeutlicht, dass sich das Verfahren auf das vom Unternehmen angestrebte Ergebnis bzw. Ziel positiv auswirkt. Die gegenteilige Bedeutung besteht, wenn eine negative Auswirkung vorliegt. Zudem kann die Wirkung steigernd oder mindernd sein, was heißt, dass die betrachtete Zielgröße quantitativ größer oder kleiner wird. Wenn das produzierende Unternehmen beispielsweise aufgrund einer größeren Ausbringungsmenge lieferfähiger ist als zuvor, so liegt in Bezug auf die Zielgröße *Lieferfähigkeit* eine steigernde Wirkung vor. Sie kann zudem gleichbleiben, was bedeutet, dass die betroffene Zielgröße von der Wirkung der jeweiligen Verfahren nicht betroffen ist.

5.2 Wirkzusammenhänge der Produktionsprogrammplanung mit weiteren PPS-Hauptaufgaben

In diesem Kapitel wird die Ebene der Hauptaufgaben und Aufgaben betrachtet. Im zweiten Kapitel wurden die PPS-Hauptaufgaben im Rahmen des Grobablaufs des Hannoveraner Lieferkettenmodells bereits grob beschrieben und in eine chronologische Reihenfolge gebracht. In diesem Abschnitt wird die PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* im Kontext der gesamten Produktionsplanung und -steuerung im Rahmen des Hannoveraner Lieferkettenmodells beleuchtet, um zu einem ganzheitlichen Verständnis der PPS und ihren Hauptaufgaben beizutragen. Diese Betrachtung ist zudem von vorbereitendem Charakter und unterstützt das Verständnis der Wirkung von Verfahren der Produktionsprogrammplanung auf die Prozesse der PPS und auf die Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette. Es existieren bereits Vorarbeiten und Modelle, welche in der Literatur aufzufinden sind. Besonders SCHMIDT und NYHUIS (2021) legen Wirkbeziehungen zwischen den PPS-Hauptaufgaben und Kernprozessen der unternehmensinternen Lieferkette dar. Dieses Modell bietet – auch in dieser Bachelorarbeit – eine sehr gute Grundlage, um die genannten Wirkbeziehungen zu erfassen und zu modellieren. Im Folgenden wird jede an die Produktionsprogrammplanung angrenzende, in Verbindung stehende PPS-Hauptaufgabe einzeln der Produktionsprogrammplanung gegenübergestellt und mit dem betroffenen Kernprozess der unternehmensinternen

Lieferkette in Verbindung gebracht. Es wird zudem determiniert, wie die PPS-Aufgaben bzw. ihre Resultate grundsätzlich auf weitere Aufgaben und somit auch auf die gesamte Hauptaufgabe einwirken. Eine Betrachtung möglicher Ergebnisse der Aufgaben bzw. Fälle erfolgt in diesem Abschnitt noch nicht. Diese wird – in Verbindung zu den Verfahren – im Kapitel 5.3 umfassend behandelt. Es gilt zunächst zu verstehen, welchen Einfluss die Produktionsprogrammplanung auf weitere PPS-Hauptaufgaben im Hannoveraner Lieferkettenmodell hat, um zu einem ganzheitlichen Verständnis der Prozesse beizutragen.

5.2.1 Bestandsmanagement

Die PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* hat eine Querschnittsfunktion und steht mit nahezu allen PPS-Hauptaufgaben in Verbindung. Grundsätzlich besteht diese Hauptaufgabe aus der Verwaltung und Steuerung der Bestände. Auch mit der zu untersuchenden Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* steht sie in unmittelbarer Verbindung, was in Abbildung 15 ersichtlich wird. Im Rahmen der Produktionsprogrammplanung werden zum einen Informationen aus dem Absatzmarkt, wie die vergangenen Absatzzahlen von Produkten und die Entwicklung der Nachfrage, und zum anderen Informationen aus langfristigen Verträgen mit Kunden gewonnen. Aus diesen werden anschließend innerhalb der PPS-Aufgabe Absatzplanung Prognosen zu künftigen Absätzen an Fertigwaren ermittelt, welche zusammen mit den bereits bestehenden Kundenaufträgen in ein erstes Absatzprogramm einfließen. Das Absatzprogramm stellt somit das Ergebnis bzw. die resultierende Information der Absatzplanung dar und wird an die nachgelagerte PPS-Aufgabe Brutto-Primärbedarfsplanung weitergegeben. Sie wird außerdem an die Aufgabe Bestandsplanung der PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* weitergeleitet, in welcher Lagerfertiger die Bestandsmengen an Fertigerzeugnissen determinieren (Schmidt 2018: 93). Die Plan-Bestände an Fertigwaren bestehen aus einem Los- sowie einem Sicherheitsbestand (Schmidt 2018: 93), welche bereits im dritten Kapitel erklärt wurden. Aufgrund der Weitergabe dieser Informationen findet eine erste Verbindung zwischen den beiden Hauptaufgaben statt. Es handelt sich hierbei um eine direkte Wirkung der Ergebnisse der PPS-Aufgabe Absatzplanung auf die PPS-Aufgabe Bestandsmanagement. Die Wirkung wird als direkt bezeichnet, da die PPS-Hauptaufgaben durch die Weitergabe dieser Informationen unmittelbar in Verbindung stehen. Die ermittelten Informationen zu zukünftigen Absatzmengen werden innerhalb des Bestandsmanagements benötigt, um Fertigwarenbestände zu planen. Das Absatzprogramm ist somit notwendig und hat einen begünstigenden Effekt auf die Bestandsplanung; die Verbindung ist daher von starkem Charakter. Innerhalb dieser PPS-Aufgabe existiert ein Zielkonflikt, welcher eine Positionierung zwischen den betroffenen Zielgrößen anstößt. Grundsätzlich wird eine kleinstmögliche Abweichung der Ist-Bestände von Plan-Beständen angestrebt, weil dadurch der Sicherheitsbestand niedrig gehalten werden kann. Je kleiner der Bestand an

Fertigwaren ist, desto kleiner sind die Lagerkosten wie Kapitalbindungskosten, Kosten für die Lagerfläche, Handhabungskosten etc. (Schmidt 2018: 93 f.). Sind die Sicherheitsbestände wiederum hoch, so ist ein höherer Servicegrad im Fertigwarenlager gewährleistet (Schmidt 2018: 94). Im Anschluss an die Bestandsplanung werden die ermittelten Fertigwarenbestände anschließend an die PPS-Aufgabe Brutto-Primärbedarfsplanung der Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* weitergeleitet, welche den Bedarf an Fertigerzeugnissen festlegt. Dabei werden sowohl die ermittelten Bedarfe aus dem Absatzprogramm als auch die festgelegten Plan-Bestände an Fertigwaren addiert. Die Bestandsplanung wirkt ebenso direkt auf die Brutto-Primärbedarfsplanung ein, weil es sich hierbei um die Weitergabe von Informationen handelt, welche innerhalb der Brutto-Primärbedarfsplanung benötigt werden und somit einen begünstigenden und vorbereitenden Charakter haben. Zudem ist diese Wirkung als stark einzuordnen, da sie für die angrenzende Aufgabe notwendig ist. Die Produktionsprogrammplanung wirkt in Bezug auf die Absatzplanung ebenso in die Kernprozesse der unternehmensinternen Lieferkette ein. Das erstellte Absatzprogramm definiert gemeinsam mit den Kundenaufträgen den Soll-Abgang des Kernprozesses *Versand* und spiegelt die von dem Absatzmarkt geforderten Mengen für eine bestimmte Zeitperiode wider (Schmidt 2018: 92 f.). Bei dieser Relation handelt es sich um eine indirekte Wirkung auf den Versand, da der Soll-Abgang im weiteren Verlauf der Produktionsplanung und -steuerung durch weitere resultierende Informationen aus PPS-Aufgaben ergänzt wird. Der Soll-Abgang im Versand ist somit als eine revidierte Stellgröße anzusehen. Da in Anlehnung an das Modell der Fertigungssteuerung von Lödding eine Zielgröße aus der Differenz zweier Stellgrößen resultiert, ist eine zweite Stellgröße erforderlich. In diesem Fall handelt es sich um den Plan-Abgang im selben Kernprozess, welcher aus Überprüfungen auf Machbarkeit abgeleitet wird (Schmidt und Nyhuis 2021: 80). Das Resultat ist der kundenauftragsanonyme Plan-Abgang, der als realisierbares Absatzprogramm aus dem Produktionsprogramm abgeleitet wird (Schmidt und Nyhuis 2021: 80 f.). Die Plan-Abgänge spiegeln Mengen an Fertigwaren und Terminen wider, die mit den Kunden vereinbart wurden. Wird nun die Differenz dieser Stellgrößen gebildet, entsteht die logistische Zielgröße *Lieferfähigkeit* (Schmidt und Nyhuis 2021: 81). Diese ist von großer Bedeutung, da sie zu den externen Zielgrößen zählt und somit unmittelbar auf den Kunden im Absatzmarkt wirkt. Die Zielgröße *Lieferfähigkeit* nimmt ebenfalls eine zentrale Rolle bei unternehmensinternen Entscheidungen, wie bei der Positionierung zwischen Zielgrößen, ein. Wenn ein Lagerfertiger eine möglichst hohe Lieferfähigkeit anstrebt, so muss gleichzeitig ein hoher Servicegrad im Fertigwarenlager gewährleistet sein, um die Kunden zu jedem Zeitpunkt bedienen zu können. Dazu sind, wie bereits erwähnt, hohe Lagerbestände erforderlich. Dies führt jedoch dazu, dass die Bestandskosten steigen. Die Wirkzusammenhänge dieser Zielgrößen werden in Bezug auf

die Produktionsprogrammplanung im Kapitel 5.3 erläutert. Im weiteren Verlauf der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* findet im Anschluss an die Brutto-Primärbedarfsplanung die Netto-Bedarfsplanung statt. Um Netto-Primärbedarfe zu ermitteln, werden zu den Brutto-Primärbedarfen eingegangene Reservierungen der Kunden sowie die Plan-Bestände der Fertigwaren addiert und Ist-Lagerbestände, Auftragsbestände sowie vorgenommene Bestellungen subtrahiert (Schmidt 2018: 95). Es resultiert ein Netto-Primärbedarf, welcher gleichzeitig einen Produktionsprogrammorschlag darstellt. Die Ist-Bestände, welche in die Berechnung mit einfließen, werden innerhalb der PPS-Aufgabe Bestandsführung (Abbildung 16) der Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* erfasst. Die Bestandsführung beinhaltet Lagerzugänge, -abgänge sowie Lagerorte und determiniert somit Bestände nach Wert und Menge. Sind die Ist-Lagerbestände erfasst, werden diese an die PPS-Aufgabe Netto-Primärbedarfsplanung weitergeleitet. Die Wirkung der Resultate der Bestandsführung auf die Netto-Primärbedarfsplanung ist direkt, da auch hier die Informationen für die Erfüllung der Aufgabe notwendig sind. Die Bestandsführung wirkt somit vorbereitend und ist von starkem Charakter. Innerhalb der Produktionsprogrammplanung fließt der ermittelte Netto-Primärbedarf in die nachgelagerte PPS-Aufgabe langfristige, auftragsanonyme Ressourcengrobplanung ein, auf welche im folgenden Modell näher eingegangen wird. Innerhalb dieser Prozessschritte existieren zu diesem Zeitpunkt noch keine unmittelbaren Einflüsse auf die Größen der unternehmensinternen Lieferkette. Es werden lediglich Informationen ermittelt und weitergegeben, welche im weiteren Verlauf der betrachteten Hauptaufgaben von Bedeutung sind. In den folgenden Prozessschritten werden die Stell-, Regel- und Zielgrößen von den Ergebnissen der PPS-Aufgaben beeinflusst.

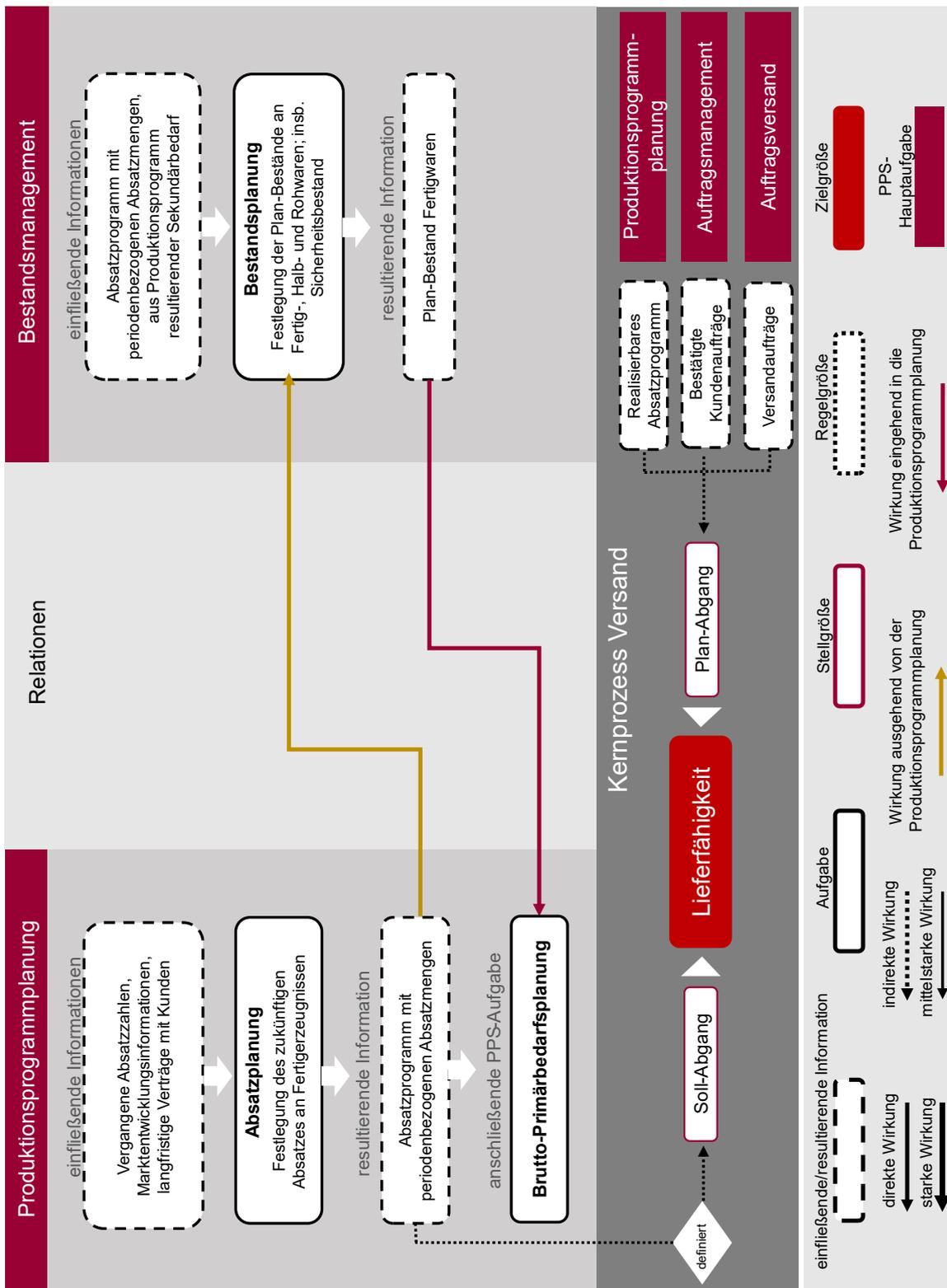


Abbildung 15 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und dem Bestandsmanagement (Bestandsplanung) (eigene Darstellung)

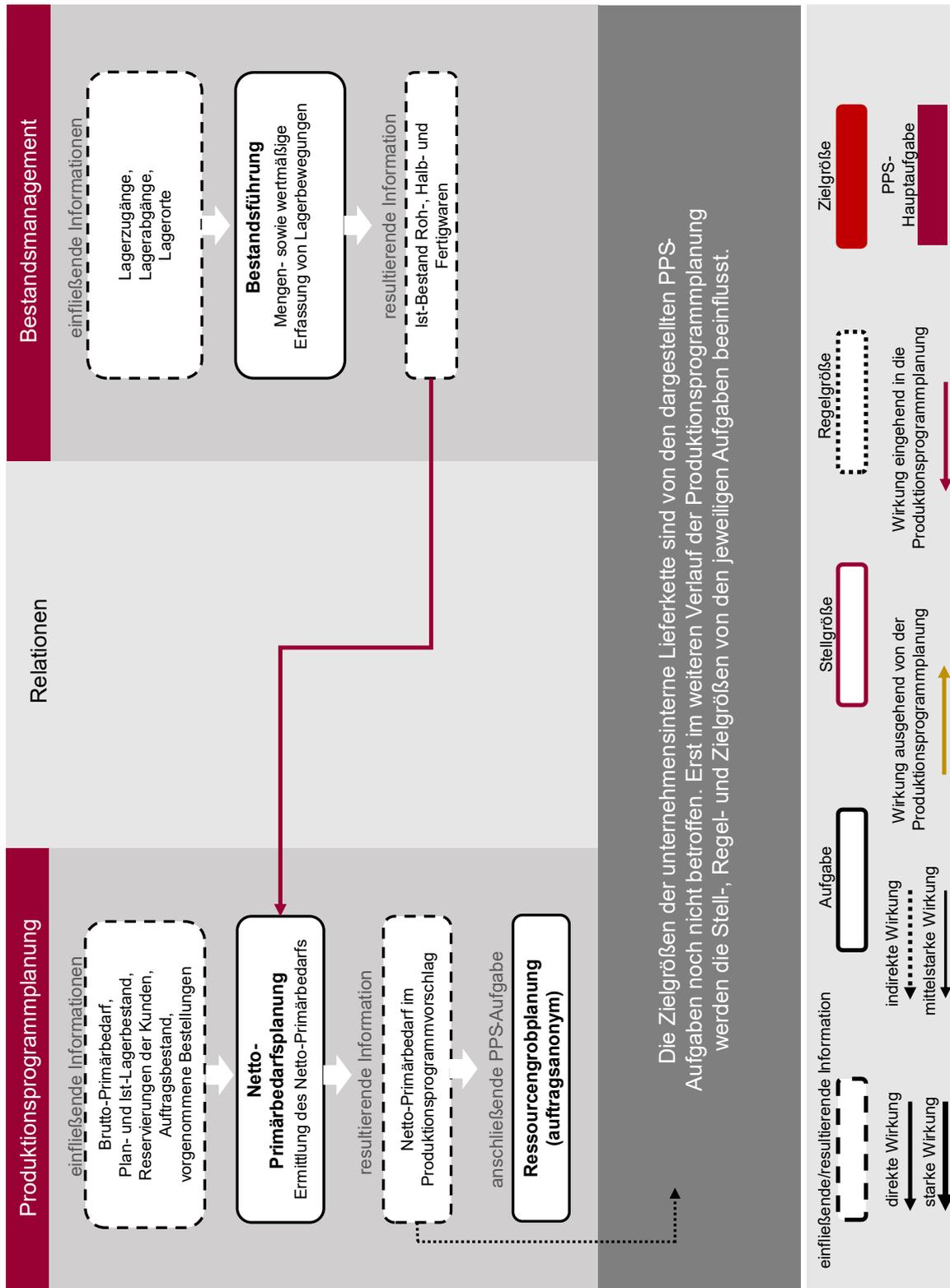


Abbildung 16 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und dem Bestandsmanagement (Bestandsführung) (eigene Darstellung)

5.2.2 Produktionsbedarfsplanung

Die ermittelten Netto-Primärbedarfe werden im nächsten Prozessschritt den verschiedenen Produktionsbereichen des produzierenden Unternehmens zugeteilt. Daraus resultiert jeweils der Bedarf an Kapazitäten für die betrachtete Planperiode. Nun können die Bedarfe an Fertigwaren entweder an die zur Verfügung stehenden Kapazitäten angepasst werden oder umgekehrt. Innerhalb der sogenannten langfristigen, auftragsanonymen Ressourcengrobplanung existiert ein Zielkonflikt. Mit höherem zukünftigem Absatz an Fertigwaren steigt analog auch der Umsatz durch diese. Dem steht jedoch eventuell eine Unterauslastung der Kapazitäten gegenüber, was sich negativ auf die Kostenlage des Unternehmens auswirkt (Schmidt 2018: 96). Es besteht die Gefahr, dass die vorhandenen Ressourcen, wie Personal und Anlagen, nicht vollständig genutzt werden. Um diesen Zielkonflikt optimal handhaben zu können, sind Maßnahmen erforderlich, welche im Kapitel 5.3 näher erläutert werden. Innerhalb der Produktionsbedarfsplanung wird das Eigenfertigungsprogramm, das sich aus der Produktionsprogrammplanung und Sekundärbedarfsplanung ergibt, auf Realisierbarkeit geprüft (Schmidt 2018: 139). Einfließende Informationen sind abgestimmte Grobbelastungen der Ressourcen aus der vorgelagerten PPS-Aufgabe der mittelfristigen Ressourcengrobplanung. Innerhalb dieser Aufgabe werden analog zur langfristigen, auftragsanonymen Ressourcengrobplanung Kapazitätsbedarfe determiniert und mit vorhandenen Kapazitäten (Anlagen, Personal) abgestimmt (Schmidt 2018: 141). Anhand dieser Informationen lässt sich feststellen, ob sich der Eigenfertigungsprogramm-vorschlag realisieren lässt. Wie aus der Abbildung 17 ersichtlich, ist die Produktionsbedarfsplanung insofern mit der Produktionsprogrammplanung verbunden, dass bei negativer Realisierbarkeit des Eigenfertigungsprogramm-vorschlags das Produktionsprogramm noch einmal überprüft werden muss. Ist dieser wiederum nicht machbar, muss er revidiert werden (Schmidt 2018: 140). Diese Relation ist direkt, da eventuelle Planungsfehler auf diesem Wege rechtzeitig aufgedeckt werden können. Da die Meldung seitens der Produktionsbedarfsplanung jedoch keine zwingend notwendige Information bzw. vorbereitende Information für die Erstellung des Produktionsprogramms darstellt, aber dennoch wichtig für die Ermittlung der Plan-Abgänge der unternehmensinternen Lieferkette ist, wird die Wirkung als mittelstark eingestuft. Die Plan-Abgänge werden erstmals, wie bereits beschrieben, über die Produktionsprogrammfreigabe durch das realisierbare Absatzprogramm definiert (Schmidt 2018: 102). Die Wirkung der Produktionsprogrammfreigabe auf die Stellgröße Plan-Abgang ist als indirekt zu bezeichnen, da das Produktionsprogramm im Rahmen weiterer PPS-Hauptaufgaben überarbeitet und spezifiziert wird. Zudem ergeben sich aus der PPS-Hauptaufgabe *Auftragsversand* die Versandaufträge, welche den Versand von Fertigwaren und Handelswaren initiieren (Schmidt und Nyhuis 2021: 81) und den Ist-Abgang des

Kernprozesses *Versand* definieren. In gemeinsamer Betrachtung mit den Plan-Abgängen resultiert die Regelgröße *Rückstand* und *Terminabweichung* (Schmidt und Nyhuis 2021: 80). Diese Regelgröße bestimmt wiederum die Zielgröße *Liefertermineinhaltung* (Schmidt und Nyhuis 2021: 80). Es kann festgehalten werden, dass sich die Liefertermineinhaltung erst bei spezifischen Kundenaufträgen ergibt, diese jedoch bereits zu Beginn der PPS-Prozesse bedeutend ist. Sind die Rückstände und Rückstandsschwankungen der Stellgrößen zu hoch, so wirkt sich dies negativ auf die genannte Zielgröße aus (Schmidt 2018: 103).

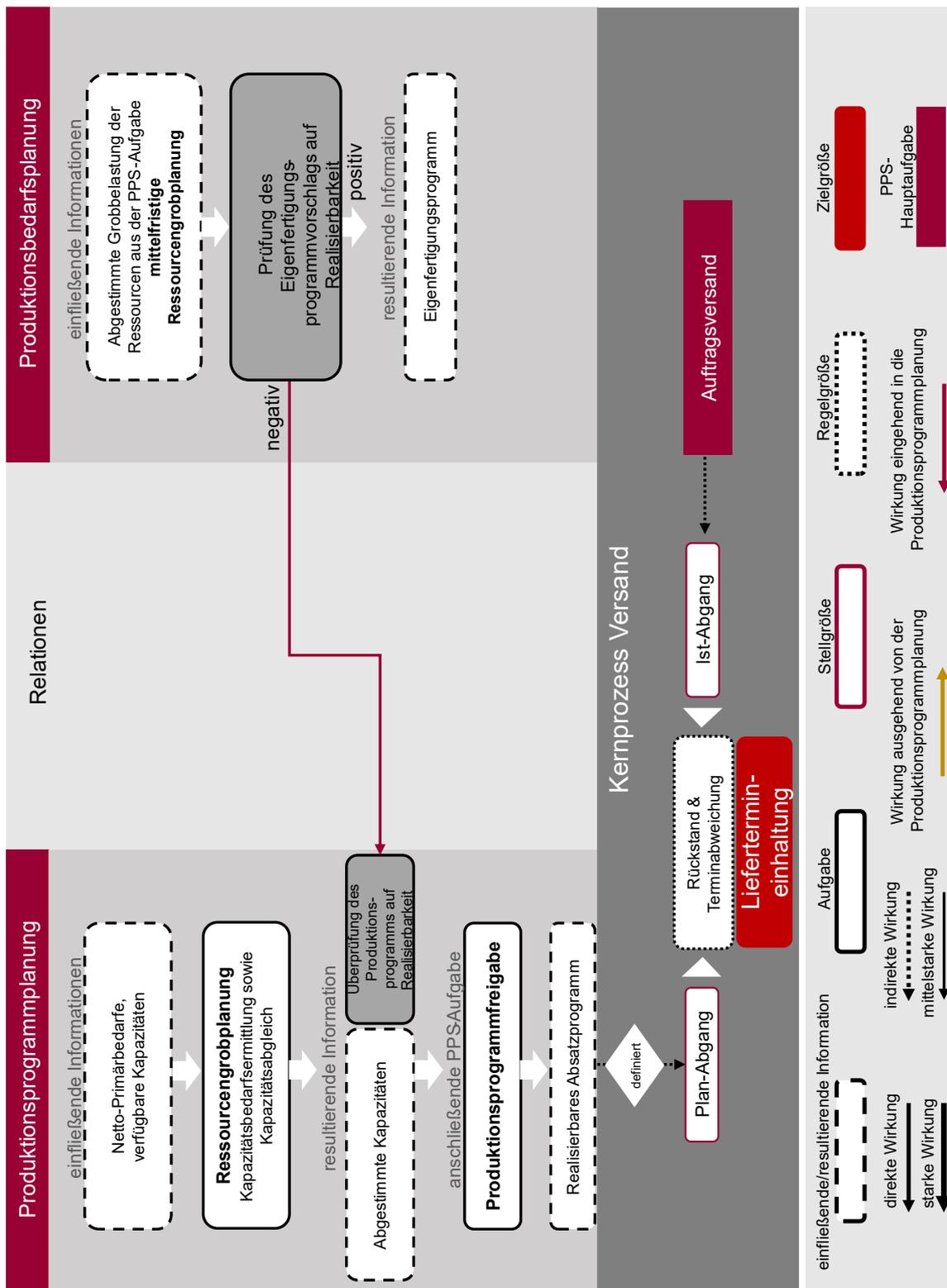


Abbildung 17 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und der Produktionsbedarfsplanung (eigene Darstellung)

5.2.3 Fremdbezugsgrubplanung

Analog zur Produktionsbedarfsplanung findet innerhalb der Fremdbezugsgrubplanung eine Überprüfung des Fremdbezugsprogrammvorschlags auf Realisierbarkeit statt, welcher aus der PPS-Hauptaufgabe *Sekundärbedarfsplanung* stammt. Er umfasst die Artikel, die zur Herstellung der Primär- und Sekundärbedarfe beschafft werden müssen. Zudem sind dort Lieferpläne enthalten, welche vorher mit langfristigen Lieferanten beschlossen wurden (Schmidt 2018: 126). Ist der Fremdbezugsprogrammvorschlag nicht realisierbar, muss dieser erneut überarbeitet werden. Es könnte beispielsweise nach einer Rücksprache mit dem Einkauf nach alternativen Lieferanten gesucht oder die Information an die Produktionsbedarfsplanung weitergegeben werden (Schmidt 2018: 126 f.). Dadurch werden weitere Maßnahmen veranlasst, wie eine erneute Überprüfung des Produktionsprogramms oder die Rücksprache mit den Lieferanten über neue Liefertermine. Ist die Realisierbarkeit des Fremdbezugsprogrammvorschlags wiederum positiv, wird dieser freigegeben (Schmidt 2018: 127). Die Wirkungen der Fremdbezugsgrubplanung auf die Produktionsprogrammplanung sind identisch mit denen der Produktionsbedarfsplanung auf diese. Es handelt sich um eine direkte Wirkung (Abbildung 18), da nicht realistische bzw. umsetzbare Resultate im Fremdbezugsprogrammvorschlag frühzeitig aufgedeckt werden und dadurch eine Revision des Produktionsprogramms stattfinden kann. Da diese Information aus der Fremdbezugsgrubplanung für die Planungsprozesse der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* jedoch nicht zwingend notwendig sind, kann auch diese Wirkungsintensität als mittelstark eingestuft werden. Ebenso in Bezug zur unternehmensinternen Lieferkette definiert das realisierbare Absatzprogramm aus dem Produktionsprogramm den Plan-Abgang im Kernprozess *Versand* und wirkt sich analog zur Wirkung im Kapitel 5.2.2 auf die Lieferfähigkeit aus.

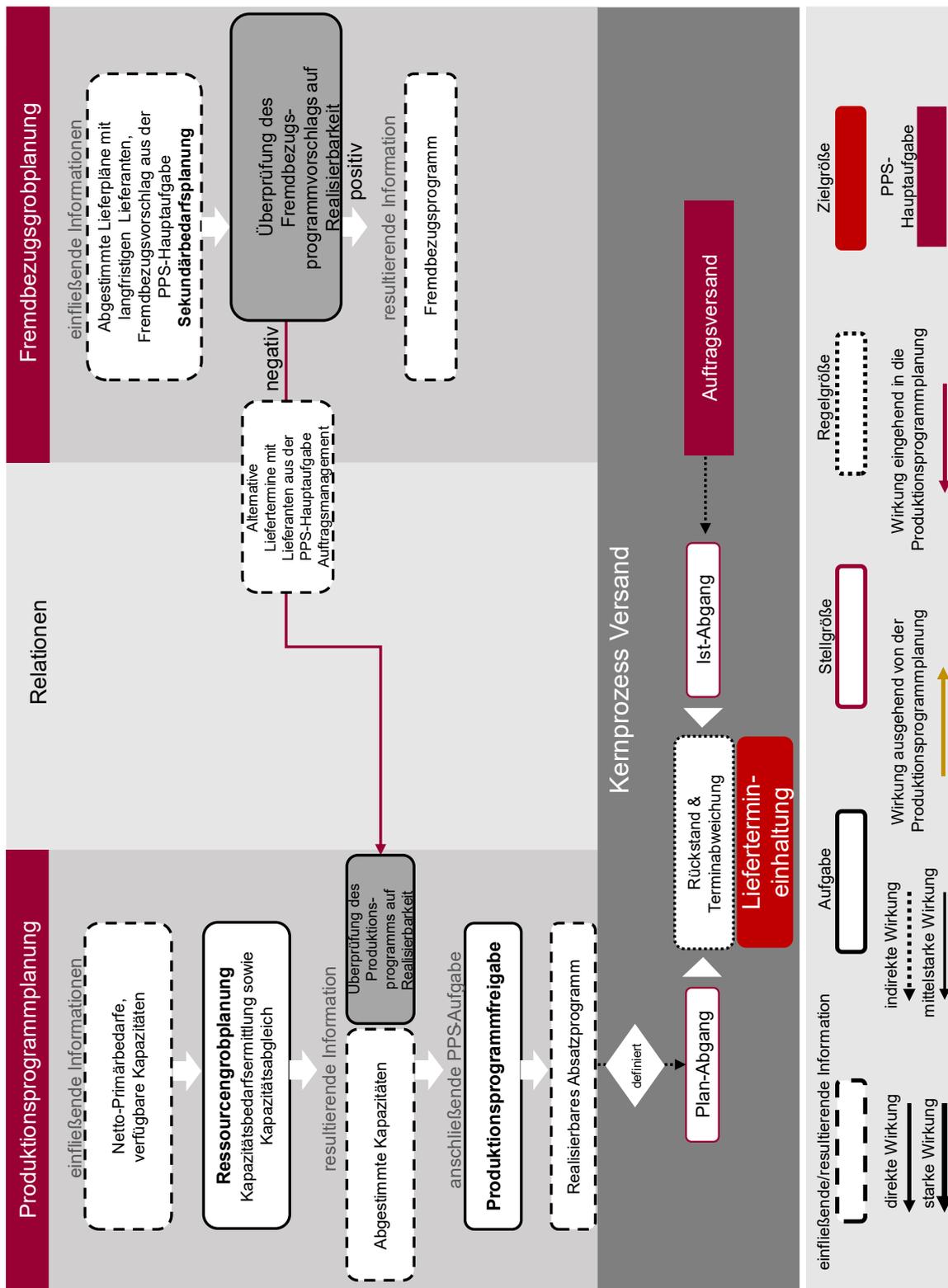


Abbildung 18 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und der Fremdbezugsprogrammplanung (eigene Darstellung)

5.2.4 Auftragsmanagement

Die PPS-Hauptaufgabe *Auftragsmanagement* wird durch spezifische Kundenaufträge initiiert und hat die Aufgabe, mit den Kunden Rücksprache über ihre Wünsche und Forderungen zu halten. Aus diesen Informationen werden Produktionsaufträge geformt und terminiert sowie die Verfügbarkeit vorhandener Ressourcen überprüft. Sind die Kundenwünsche realisierbar, wird der Auftrag angenommen und fließt in das Produktionsprogramm der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* ein (Schmidt und Nyhuis 2021: 76). Die Wirkung der Weitergabe dieser Informationen an die Produktionsprogrammplanung kann als direkt beschrieben werden (Abbildung 19), da die PPS-Aufgaben unmittelbar in Verbindung stehen und das Produktionsprogramm um diese Informationen ergänzt wird. Es handelt sich zudem um eine starke Wirkung, weil die Produktionsaufträge aus dem Auftragsmanagement für die Freigabe des Produktionsprogrammes benötigt werden. Innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* erfolgt die Freigabe des Produktionsprogrammes. Einfließende Informationen sind der mehrmals überarbeitete Produktionsprogramm-vorschlag sowie die Produktionsaufträge aus dem Auftragsversand. Dabei sind insbesondere die Kapazitäten der Produktionsendstufe zu beachten (Schmidt 2018: 102). Das freigegebene Produktionsprogramm legt schließlich den Plan-Abgang des Kernprozesses *Produktion* in seiner Endstufe fest (Schmidt 2018: 102). Wie bereits erwähnt, wird der Plan-Abgang in weiteren Prozessen der PPS verfeinert, bis eine mittel- und kurzfristige Planungsebene erreicht ist (Schmidt 2018: 77). Es handelt sich demnach um eine mittelstarke Wirkung der Produktionsprogrammfreigabe auf den Plan-Abgang der Produktionsendstufe, weil der Plan-Abgang als eine revidierte Stellgröße anzusehen ist, welche nach und nach überarbeitet wird. Die Verbindung ist zudem indirekt, da der Plan-Abgang der Produktionsendstufe nicht direkt oder unmittelbar aus der Produktionsprogrammfreigabe hervorgeht, sondern das Produktionsprogramm. Gemeinsam mit dem Ist-Abgang der Produktionsendstufe, welcher durch die Freigabe der Produktionsaufträge im Rahmen der PPS-Hauptaufgabe *Eigenfertigungssteuerung* definiert wird, werden der Rückstand und die Streuung der Abgangsterminabweichung determiniert, was sich auf die logistische Zielgröße *Termintreue* auswirkt (Schmidt 2018: 78).

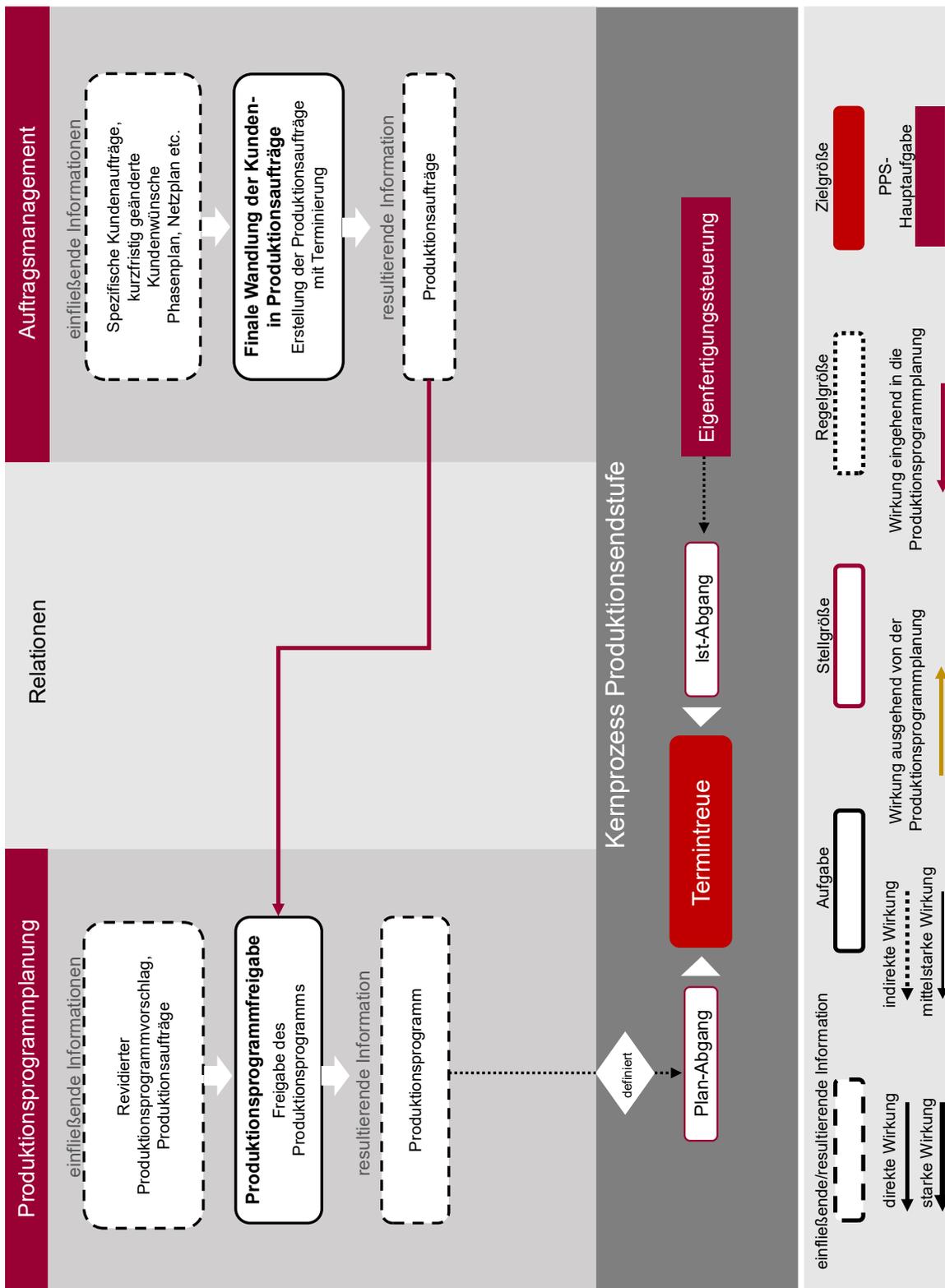


Abbildung 19 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und dem Auftragsmanagement (eigene Darstellung)

5.2.5 Sekundärbedarfsplanung

Im Anschluss an die PPS-Hauptaufgaben *Produktionsprogrammplanung* und *Auftragsmanagement* erfolgt die Sekundärbedarfsplanung. Die Sekundärbedarfe, welche für die Herstellung der Fertigwaren benötigt werden, werden aus dem Produktionsprogramm sowie mithilfe von Stücklisten, Verbrauchsstatistiken und Verbrauchsprognosen bestimmt (Schmidt 2018: 258). Diese werden dann entweder über den Einkauf beschafft oder selbst gefertigt und im Anschluss der Produktionsendstufe überreicht. In diesem Schritt findet ebenfalls eine Vorlaufverschiebung statt (Schmidt 2018: 112), bei welcher eine zeitliche Vorverschiebung des Fertigstellungstermins der Sekundärbedarfe um eine gewisse Zeit erfolgt, um die benötigten Teile rechtzeitig der Fertigung der Primärbedarfe zur Verfügung zu stellen (Wannenwetsch 2014: 450). Innerhalb der Sekundärbedarfsplanung existiert ein Zielkonflikt zwischen logistischen Zielgrößen. Zum einen wird für die Herstellung der Sekundärbedarfe eine hohe Verfügbarkeit der Roh- und Halbwaren angestrebt. Dem steht jedoch das Ziel gegenüber, die Bestände an Roh- und Halbwaren möglichst klein zu halten. So begünstigt beispielsweise eine hohe Vorlaufzeit die Verfügbarkeit von Roh- und Halbwaren für die Herstellung der Sekundärbedarfe zum benötigten Zeitpunkt. Lange Vorlaufzeiten bedingen jedoch gleichzeitig längere Durchlaufzeiten und hohe Bestandsmengen. In den weiteren Prozessen der Sekundärbedarfsplanung werden Brutto- sowie Netto-Sekundärbedarfe bestimmt, die im Anschluss einer Beschaffungsart zugeordnet werden. Das Ergebnis dieser PPS-Hauptaufgabe ist der Fremdbezugs- und der Eigenfertigungsprogrammorschlag (Schmidt 2018: 113). Da die betrachteten PPS-Hauptaufgaben unmittelbar in Verbindung stehen und die Sekundärbedarfe die aus dem Produktionsprogramm enthaltenen Primärbedarfe erweitern (Schmidt 2018: 113), ergibt sich eine direkte Wirkung der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* auf die Sekundärbedarfsplanung (Abbildung 20). Die Primärbedarfe sind notwendig für die Ermittlung der Sekundärbedarfe, da sie aus dem Produktionsprogramm abgeleitet werden. Aus diesem Grund wirkt das Produktionsprogramm vorbereitend auf die Sekundärbedarfsplanung und ist von starkem Charakter.

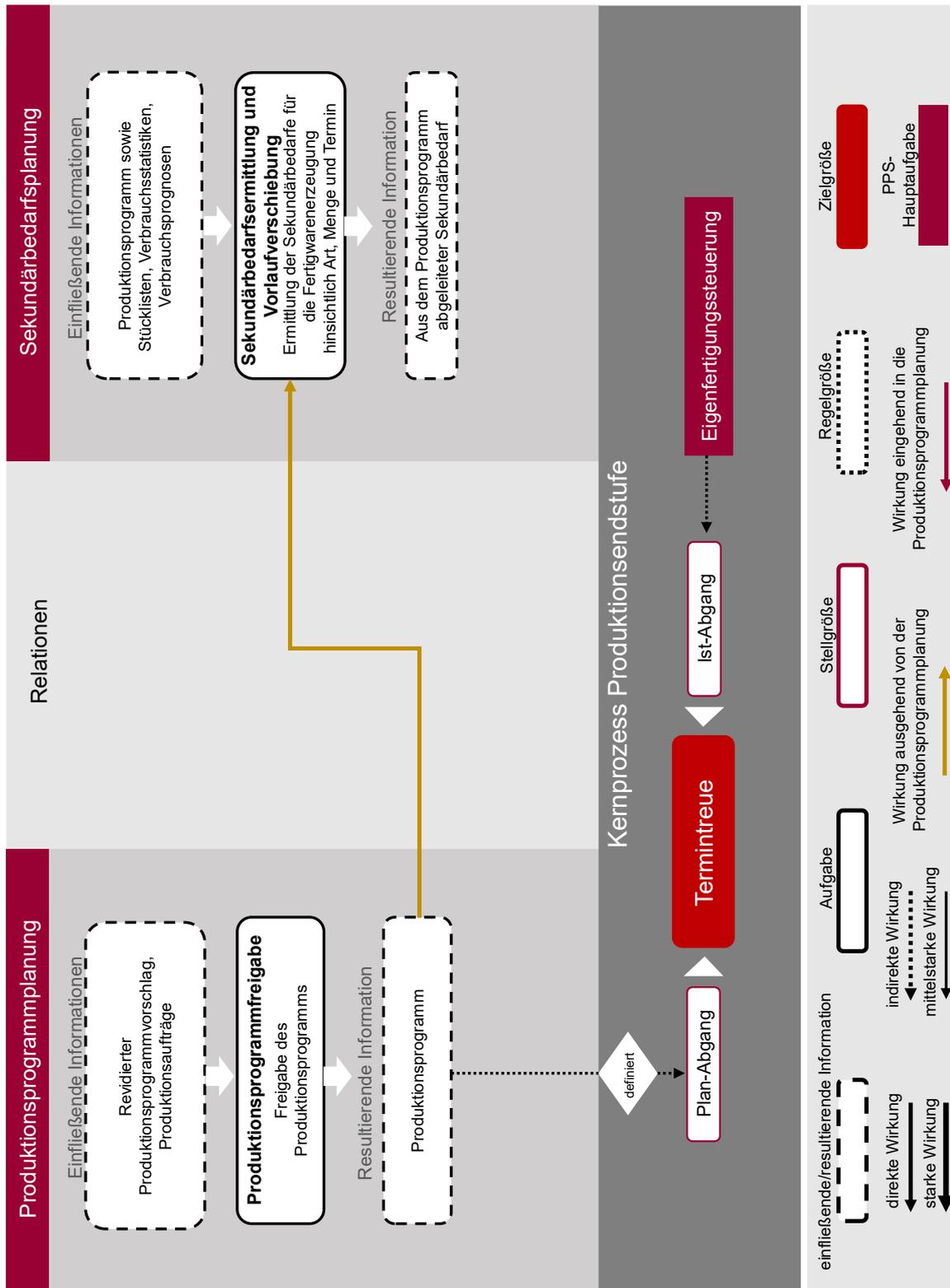


Abbildung 20 Wirkbeziehung zwischen der Produktionsprogrammplanung und der Sekundärbedarfsplanung (eigene Darstellung)

5.3 Wirkung der Verfahren der Produktionsprogrammplanung auf logistische Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette

5.3.1 Verfahren der Absatzplanung

Die Kernaufgabe der Absatzplanung besteht darin, die Mengen vorgegebener verkaufsfähiger Fertigerzeugnisse für bestimmte Zeitperioden festzulegen. Es handelt sich um eine verbrauchsorientierte Bedarfsermittlung (Wannenwetsch 2021: 72), was bedeutet, dass anhand von Verbräuchen aus der Vergangenheit zukünftige Bedarfe ermittelt werden. Wie bereits in Kapitel vier beschrieben, sind für diese PPS-Aufgabe nicht nur vergangene Absätze, sondern auch Trends und Vorgaben aus der Gewinn- und Umsatzplanung relevant. Wichtig sind zudem Informationen über periodenbezogene Bedarfe sowie Produktrückgaben, um realitätsnahe zukünftige Absätze bestimmen zu können (Wiendahl 2014: 297). Aus diesen Informationen werden anhand statistischer Verfahren sogenannte Absatzprognosen bestimmt, auf welche in diesem Kapitel näher eingegangen wird. Es werden Verfahren vorgestellt, die bereits umfassend in der Literatur beschrieben werden und des Öfteren in der Praxis verwendet werden.

Die Absatzplanung kann entweder durch Verfahren der Prognoserechnung oder mithilfe von Markteinschätzungen vorgenommen werden, wobei auf den letzteren Aspekt im Rahmen dieser Bachelorarbeit nicht weiter eingegangen wird. Sie verwendet lediglich Informationen aus Vorgaben der Gewinn- und Umsatzplanung eines Unternehmens, wobei sich die Prognoserechnung mathematisch-statistischer Verfahren bedient (Nicolai et al. 2001: 34). Dabei ist eine Kontinuität bzw. Charakteristik des Bedarfs erforderlich, wobei folgende Bedarfsverläufe unterschieden (Abbildung 21) werden:

- stationärer Verlauf, bei dem der Bedarf konstant ist und sich gut planen lässt,
- stark schwankender Verlauf, bei dem sich der Bedarf nicht regelmäßig verhält,
- saisonaler Verlauf, bei dem der Bedarfsverlauf abhängig von der Saison ist,
- trendartiger Verlauf, der sich durch einen gleichmäßigen Anstieg auszeichnet, sowie
- sporadischer Verlauf, bei dem der Bedarf sehr unregelmäßig ist (Wannenwetsch 2021: 8).

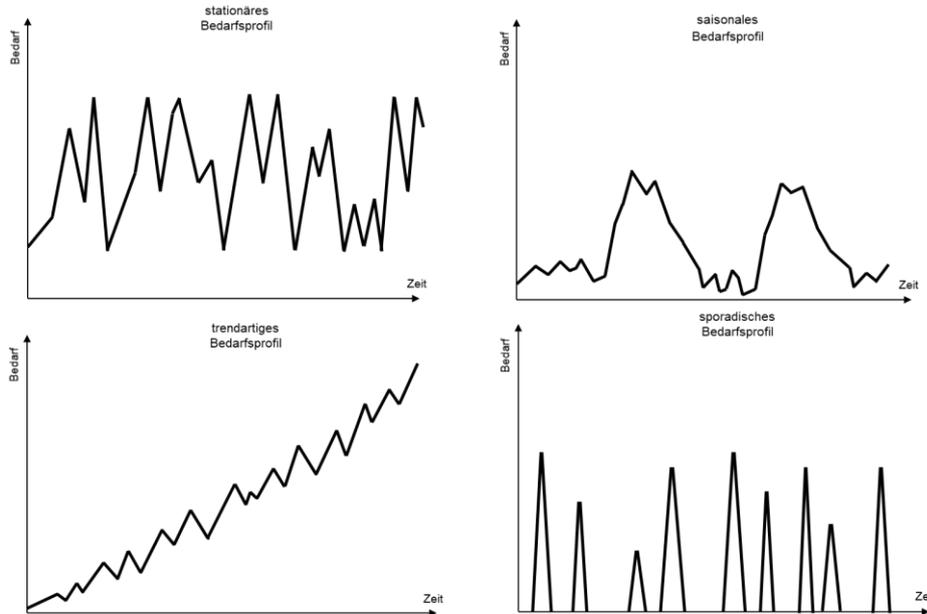


Abbildung 21 Unterschiedliche Bedarfsprofile (eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh et al. 2014: 71)

Es werden im folgenden Verfahren vorgestellt, die in der Praxis häufig verwendet werden. Dazu zählen der einfache Mittelwert, der gleitende Mittelwert, der gewogen-gleitende Mittelwert, die exponentielle Glättung 1. und 2. Ordnung sowie die lineare und multiple Regression (Nicolai et al. 2001: 34). Die Verfahren werden den Verfahrensklassen *Mittelwertbildung*, *exponentielle Glättung* und *Regression* (Abbildung 22) zugeordnet und es wird anschließend erwähnt, für welche Art von Bedarfsverläufen die Verfahren geeignet sind.

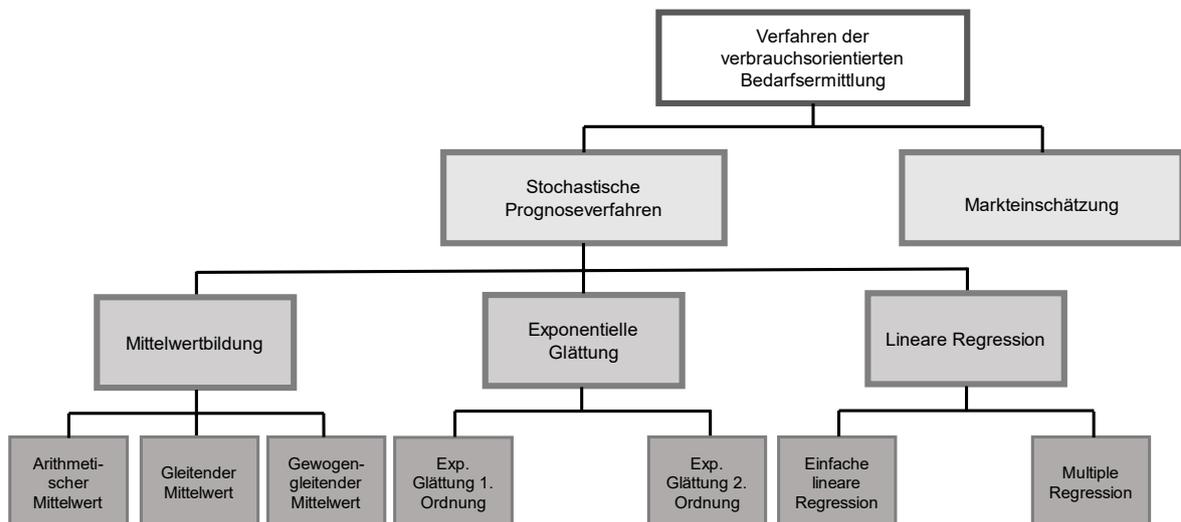


Abbildung 22 Übersicht über Verfahren der Absatzplanung (eigene Darstellung in Anlehnung an Pfohl 2010: 93)

Verfahren der Verfahrensklasse Mittelwertbildung

Eine unkomplizierte Methode stellt die des *einfachen Mittelwertes* dar. Dabei werden alle aus der Vergangenheit stammenden Bedarfsmengen berücksichtigt und das arithmetische Mittel aus ihnen gebildet (Schuh et al. 2014: 72). Das arithmetische Mittel wird berechnet, indem alle periodenbezogenen Verbräuche aufsummiert und anschließend durch die Summe der Perioden dividiert werden (Wannenwetsch 2021: 88). Die Gleichung 5.1 stellt diese Berechnung mathematisch dar:

$$V = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{n} \quad (5.1)$$

V = Prognosewert für die kommende Periode

T_n = Bedarf der Periode n

n = Summe der Perioden

(Wannenwetsch 2021: 88).

Da bei diesem Verfahren alle vergangenen Perioden gleich gewichtet betrachtet werden, können keine Anpassungen an Änderungen in unmittelbaren Vergangenheitswerten vorgenommen werden (Wannenwetsch 2021: 88). Der einfache Mittelwert gibt also in seinen Prognosewerten nur leicht stärkere Trends wieder, da mit steigender Menge der Verbrauchswerte T_n trendartige Sprünge geglättet werden. Dadurch ist die Anwendung dieses Verfahrens nur auf stationäre Bedarfsverläufe beschränkt (Schuh et al. 2014: 72).

Mit Hilfe des Verfahrens des *gleitenden Mittelwertes* lässt sich – im Gegensatz zum einfachen Mittelwert – eine Anpassung an die jüngsten Bedarfsänderungen vornehmen (Schuh et al. 2014: 72). Bei diesem Verfahren werden die Verbrauchswerte aus der nahen Vergangenheit stärker berücksichtigt als Verbrauchswerte von Perioden, die schon länger zurückliegen. Bei der Berechnung des gleitenden Mittelwertes werden die Verbrauchswerte eines bestimmten Zeitraums miteinbezogen. Dies hat zur Folge, dass im Laufe der Zeit die ältesten Verbrauchswerte nicht mehr berücksichtigt werden (Wiendahl 2014: 298). Das Verfahren des gleitenden Mittelwertes zeichnet sich durch einen „höheren Aktualitätsgrad der Prognose“ (Schuh et al. 2014: 72) aus und wird bei einem stationären Verbrauchsverlauf mit „kleinen Schwankungen ohne Trend und saisonalem Charakter“ (Wiendahl 2014: 298) angewendet.

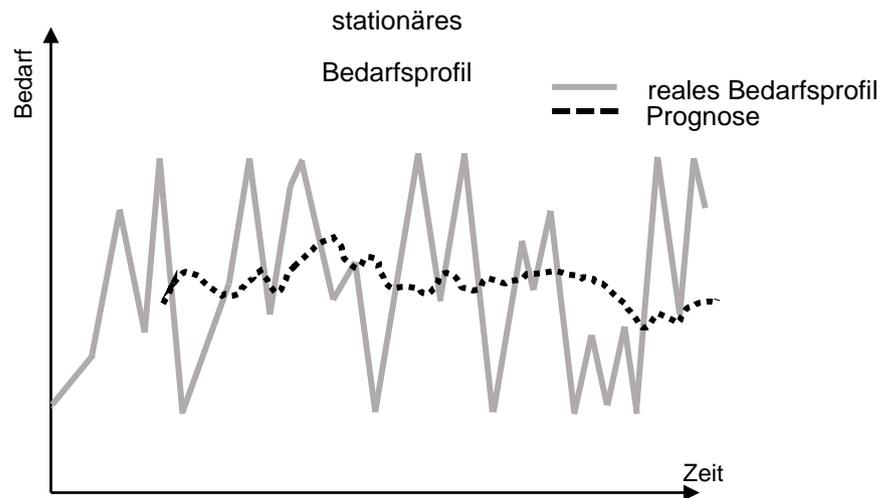


Abbildung 23 Bedarfsprofil bei einem gleitenden Mittelwert (eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh et al. 2014: 73)

Die Abbildung 23 zeigt sowohl das Bedarfsprofil (tatsächliche Verbrauchswerte) als auch die prognostizierten Bedarfe. Es wird deutlich, dass es sich um ein stationäres Verbrauchsverhalten mit starken Schwankungen handelt. Zudem geht aus den Kurven hervor, dass sich die Prognosewerte versetzt dem tatsächlichen Verbrauch anpassen. Daraus kann abgelesen werden, dass jüngere Trends bei der Verwendung des gleitenden Mittelwertes berücksichtigt werden. Zudem ist es wichtig zu erwähnen, dass sich die Prognosewerte mit kleinerem Zeitfenster schneller an den sich ändernden Verbrauch anpassen (Schuh et al. 2014: 73).

Bei dem *gewogen-gleitenden Mittelwert* verhält es sich ähnlich zum gleitenden Mittelwert. Der Unterschied zu diesem Verfahren ist, dass die betrachteten Perioden nun gewichtet werden. Dies bedeutet, dass jeder Periode ein unterschiedlich starker Gewichtungsfaktor zugeteilt wird, wobei Perioden aus unmittelbarer Vergangenheit stärker gewichtet werden als ältere. Auf diesem Weg lassen sich Trends besser erkennen (Wannenwetsch 2014: 94). Das Verfahren des gewogen-gleitenden Mittelwertes erlaubt eine raschere Anpassung an eine Änderung innerhalb des Verbraucherverhaltens. Je nach dem, wie die Gewichtungsfaktoren gewählt wurden, ist das Ergebnis aus diesem Verfahren ein mehr oder weniger genauer Prognosewert. Da die Genauigkeit von der Wahl der Gewichtung abhängt, sind diese ständig an das aktuelle Verbraucherverhalten im Markt anzupassen (Hoppe 2008: 161). Das Verfahren des gewogen-gleitenden Mittelwertes lässt sich bei einem stationären Bedarfsverlauf anwenden (Fandel et al. 2009: 353).

Die vorgestellten Verfahren der Mittelwertbildung sind einfach, schnell zu handhaben und bei stationären Bedarfsverläufen mit leichten Sprüngen einsetzbar. Ein weiterer Vorteil ist, dass sie in der Lage sind, Zufallskomponenten zu glätten. Dies bedeutet, dass sich zufällige Sprünge innerhalb des Bedarfsprofils, welche nicht weiter von Bedeutung sind, durch die

genannten Verfahren gut filtern lassen. Jedoch besteht hier die Gefahr, dass Schwankungen im Markt nicht berücksichtigt werden können. Ist dies der Fall, so resultieren aus den Verfahren dieser Verfahrensklasse ungenaue Prognosewerte (Schuh et al. 2014: 73). Es ist wichtig zu betonen, dass sich die Umwelt in einem ständigen Wandel befindet, welcher „Aktualität, Flexibilität, Kunden- und Zukunftsorientierung“ (Hoppe 2008: 161) erfordert, um im Markt überleben zu können. Innerhalb dieser Verfahrensklasse werden die genannten Aspekte jedoch nicht einbezogen, da nur Informationen aus der Vergangenheit in die Zukunft fortgeführt werden (ebd.).

Verfahren der Verfahrensklasse exponentielle Glättung

Die Weiterentwicklung des bereits beschriebenen gewogen-gleitenden Mittelwertes ist das Verfahren der *exponentiellen Glättung 1. Ordnung* (Hoppe 2008: 166). Wie die zuvor dargelegten Verfahren findet die exponentielle Glättung 1. Ordnung Anwendung bei Bedarfsverläufen mit stationärem Charakter, welche keine stark steigenden bzw. fallenden Trends aufweisen (Fandel et al. 1997: 131). Grundsätzlich basiert dieses Verfahren auf der Idee, dass Prognosefehler bei darauffolgenden Prognoseberechnungen miteinbezogen werden. Dabei erfolgt die Berechnung durch den zuletzt prognostizierten Wert, den letzten tatsächlichen Verbrauchswert sowie den Glättungsfaktor α . Die Formel für die Berechnung ist in Gleichung 5.2 dargestellt:

$$V_n = V_a + \alpha(T_i - V_a) \quad (5.2)$$

V_n = neuer Prognosewert

V_a = zuletzt prognostizierter Verbrauchswert

T_i = letzter tatsächlicher Verbrauchswert

α = Glättungsfaktor

(Wannenwetsch 2021: 90).

Die Gewichtung bzw. der Glättungsfaktor ist so zu wählen, dass die Werte aus unmittelbarer Vergangenheit stärker gewichtet berechnet werden als die älteren Werte. Dies lässt erkennen, dass der Glättungsfaktor α eine wichtige Rolle bei der Berechnung des Prognosewertes spielt. Die Wahl des Glättungsfaktors erfolgt durch das Einsetzen von Erfahrungswerten oder durch eine „Auswahl nach dem Prognosefehler“ (Hoppe 2008: 166), wobei bei der letzteren Möglichkeit eine Simulation mit unterschiedlichen Glättungsfaktoren durchgeführt wird, bei der Prognosefehler bestimmt werden. Gewählt wird der Glättungsfaktor mit dem kleinsten Prognosefehler (Hoppe 2008: 166). Grundsätzlich glätten kleine Faktoren Zufallskomponenten (ebd.), wobei auch hier die Gefahr besteht, dass eine Anpassung an das veränderte Bedarfsprofil in den Rückstand gerät (Fandel et al. 1997:

131). Größere Glättungsfaktoren hingegen gewichten die jüngere Vergangenheit stärker als die ältere. Dadurch ist der Effekt der Glättung geringer als bei kleinen Faktoren und eine zügigere Anpassung an Veränderungen des Bedarfsprofils wird ermöglicht (Hoppe 2008: 167). Eine Folge zu schneller Anpassung könnte jedoch sein, dass das Unternehmen eventuell zu schnell auf die Veränderung mit Maßnahmen reagiert, wobei es sich lediglich um eine Zufallskomponente handeln könnte (Fandel et al. 1997: 137). Der Bedarfsverlauf bei der exponentiellen Glättung ist in Abbildung 24 dargestellt.

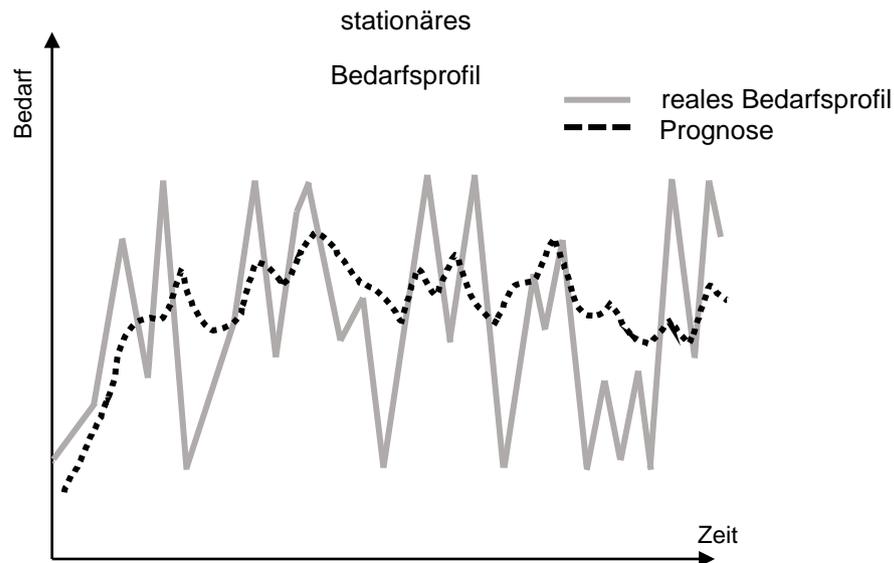


Abbildung 24 Bedarfsverlauf bei der exponentiellen Glättung 1. Ordnung (eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh et al. 2014: 75)

Die *exponentielle Glättung 2. Ordnung* kann – im Gegensatz zur exponentiellen Glättung 1. Ordnung – bei trendhaften Bedarfsprofilen angewendet werden (Hoppe 2008: 169). Der Unterschied zur exponentiellen Glättung 1. Ordnung besteht zudem darin, dass das Glättungsverfahren zweifach angewendet wird (Hoppe 2008: 170). Dies geht aus den dargestellten Gleichungen (5.3) hervor. Die erste Gleichung ist dabei identisch mit der exponentiellen Glättung 1. Ordnung. Die ermittelten Werte werden anschließend als Startwerte in die zweite Gleichung eingesetzt und es wird erneut das Glättungsverfahren angewendet (Fandel et al. 2009: 362).

$$x_{t1} = \alpha * x_t + (1-\alpha) * x_{t1-1} \quad (5.3)$$

$$x_{t2} = \alpha * x_{t1} + (1-\alpha) * x_{t2-1}$$

Der Prognosewert berechnet sich anschließend mithilfe der Gleichung

$$p_{t+i} = b_t + n_t * i \quad (5.4)$$

$$\text{mit } b_t = 2 * x_{t1} - x_{t2}$$

(Fandel et al. 2009: 362).

Das Ergebnis der exponentiellen Glättung 2. Ordnung ist schließlich ein „exponentiell geglätteter Mittelwert 2. Ordnung“ (Hoppe 2008: 170). Die Gleichung 5.5 lässt erkennen, dass eine Linearität vorausgesetzt wird, welche anhand der dargelegten Geraden ermittelt werden kann. Der Vorteil dieses Verfahrens gegenüber der exponentiellen Glättung 1. Ordnung besteht darin, dass eine schnellere Annäherung an den tatsächlichen Verbrauchsverlauf erfolgen kann (Hoppe 2008: 170).

Grundsätzlich lassen sich die vorgestellten Verfahren dieser Verfahrensklasse bei stationären Verbrauchsprofilen anwenden (Wannenwetsch 2021: 90). Die exponentielle Glättung 2. Ordnung kann ebenfalls für trendartige Verläufe eingesetzt werden, jedoch bleibt eine Berücksichtigung von saisonalen Veränderungen der Verbräuche aus. Es existieren Verfahren, welche die Weiterentwicklung dieses Verfahrens darstellen, und auch Trends, die keine Linearität aufweisen oder auch saisonale Schwankungen berücksichtigen. Diese sind in der Praxis jedoch nicht gängig und werden in dieser Bachelorarbeit nicht behandelt (Fandel et al. 2009: 365).

Verfahren der Verfahrensklasse Regression

Ein Verfahren, das sich für stationäre sowie trendhafte Verbrauchsverläufe einsetzen lässt, ist die *einfache lineare Regression* (Schuh et al. 2014: 81). Der Grundgedanke dieses Verfahrens beruht darauf, dass zwei Variablen linear voneinander abhängig sind (Frost 2018: 5). Dabei handelt es sich um eine abhängige Variable, wie die Nachfrage, und eine unabhängige Variable, wie z. B. die Temperatur (Hoppe 2008: 177). Es soll anhand dieser Annahme ermittelt werden, wie die vergangenheitsbezogenen Verbrauchswerte das Eintreten der Prognosewerte erklären (Frost 2018: 5). Hierfür sollten zunächst die Daten bzw. Verbrauchswerte betrachtet werden, welche bereits vorliegen. Diese werden vorbereitend in einem Streudiagramm als Punkte auf der x-y-Ebene dargestellt. Es entsteht eine sogenannte Punktwolke, die eine bestimmte Form erkennen lässt (Frost 2018: 3). Handelt es sich um eine elliptische Form mit positiver Steigung, lässt sich das Verfahren der einfachen linearen Regression anwenden. Die vorliegenden Daten sollen nun durch eine lineare Funktion abgebildet werden, aus welcher hervorgeht, dass die Variablen x und y linear voneinander abhängig sind. Da jedoch Prognosefehler angenommen werden, die dafür verantwortlich sind, dass sich die Punkte nicht auf der Geraden befinden, wird die Funktion um diese Fehlervariable erweitert (Frost 2018: 3).

$$y_i = a + b * x_i + Fehler \quad (5.5)$$

Wobei

y_i = Zielvariable

a = y – Achsenabschnitt

b = Steigung der Geraden

x_i = Einflussvariable

Fehler = Fehlervariable

(Frost 2018: 5)

Die Aufgabe besteht darin, die Funktion der Geraden zu finden. Es ist wichtig zu erwähnen, dass zahlreiche Geraden existieren, die durch die Punktwolke verlaufen. Daher wird versucht, die bestmögliche Funktion zu finden (Frost 2018: 9), welche schlussendlich die genauesten Prognosewerte liefert. Hierbei kann auf die Methode der kleinsten Quadrate zurückgegriffen werden, bei der es darum geht, die Funktion

$$\sum_{i=1}^n u_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \rightarrow \min \quad (5.6)$$

zu minimieren (Frost 2018: 9). Grundsätzlich wird „die Summe der quadrierten Differenz zwischen der tatsächlichen und der prognostizierten Nachfrage“ (Hoppe 2008: 177) minimiert. Liegen die Parameter a und b vor, welche die Gleichung 5.6 minimieren, werden für diese im nächsten Schritt über die Bestimmung der Extremwerte die Werte \hat{a} und \hat{b} berechnet. Das Dach über diesen Parametern zeigt, dass es sich lediglich um Schätzwerte handelt (Frost 2018: 9). Ist die lineare Funktion schließlich ermittelt, lassen sich durch das Einsetzen der Perioden in die Gleichung 5.7 die zukünftigen Prognosewerte bestimmen (Schuh et al. 2014: 81).

$$\hat{y} = \hat{a} + \hat{b}x \quad (5.7)$$

(Frost 2018: 9).

Es ist zusammenzufassen, dass die lineare Regression aufgrund der Linearität nur bei trendartigen Verbrauchsprofilen zufriedenstellende Ergebnisse liefert. Der Vorteil ist, dass die Prognosewerte für einen Verlauf dieser Art einfach berechnet werden können. Dem steht der Nachteil gegenüber, dass sich das Verfahren nur für eine geringe Anzahl von Verbrauchsprofilen anwenden lässt (Schuh et al. 2014: 81 f.).

Es wurde bisher ein Verfahren betrachtet, bei dem eine abhängige Variable mit einer unabhängigen Variablen linear zusammenhängt. Existieren aber mehrere unabhängige Variablen bzw. Einflussfaktoren, kann auf die *multiple Regression* zurückgegriffen werden

(Hoppe 2008: 177). Auch bei diesem Verfahren werden die Parameter der Funktion anhand der Methode der kleinsten Quadrate ermittelt (ebd.) und die Vorgehensweise verläuft analog zum Verfahren der einfachen linearen Regression.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich Verfahren der linearen Regression sowohl für trendartige als auch für saisonale Verbrauchsprofile eignen. Wichtig ist, dass die Daten, welche die Grundlage für die prognostizierten Bedarfswerte darstellen, genau und richtig sind. Zudem sind die Verfahren nur für Prognosen der lang- und mittelfristigen Planungsebene geeignet, da eine größere Menge an Daten benötigt wird und sich der Aufwand nur für einen längeren Zeitraum lohnt. Ein weiterer Nachteil zeigt sich dahingehend, dass die Regressionsmethoden nur auf die verwendeten Daten beschränkt sind, während die Methoden der exponentiellen Glättung alle Werte der Vergangenheit berücksichtigen. Damit geht ein Verlust an Informationen einher (Hoppe 2008: 177).

5.3.2 Modellierung der Wirkung von Verfahren der Absatzplanung auf Zielgrößen

In diesem Kapitel werden die Verfahren der Absatzplanung hinsichtlich ihrer Wirkung auf die logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette und auf den Gesamterfolg des Unternehmens modellbasiert betrachtet. Dies ist notwendig, da sich eine ungenaue Absatzplanung auf nahezu alle Prozesse innerhalb der Lieferkette auswirkt (Hoppe 2008: 103). Um die Wirkbeziehungen möglichst verständlich darzulegen, werden die Verfahren der Absatzplanung in den Modellen kompakt als Verfahrensklassen zusammengefasst. Es handelt sich um die Verfahrensklassen Mittelwertbildung, exponentielle Glättung sowie Regression. Es sollen zudem Fehler, die bei der Durchführung dieser Verfahren entstehen können, sowie mögliche Fälle bzw. Ergebnisse, die aus diesen resultieren, miteinbezogen werden.

Bei einer Betrachtung der Prognosewerte und einem Vergleich mit tatsächlichen Verbrauchswerten können drei Zustände resultieren, welche im Folgenden beschrieben werden. Der erste Fall zeichnet sich dadurch aus, dass die prognostizierten Bedarfe größer sind als die tatsächliche Nachfrage. In diesen Fällen wurden die zukünftigen Absätze zu hoch prognostiziert und es liegen infolgedessen zu viele Fertigwaren im Fertigwarenlager, welche nicht verkauft werden können. Die Folge ist, dass das Lager überfüllt ist, weil die Fertigwarenbestände nicht verkauft werden können. Es kann zudem vorkommen, dass die Produkte aufgrund begrenzter Haltbarkeit verschrottet werden müssen. Es ist zu akzentuieren, dass nicht abgesetzte Bestände im Fertigwarenlager den Gewinn des Unternehmens mindern, „da sie gebundenes Kapital darstellen“ (Hoppe 2008: 103). Im zweiten Fall ist der Prognosewert kleiner als die tatsächliche Nachfrage, was bedeutet, dass die Absatzplanung kleinere Mengen ermittelt hat, als tatsächlich verkauft werden. Sind die Bestände an Fertigwaren im Lager verkauft, greift das Unternehmen auf die

Sicherheitsbestände zurück. Sind auch diese aufgebraucht, kann es in solchen Situationen zu sogenannten Stock-outs kommen, bei denen keine verkaufsfähigen Fertigwaren im Fertigwarenlager vorrätig sind und Kunden deshalb nicht bedient werden können. Dies hat zur Folge, dass Kunden unzufrieden sind und auf die Konkurrenz ausweichen, um ihre Produkte dort zu beschaffen. Mit dem Verlust an Kunden geht zusätzlich auch ein Verlust an Umsatz einher (Hoppe 2008: 101 f.). Der dritte Fall beschreibt die Situation, dass der prognostizierte Bedarf dem tatsächlichen Bedarf entspricht. Dieser Fall kommt in der Praxis nur sehr selten vor und stellt einen Idealzustand dar (Hoppe 2008: 102). Weil die Lagerbestände im Fertigwarenlager vollständig verkauft werden können und keine weiteren Bestände übrigbleiben (ebd.), wird dieser Fall in der Ausarbeitung der Wirkzusammenhänge nicht weiter betrachtet.

Wirkzusammenhänge im Fall 1: Prognostizierte Bedarfe sind größer als die tatsächliche Nachfrage

In den folgenden Modellen werden die Wirkzusammenhänge der Verfahren der Mittelwertbildung, exponentiellen Glättung und der linearen Regression für den ersten Fall erläutert. Die statistisch-mathematischen Verfahren, die innerhalb dieser Verfahrensklassen Anwendung finden, wurden bereits zu Beginn des Kapitels 5.3 beschrieben. Zudem wurde ihre Eignung für unterschiedliche Bedarfsprofile dargelegt. Die Verfahren der Mittelwertbildung bestimmen mithilfe einfließender Informationen die Menge der Brutto-Primärbedarfe für einzelne Perioden. Zu diesen zählen

- vergangene Absatzzahlen,
- Informationen über den Verbrauchsverlauf,
- die Planungsebene,
- im Falle des gleitenden Mittelwertes die Zeitfenster sowie
- im Falle des gewogen-gleitenden Mittelwertes die Gewichtungsfaktoren.

Die Informationen, die in die Verfahren der exponentiellen Glättung einfließen, sind

- vergangene Absatzzahlen,
- Informationen über den Verbrauchsverlauf,
- die Planungsebene,
- der Glättungsfaktor α sowie
- alte Prognosewerte.

Für die Durchführung der Verfahren der linearen Regression sind die folgenden Aspekte relevant:

- die Mindestmenge an vergangenen Absatzzahlen,

- Informationen über den Verbrauchsverlauf sowie
- die Planungsebene.

Bei der Durchführung dieser Verfahren kann es vorkommen, dass grundsätzlich ein inadäquates Verfahren ausgewählt wird. Es könnte beispielsweise ein Verfahren der Mittelwertbildung, welches eher für stationäre Bedarfsprofile geeignet ist, für einen Nachfrageverlauf mit einem trendhaften oder saisonalen Charakter herangezogen werden. Aufgrund des inadäquaten Verfahrens wird der berechnete Prognosewert ungenauer und die Abweichung von dem Idealwert mit einer Prognoseabweichung von null wird größer. Der Grund für die Wahl eines nicht geeigneten Verfahrens könnte sein, dass das Verfahren aufgrund seiner einfachen Handhabung und der schnellen Durchführung ausgesucht wird. Eine weitere mögliche Ursache für ungenaue Prognosewerte könnte die falsche Wahl des Gewichtungsfaktors bei der Berechnung des gewogen-gleitenden Mittelwerts oder die falsche Wahl des Glättungsfaktors bei der exponentiellen Glättung 1. und 2. Ordnung sein. Zudem könnte eine zu späte Anpassung dieser Faktoren an die Änderungen der Bedarfsreihe eine weitere mögliche Ursache für nicht befriedigende Prognosewerte ergeben. Die Änderung dieser Faktoren bewirkt eine schnelle Anpassung an die sich ändernden Trends. Bei der Durchführung der Verfahren der linearen Regression könnte es vorkommen, dass ein ungenauer Datensatz verwendet wird, der die Prognosewerte verändert. Außerdem können in dieser Verfahrensklasse ungeeignete Verfahren ausgesucht werden. Wenn sich im Streudiagramm beispielsweise keine Linearität bzw. elliptische Form mit einer Neigung erkennen lässt, dann ist die einfache lineare Regression nicht geeignet. Darüber hinaus könnten die Bedarfsprognosen nicht mit der bestmöglichen Gleichung berechnet werden. Dies bedeutet, dass die Summe aller quadrierten Differenzen zwischen den tatsächlichen Verbrauchs- und Prognosewerten nicht minimiert wurde und die Abstände der Verbrauchswerte zur Geraden größer sind. Die Folge der dargestellten Ursachen sind falsche bzw. ungenaue Bedarfsprognosen, welche in den zuvor beschriebenen Zuständen auftreten können und sich unterschiedlich auf die logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette auswirken.

Die einfließenden Informationen, beschriebenen Verfahrensklassen sowie die möglichen Ursachen für ungenaue Prognosewerte sind in dem Modell in Abbildung 25 dargestellt. Ein weiterer und signifikanter Bestandteil des Modells umfasst die Wirkungen der Zustände ungenauer Prognosen auf die logistischen Zielgrößen innerhalb der unternehmensinternen Lieferkette. Es werden zudem die Wirkungen auf die betroffenen Ziele des Bestandsmanagements dargelegt, da dieses eine zentrale Rolle spielt und unmittelbar mit der Produktionsprogrammplanung in Verbindung steht.

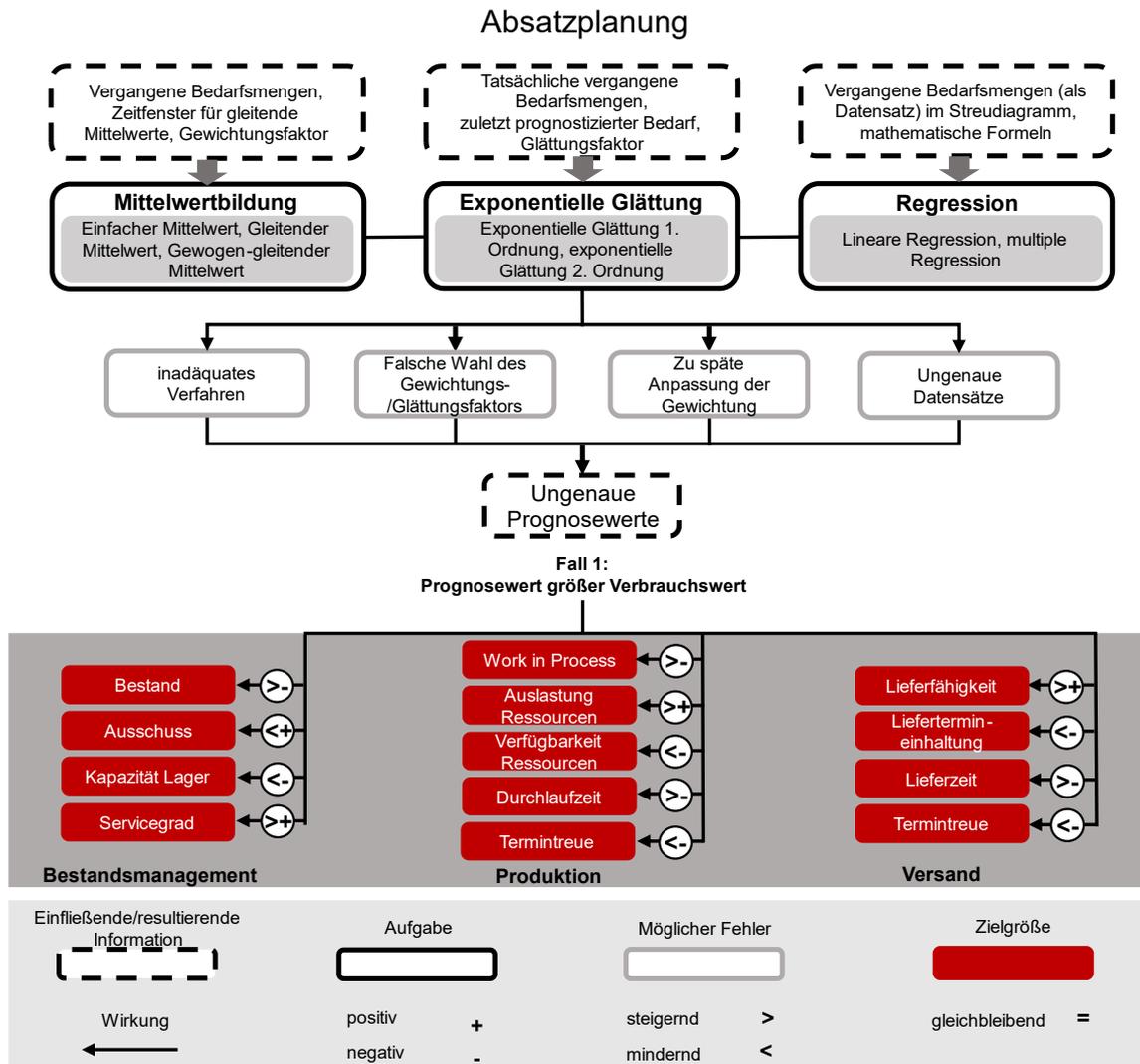


Abbildung 25 Wirkungen von Verfahren der Absatzplanung auf logistische Zielgrößen im Falle zu hoher Prognosewerte (eigene Darstellung)

Die Absatzplanung definiert, wie bereits beschrieben, den Soll-Abgang im Kernprozess *Versand* und beeinflusst das *Bestandsmanagement*. Die Relationen zwischen der Produktionsprogrammplanung und dieser PPS-Hauptaufgabe ist den Modellen (Abbildungen 15 und 16) in Kapitel 5.2 zu entnehmen. Innerhalb dieser PPS-Hauptaufgabe werden u. a. die Plan-Bestände an Fertigwaren festgelegt, welche in die Brutto-Primärbedarfsplanung einfließen. Im Falle zu hoch prognostizierter Brutto-Primärbedarfe existieren zu hohe *Bestände* im Fertigwarenlager, weil die Bestände nicht weiter abfließen können. Die Folge sind hohe Kapitalbindungskosten (Hoppe 2008: 103). Diese Wirkung auf die Bestände kann als eine steigernde negative Wirkung beschrieben werden. Mit steigender Produktionsmenge besteht eine geringere Wahrscheinlichkeit, eine hohe Ausschussquote zu erzielen. Dies liegt den Produktionsprozessen zugrunde, da der Ausschuss innerhalb der Anlaufphase in der Produktion größer ist als in einem eingespielten Produktionsprozess (Hoppe 2008: 30). Aufgrund dessen handelt es sich bei

der Zielgröße *Ausschuss* um eine positiv mindernde Wirkung. Sind die Kapazitäten in den Lagern aufgrund der Bestände ausgeschöpft, müssen weitere Lager bereitgestellt werden (Hoppe 2008: 104). Dies steigert die Lagerkosten bzw. die Kapitalbindung nochmals und die *Kapazität im Lager* wird negativ gemindert. Der im vierten Kapitel aufgeführte Zielkonflikt innerhalb der PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* nimmt hier eine zentrale Rolle ein. Durch zu hoch prognostizierte Bedarfsmengen steigt der Lagerbestand (negativ), jedoch analog dazu auch der *Servicegrad* (positiv) im Fertigwarenlager. Dem stehen hohe Lagerkosten gegenüber. Ungenaue Prognosewerte wirken also auf diesen Zielkonflikt ein und beeinflussen ihn negativ. Maßnahmen zur Lösung bzw. Erleichterung diesen Zielkonflikts werden im Anschluss an die Beschreibung der Wirkzusammenhänge erwähnt.

Die zu hoch prognostizierten Bedarfe wirken sich außerdem auf den Kernprozess *Produktion* aus. Grundsätzlich befinden sich durch die größere Menge der Produktionsaufträge mehr Auftragsbestände im Umlauf. Dadurch wird die Zielgröße *Work in Process* (WIP) negativ steigernd beeinflusst, da diese mit höheren Kapitalbindungskosten verbunden ist. Je höher die Anzahl der zu produzierenden Fertigwaren, desto stärker werden jedoch die Ressourcen innerhalb der Produktion ausgelastet (Hoppe 2008: 104). Die *Auslastung* von Anlagen, Personal sowie von Betriebs- und Hilfsstoffen kann als positiv steigernd beschrieben werden. Damit gehen jedoch eine reduzierte *Ressourcenverfügbarkeit* und Flexibilität in der Fertigung einher, was bedeutet, dass weniger Kapazitäten zur Produktion von Fertigwaren weiterer Produktvarianten zur Verfügung stehen. Deshalb ist die Produktion dieser Varianten eingeschränkt. Aufgrund einer Überbelastung der Kapazitäten innerhalb der Produktion kommt es jedoch auch zu höheren Kapitalbindungskosten (ebd.). Es könnten, je nach Verfügbarkeit der Ressourcen, Kosten für die Bereitstellung zusätzlicher Kapazitäten, wie beispielsweise Überstunden des Personals, entstehen (Jodlbauer 2007: 57). Mit steigender Menge der produzierten Fertigerzeugnisse steigt auch die *Durchlaufzeit*. Dies beruht auf der Überbelastung der Kapazitäten (Hoppe 2008: 104). Aus diesem Grund wirken sich hohe Bedarfsprognosen negativ steigernd auf die Durchlaufzeit im Kernprozess *Produktion* aus. Dies hat wiederum eine negative Auswirkung auf die Lieferzeit innerhalb der unternehmensinternen Lieferkette (Lödding 2005: 77), da die Kapazitäten bereits vollständig ausgeschöpft sind und die Aufträge insgesamt länger brauchen, bis sie den Kernprozess *Versand* erreichen. Die Zielgröße *Terminreue* wird dadurch negativ mindernd beeinflusst.

Der Plan-Abgang im Kernprozess *Versand* basiert unter anderem auf dem Soll-Abgang, welcher ebenso aus der Absatzplanung hervorgeht. Die Zusammenhänge auf der Ebene der PPS-Aufgaben sind den Modellen in Abbildung 15, 16 und 17 zu entnehmen. Werden nun zu hohe Bedarfsmengen prognostiziert, als tatsächlich verkauft werden, so steigt die *Lieferfähigkeit* des Unternehmens im Kernprozess *Versand* an, da es genügend

Fertigwarenbestände gibt, die bei Nachfrage abgesetzt werden können. Aus diesem Grund ist die Wirkung als positiv steigend einzustufen. Die Differenz aus dem Plan- und dem Ist-Abgang aus der PPS-Hauptaufgabe *Auftragsversand* beeinflusst die Regelgröße *Rückstand und Terminabweichung* (Schmidt 2018: 75). Ist die Menge der Plan-Abgänge größer als die Menge der tatsächlich abgesetzten Ist-Abgänge, ist die Differenz zwischen den beiden Stellgrößen größer. Die Wirkung dieser Differenz ist von weiteren Einflussfaktoren abhängig, wie beispielsweise von der Leistung innerhalb der Produktion. Bei gleichbleibender oder niedriger Leistung der Produktion ist die Wirkung auf die Regelgröße *Rückstand und Terminabweichung* im Falle einer Erhöhung der Absatzmengen negativ steigend (Lödding 2005: 76). Dies hat den Grund, dass bei niedriger Leistung die Durchlaufzeiten der Aufträge erhöht sind, was sich wiederum negativ auf die *Terminreue* auswirkt, da die Aufträge insgesamt länger brauchen, bis sie den Kernprozess *Versand* erreichen. Diese Regelgröße definiert die Zielgröße *Liefertermineinhaltung*, welche in diesem Fall negativ beeinflusst wird. Im Falle einer Leistungssteigerung, beispielsweise durch die Bereitstellung weiterer Kapazitäten, wird der Rückstand gemindert und die Liefertermineinhaltung, sowie die Zielgrößen *Lieferzeit* und *Terminreue* positiv beeinflusst. Die lagerhaltigen Fertigerzeugnisse können durch die Leistungssteigerung und schnelleren Durchlaufzeiten schneller gefertigt werden und könnten so zum erwünschten Zeitpunkt den Kernprozess *Versand* erreichen (Lödding 2005: 76). Wie bereits angedeutet, hängt die Liefertermineinhaltung nicht nur von der vorgestellten Regelgröße ab, sondern von weiteren Einflussfaktoren, welche die Wirkung auf diese Zielgröße kompensieren können. Es sind also zusätzlich die Ist-Bestände, die aus den Ist-Zugängen aus der Produktion sowie den Ist-Abgängen aus dem Auftragsversand resultieren, zu betrachten (Schmidt und Nyhuis 2021: 81). Sind zu einem erwünschten Zeitpunkt nicht genügend Ist-Zugänge im Versand vorhanden, wirkt sich dies zudem negativ auf weitere Zielgrößen, wie die *Lieferzeit* aus.

Wirkzusammenhänge im Fall 2: Prognostizierte Bedarfe sind kleiner als die tatsächliche Nachfrage

In diesem Abschnitt werden die Wirkzusammenhänge für den zweiten Fall betrachtet, in dem die Menge der prognostizierten Fertigerzeugnisse kleiner ist als die tatsächlichen Verbrauchswerte. Die in die Verfahren der Absatzplanung einfließenden Informationen sind analog zu dem vorherigen Modell des ersten Falles. Mögliche Ursachen für ungenaue Prognosewerte sind dem Modell in Abbildung 26 zu entnehmen.

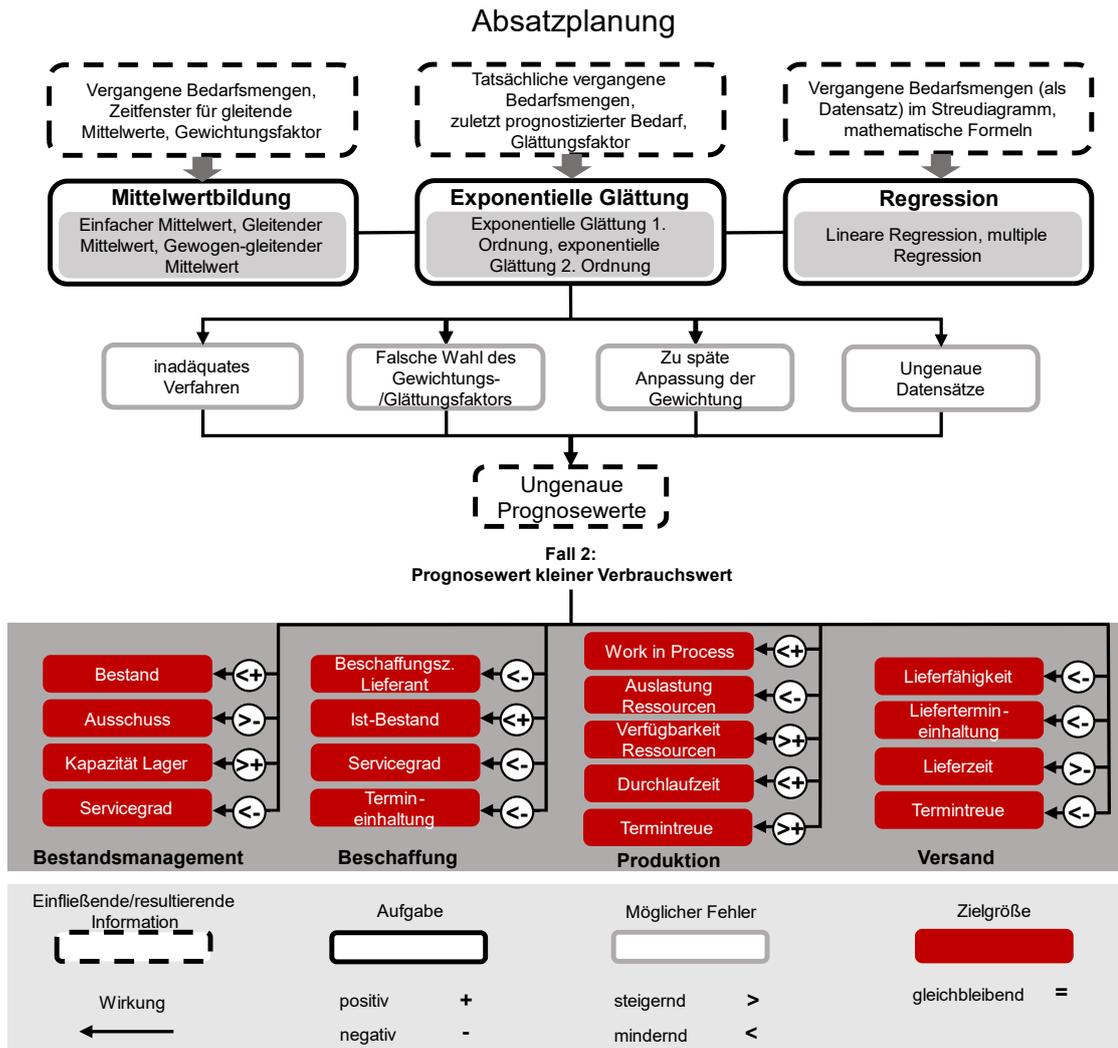


Abbildung 26 Wirkungen von Verfahren der Absatzplanung auf logistische Zielgrößen im Falle zu kleiner Prognosewerte (eigene Darstellung)

Die PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* ist von dem zuvor geschilderten Fall bzw. Zustand insofern betroffen, dass geringere *Bestände* im Fertigwarenlager aufgrund von niedrig prognostizierten Bedarfsmengen existieren. Die Auswirkung ist positiv mindernd, da mit geringerer Anzahl der Bedarfsprognosen die geplanten Bestände ebenso gering sind. Existieren weniger Produktionsaufträge, könnte die Menge der fehlerhaften Teile ansteigen. Dadurch wird die logistische Zielgröße *Ausschuss* negativ steigernd beeinflusst, da bei geringeren Produktionsmengen eine größere Anzahl an fehlerhaften Teilen kostenintensiv ist (Hoppe 2008: 30). Es müssen zudem keine zusätzlichen Lagerkapazitäten bereitgestellt werden, da noch genügend Lagerplätze im Lager vorhanden sind. Dadurch können weitere Lagerkosten eingespart werden. Die Wirkung auf die *Kapazitäten in den Lagern* entlang der unternehmensinternen Lieferkette sind demnach als positiv steigernd einzustufen, da mit steigenden freien Kapazitäten Lagerkosten eingespart werden können. Da aufgrund der gering prognostizierten Absatzmengen weniger Bestände im Lager existieren und Kunden nicht bedient werden können nimmt die Zielgröße *Servicegrad* ab.

Der Kernprozess *Beschaffung* ist ebenfalls von zu niedrig prognostizierten Absatzmengen betroffen. Da Kunden aufgrund der niedrigen Fertigwarenbestände nicht vollständig beliefert werden können, müssen Materialien bzw. Sekundärbedarfe zur Herstellung der Primärbedarfe bei Lieferanten nachbestellt werden. Dies hat unter anderem Auswirkungen auf die *Beschaffungszuverlässigkeit der Lieferanten*. Diese wird negativ mindernd beeinflusst, wenn ständige Nach- bzw. Eilbestellungen des produzierenden Unternehmens die Produktionsprozesse der Lieferanten beeinträchtigen. Lieferanten müssen kurzfristig in ihre eigenen Produktionsprozesse eingreifen, um die Bestellungen des Unternehmens befriedigen zu können. Dies hat zur Folge, dass Lieferanten das produzierende Unternehmen zu einem gewünschten Zeitpunkt nicht mit der geforderten Menge beliefern können, was sich wiederum auf den Ist-Zugang im Kernprozess *Beschaffung* auswirkt (Hoppe 2008: 104). Gemeinsam mit dem Ist-Abgang aus der Beschaffung werden die Ist-Bestände im Kernprozess *Beschaffung* ermittelt (Schmidt 2018: 84). Sind die Ist-Zugänge niedrig und ist der Ist-Abgang wiederum hoch, befinden sich demnach weniger Ist-Bestände im Kernprozess *Beschaffung*, was positiv mindernd die Zielgröße *Bestand* beeinflusst. Der Grund ist, dass Kapitalbindungskosten dadurch eingespart werden können. Jedoch sinkt analog auch der *Servicegrad* des Lagers, weil die darauffolgenden Prozesse innerhalb der Produktion nicht mit der geforderten Menge befriedigt werden können. Zudem ist die Auswirkung auf die Zielgröße *Termineinhaltung* negativ mindernd, da die Nachfolgerprozesse nicht rechtzeitig mit der gewünschten Menge bedient werden können. Außerdem wirken sich Nachbestellungen negativ steigernd auf die Beschaffungskosten aus, da auf die Lieferanten erhöhte Produktionskosten aufgrund der Eilbestellungen zukommen. Die Folge ist, dass sich der Preis des zu beschaffenden Artikels erhöht (Hoppe 2008: 104).

Befinden sich aufgrund der gering prognostizierten Absatzmengen weniger Auftragsbestände in der Produktion, wird die Regelgröße *Work in Process (WIP)* beeinflusst, die ebenfalls eine logistische Zielgröße darstellt. Wie bereits im dritten Kapitel beschrieben, ist der Zweck des WIP die Reduzierung der Bestandskosten. Ist die Menge der Aufträge geringer als erforderlich, kann die Wirkung als positiv mindernd beschrieben werden, da weniger Bestände im Umlauf sind. Weil Bestände mit Kosten verbunden sind, sinken analog die Kapitalbindungskosten. Dem steht jedoch entgegen, dass die Kapazitäten innerhalb der Produktion nicht vollständig ausgelastet werden, was eine negativ mindernde Auswirkung auf die Zielgröße *Auslastung* darstellt. Sind die Absatzmengen niedrig, steigen durch die Unterauslastung zudem die Ressourcenverfügbarkeit und die Flexibilität in der Produktion, da es bei geringeren Mengen an Aufträgen genügend freie Ressourcen gibt, auf welche zurückgegriffen werden kann. Daher wird die Wirkung auf die Zielgrößen *Ressourcenverfügbarkeit* und *Flexibilität*

als positiv steigernd beschrieben. Damit geht ebenso eine geringere Kapitalbindung aufgrund des geringeren Kapazitätsbedarfs einher. Eine weitere Auswirkung gering prognostizierter Bedarfsmengen sind geringe Durchlaufzeiten bei gleichbleibender Leistung in der Produktion. Die Wirkung ist positiv mindernd, da kleinere Mengen an Aufträgen schneller gefertigt werden können als größere. Durch die schnelleren Durchlaufzeiten wird die Termintreue im Kernprozess *Produktion* positiv gesteigert, da die Aufträge termingerecht an die nachfolgenden Prozesse weitergegeben werden können.

Im Kernprozess *Versand* wirken sich zu niedrig prognostizierte Bedarfe auf die Zielgröße *Lieferfähigkeit* aus. Die Lieferfähigkeit wird in diesem Fall negativ mindernd beeinflusst, weil es nicht genug Fertigwaren gibt, um eingehende Kundenaufträge zu bedienen (Hoppe 2008: 103). Sind zudem die Plan-Abgänge geringer als die tatsächlich abzusetzenden Ist-Abgänge, wird die Regelgröße *Rückstand und Termineinhaltung* negativ steigernd beeinflusst. Dies bedeutet, dass nicht genügend verkaufsfähige Fertigwaren im Kernprozess *Versand* vorliegen. Trotz der schnellen Durchlaufzeit und hohen Termintreue der Ist-Bestände in den Vorgängerprozessen werden aufgrund der Nichtverfügbarkeit erneut die Beschaffung und die Produktion initiiert. Dies bewirkt, dass sich die Durchlaufzeit innerhalb der Produktionsprozesse wegen der erneuten Fertigung der Primärbedarfe insgesamt verlängert. Die längeren Durchlaufzeiten wirken sich zudem negativ mindernd auf die *Liefertermineinhaltung*, die *Lieferzeit* und den *Servicegrad* im Fertigwarenlager aus (Hoppe 2008: 103). Wie bereits erwähnt, wirken sich die geringen Ist-Bestände im Versand positiv mindernd auf den Fertigwarenbestand im Fertigwarenlager aus. Daher sind die Kosten für Kapitalbindung gering. Weitere Auswirkungen zu geringer Prognosewerte sind der Umsatzverlust aufgrund der geringen Lieferfähigkeit sowie der Verlust von Kunden, da diese sich die Produkte anderweitig beschaffen und auf die Konkurrenz ausweichen (Hoppe 2008: 103).

Maßnahmen zur Verbesserung der Prognosegenauigkeit

Da sich genaue Prognosewerte auf den Bestand des Unternehmens auswirken und diesen optimieren, ist die genaue Betrachtung der Absatzplanung und ihrer Verfahren von großer Bedeutung (Hoppe 2008: 103). Es sollen nicht nur auf kurzfristiger Ebene die negativen Auswirkungen verbessert werden, da sich aufgrund der hohen Kosten auf diesem Weg langfristig keine höheren Erfolge im produzierenden Unternehmen einstellen können. Es soll vielmehr der Ursprung des Problems detektiert werden, um langfristig eine Verbesserung der Ist-Situation anzustreben. Um dies zu erreichen, muss die Absatzprognose in der PPS-Aufgabe Absatzplanung optimiert werden. Es wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass alle berechneten Prognosewerte falsch sind. Aus diesem Grund ist jeder Planungsschritt sowie jedes Verfahren mit Unsicherheit behaftet.

Die einzelnen Verfahren unterscheiden sich in der Abweichung der Prognosewerte von einem Idealwert. Das Ziel ist es, einen Idealwert mit einem Prognosefehler von null anzustreben. Da dies in der Praxis nicht erzielbar ist, können lediglich potenzielle Maßnahmen zur Optimierung der Prognosegenauigkeit aufgezeigt werden (Hoppe 2008: 106). Bevor ein Prognoseverfahren durchgeführt wird, muss die Situation des Marktes detailliert betrachtet werden. Die relevanten Aspekte sind beispielsweise die Marktdynamik oder der Wettbewerb im Markt (ebd.). Die Marktdynamik beschreibt die Veränderungen des Marktes. Besteht eine hohe Marktdynamik, so sollten die Prognosen in kürzeren Abständen durchgeführt werden, damit die sich ändernden Verbrauchsverläufe schnellstmöglich in die Prognose mit einfließen (Hoppe 2008: 107). Besonders geeignet sind beispielsweise, je nach vorherrschendem Verbrauchsverlauf die Verfahren der exponentiellen Glättung, der gleitende sowie der gewogen-gleitende Mittelwert. Der Markt muss demnach kontinuierlich beobachtet werden, um auf die sich ändernden Umwelteinflüsse reagieren zu können (ebd.). Beispielsweise müssten bei einem stark wachsenden Markt die Prognosen um ein kleines Maß erhöht werden, um Stock-out-Situationen zu vermeiden und nicht an Umsatz sowie Anteile im Markt zu verlieren. Zudem sollten in solchen Märkten die Wettbewerber beobachtet werden. Durch die Konkurrenz im Markt ist es möglich, dass sich der Verbrauchsverlauf von beständigen Produkten innerhalb kürzester Zeit ändert. Tritt beispielsweise ein neuer Wettbewerber in den Markt ein, beeinflusst dies die Nachfrage von Produkten eines Unternehmens. Um negative Folgen aus Situation zu vermeiden dieser, müssen Unternehmen schnellstmöglich auf die Veränderung reagieren, die Prognose muss zügig angepasst wird (Hoppe 2008: 108). Gegebenenfalls müssten die Gewichtung- bzw. Glättungsfaktoren der Verfahren des gewogen gleitenden Mittelwerts und der Verfahren der exponentiellen Glättung angepasst werden. Beider Beachtung dieser Aspekte ist die Erfahrung des Absatzplaners vorausgesetzt (Hoppe 2008: 109). Nicht nur die Markteinflüsse müssen genauer betrachtet werden, sondern auch die Produkteinflüsse. Dabei sind Aspekte, wie saisonbedingte Bedarfe oder die Neueinführung von Produkten auf dem Markt bedeutend. Nach der Analyse der genannten Aspekte sind anschließend Verfahren auszusuchen und durchzuführen, welche auf die Bedarfscharakteristik abgestimmt sind (Hoppe 2008: 234). Auch innerhalb der Prognoseverfahren sind Fehler möglich. Diese wurden bereits im Rahmen der Modellierung der Wirkzusammenhänge mit den logistischen Zielgrößen dargelegt und erläutert. Mit der Betrachtung der genannten Aspekte geht auch eine Verbesserung des Zielkonfliktes der PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* einher, welche im Rahmen der Modellierung der Wirkzusammenhänge einbezogen wurde. Die Maßnahmen bewirken genauere Prognosewerte, die wiederum als Grundlage der Bestimmung der Plan-Bestände innerhalb der unternehmensinternen Lieferkette dienen. Sind die prognostizierten Bedarfsmengen

möglichst genau und weisen geringe Prognosefehler auf, können Plan-Bestände so geplant werden, dass keine übermäßigen Ist-Bestände innerhalb der Prozessschritte vorkommen. Das Ergebnis daraus sind ein hoher Servicegrad im Fertigwarenlager, weil die Kunden im Idealzustand vollständig beliefert werden können, sowie geringe Kapitalbindungskosten, da die Bestände im Lager nahezu vollständig abfließen können. Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass die Absatzplanung und ihre Verfahren von großer Bedeutung für den Erfolg des Unternehmens sind, da sie am Beginn der Produktionsplanung und -steuerung stehen und durch ihre Genauigkeit auf die weiteren Prozessschritte einwirken (ebd.). Aus der Praxis geht jedoch hervor, dass die PPS-Aufgabe Absatzplanung nicht die erforderliche Aufmerksamkeit im Unternehmen bekommt. Trotz ihrer Komplexität sollte sie verstärkt betrachtet und analysiert werden, um die Bestände zu optimieren und den Servicegrad der Lieferkette zu steigern (Hoppe 2008: 234).

5.3.3 Verfahren der langfristigen auftragsanonymen Ressourcengrobplanung

Wurden im Rahmen der Absatzplanung die Bedarfsmengen prognostiziert und innerhalb der Netto-Primärbedarfsplanung die Netto-Primärbedarfe bestimmt, folgt im Anschluss die langfristige Ressourcengrobplanung. Innerhalb dieser PPS-Aufgabe wird geprüft, ob die ermittelten Netto-Primärbedarfe mit den vorhandenen Ressourcen grundsätzlich erfüllbar sind (Schuh et al. 2014: 87 f.). Die relevanten Prozessschritte wurden bereits im vierten Kapitel beschrieben. In diesem Kapitel werden zunächst Verfahren bzw. Gestaltungsmöglichkeiten innerhalb der betrachteten PPS-Aufgabe sowie im Anschluss Methoden, welche sich im Rahmen dieser Aufgabe einsetzen lassen, vorgestellt. Das Ziel der langfristigen Ressourcengrobplanung ist es, die Produktionsmengen für bestimmte Zeiträume insofern zu planen, dass die Kosten, die dabei entstehen, optimiert werden (ebd.). Dafür wird zunächst die verfügbare Kapazität ermittelt, welche durch Störungen innerhalb der Produktionsprozesse, Wartung sowie Instandhaltung, Fehlzeiten des Personals im Krankheitsfall oder durch Urlaub reduziert wird. Im Anschluss erfolgt eine Ermittlung des Kapazitätsbedarfs, um schließlich das Kapazitätsangebot und den für die Fertigung der Produktionsmengen erforderlichen Bedarf abzugleichen (Fandel et al. 2009: 634). Innerhalb der sogenannten Kapazitätsabstimmung existieren verschiedene Möglichkeiten, die Planung zu gestalten, welche im Verlauf des Kapitels als unterschiedliche Fälle nach SCHMIDT und NYHUIS (2021) dargelegt werden.

1. Kapazitätsbedarfsermittlung

Die Grundlage der Ermittlung des Kapazitätsbedarfs stellt das Produktionsprogramm dar, in dem für jede Produktvariante die jeweilige Produktionsmenge fixiert ist (Hoitsch 1993: 96). Der Kapazitätsbedarf spiegelt demnach die Auslastung der einzelnen Kapazitäten eines bestimmten Zeitraumes wider, welche zur Fertigung der Produkte erforderlich sind.

Bei der Ermittlung des Bedarfs muss zum einen festgestellt werden, welche Dimension an Ressourcen benötigt wird. Dies bedeutet, dass die Anzahl der Anlagen oder die Menge des Personals determiniert werden muss. Zum anderen muss klar sein, wie lange diese Ressourcen für die Produktion innerhalb einer Planungsperiode eingesetzt werden müssen. Dafür werden nicht nur die Produktionsmengen aus dem Produktionsprogramm, sondern auch die Stücklisten der Produkte herangezogen (Zäpfel 2000: 134). Stücklisten sind Produktbeschreibungen, die Informationen über den Aufbau einer Baugruppe oder eines Fertigerzeugnisses sowie quantitative Angaben beherbergen (Wannenwetsch 2021: 75). Aus den Stücklisten kann beispielsweise abgeleitet werden, welche Rohstoffe und/oder Baugruppen in welcher Anzahl benötigt werden, um ein Fertigerzeugnis zu fertigen. Zudem ist der sogenannte Lernkurveneffekt zu berücksichtigen, der besagt, dass sich mit steigender kumulierter Menge der produzierten Teile die Stückzeit verringert (Zäpfel 2000: 136). Es lässt sich also festhalten, dass die Absatzplanung für die Planung der Kapazitäten unabdingbar ist. Zusätzlich ist zu beachten, welche Produkte eigengefertigt und welche fremdbeschafft werden sollen. In gemeinsamer Betrachtung mit dieser Information lässt sich schließlich der Kapazitätsbedarf für jeweilige Perioden anhand der Stücklisten und Arbeitspläne schätzen (Zäpfel 2000: 134). Eine Übersicht zur Kapazitätsbedarfsermittlung verschafft die Tabelle 2.

Planungsschritte	Methode
1. Aufstellen einer Erzeugnisgliederung für Leitungsart	– Auswerten der Stücklisten
2. Ermitteln von Zeiten je Einheit für die Komponenten	– Auswerten der Arbeits- und Montagepläne – Schätzen der Lernkurve um potentiellen Reduktionsfaktor für Stückzeiten zu ermitteln
3. Bestimmen des Gesamtkapazitätsbedarfs	– Aufsummieren des Kapazitätsbedarfs der Produktkomponenten, differenziert nach Kapazitätseinheiten – Hochrechnen des Kapazitätsbedarfs auf Periodenwerte anhand des Absatzplans und unter Beachtung der Lernkurve

Tabelle 2 Planungsschritte für die Ermittlung des Kapazitätsbedarfs (in Anlehnung an Zäpfel 2000: 135)

2. Kapazitätsabstimmung

Ist der Kapazitätsbedarf für die Produktionsmengen eines Zeitraums ermittelt, folgt die Gegenüberstellung des Bedarfs mit den verfügbaren Kapazitäten innerhalb der Kapazitätsabstimmung (Hoitsch 1993: 96). Dieser Schritt ist relevant, da dadurch auf mögliche Defizite zwischen Kapazitätsbedarf und -bestand hingewiesen wird (Zäpfel 2000: 136). Zentral ist dabei die Frage, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um die

beiden Größen zu harmonisieren. Dies bedeutet, dass die Kapazitäten der Ressourcen so zu planen sind, dass zum einen die geplante Produktionsmenge realisiert werden kann (Hoitsch 2000: 98) und zum anderen weitere relevante Aspekte, wie geringe Produktionskosten und eine Vermeidung von schwankendem Einsatz der Ressourcen, berücksichtigt werden (Zäpfel 1996: 115). Im Folgenden werden mögliche Maßnahmen bzw. Gestaltungsoptionen vorgestellt, welche nach SCHMIDT und NYHUIS (2021) möglich sind, um eine Harmonisierung von Kapazitätsbestand und Kapazitätsbedarf anzustreben.

Fall 1: Bedarfserhöhung bei frei verfügbaren Kapazitäten

Werden vorhandene Kapazitäten der Ressourcen aufgrund der geplanten Absatzmengen nicht vollständig ausgelastet, kann die Produktionsmenge erhöht werden (Schmidt und Nyhuis 2021: 100). Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass geeignete Maßnahmen ausgesucht werden, um den zukünftigen Absatz des Unternehmens zu steigern. Mögliche Maßnahmen könnten im Marketing oder Vertrieb gefunden werden. Auf diese Weise werden die frei verfügbaren Kapazitäten genutzt und es wird ein Kapazitätsabbau vermieden. Die Vermeidung eines Abbaus der Kapazitäten ist vorteilhaft, da diese in späteren Perioden wieder benötigt werden könnten. Ist das Absetzen der Produktionsmengen sichergestellt, steigert das Unternehmen durch diese Gestaltungsmöglichkeit seinen Umsatz. Da dies jedoch mit Unsicherheiten verbunden ist, besteht die Gefahr, dass die Fertigerzeugnisse nicht abgesetzt werden können. Aus diesem Grund muss von vornherein abgeschätzt werden, ob sich die Investitionen für die Maßnahmen zur Absatzerhöhung gegenüber der geringen Auslastung der Ressourcen lohnen. Werden die Fertigerzeugnisse nicht abgesetzt, so steigt der Bestand im Fertigwarenlager und die Lagerkosten werden höher. Die weiteren Auswirkungen dieses Falles werden im Rahmen des nächsten Teilkapitels modelliert und erläutert. Je nach Ausgangssituation kann es wirtschaftlich sein, die Fertigerzeugnisse im Voraus zu produzieren. Dies ist beispielsweise sinnvoll, wenn bereits Verträge mit Kunden für künftige Absätze vorliegen (Schmidt und Nyhuis 2021: 101).

Fall 2: Kapazitätsabbau entsprechend den geplanten Bedarfen

Eine weitere Gestaltungsmöglichkeit bietet der zweite Fall. Dabei können Kapazitäten abgebaut werden, wenn diese den Kapazitätsbedarf der geplanten Produktionsmengen übersteigen. Das bedeutet, dass das Unternehmen über freie Kapazitäten verfügt, welche jedoch nicht ausgelastet werden. Es muss jedoch gewährleistet werden, dass Ressourcen, die bereits abgebaut worden sind, bei Bedarf erneut aufgebaut werden können. Sind die Kapazitätsbedarfe so gering, dass sich eine signifikante Unterauslastung einstellt, so ist diese Gestaltungsmöglichkeit der Kapazitätsabstimmung von Vorteil. Der Nachteil dieses Verfahrens liegt jedoch darin, dass der Wiederaufbau der Kapazitäten mit Unsicherheiten

behaftet ist. Maschinen sowie Personal könnten beispielsweise nicht wieder aufgebaut werden, weil sie nicht mehr am Markt verfügbar sind (Schmidt und Nyhuis 2021: 101). Der Kapazitätsabbau hinsichtlich des Personals kann entweder mit einer oder ohne eine Bestandsminderung des Personals erfolgen. Zur Minderung des Personalbestands zählt beispielsweise ein frühzeitiger Ruhestand der Mitarbeiter, die Entlassung oder eine Einstellungssperre. Wird der Personalbestand nicht gemindert, könnte sich dies z. B. über einen Vertragswechsel von einer Vollzeit- auf eine Teilzeitbeschäftigung oder über den Abbau von Überstunden äußern (Hoitsch 1993: 93).

Fall 3: Bedarfsminderung entsprechend dem zur Verfügung stehenden Kapazitätsniveau

Bisher wurden Fälle betrachtet, bei denen Kapazitäten nicht vollständig ausgelastet werden konnten. Nun wird der umgekehrte Fall gewählt, bei dem die verfügbaren Kapazitäten einer Unternehmung nicht ausreichen, um die festgelegten Bedarfsmengen herzustellen. In diesem Fall können die Produktionsmengen vermindert werden. Die Bedarfsminderung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Es können sowohl die in der Absatzplanung ermittelten Absatzbedarfe als auch die Plan-Zugänge in das Lager gesenkt werden. Werden die geplanten Absatzmengen reduziert, sinkt analog der Umsatz des Unternehmens. Dies hat den Grund, dass Kundenaufträge nicht angenommen werden können, welche potenziell abgesetzt werden könnten. Werden die Kundenaufträge nicht angenommen, reagieren die Kunden verärgert und beschaffen sich ihre Produkte anderweitig. Ein weiterer Nachteil ergibt sich dadurch, dass sich Kundenaufträge, welche nicht rechtzeitig fertiggestellt werden können, aufgrund des Rückstands in einem Terminverzug befinden. Bei der Reduzierung der Plan-Abgänge in das Lager werden bestimmte Kundenaufträge den anderen vorgezogen bzw. priorisiert, da nicht alle eingegangenen Kundenaufträge befriedigt werden können. Die Folge aus dieser Maßnahme ist ebenfalls die Unzufriedenheit der Kunden. Diesen Nachteilen steht der Vorteil gegenüber, dass die Bedarfsminderung nicht mit hohen Kosten verbunden ist (Schmidt und Nyhuis 2021: 101).

Fall 4: Kapazitätsaufbau zur Realisierung der Plan-Bedarfe

Eine alternative Maßnahme zur Bestandsminderung stellt der vierte Fall dar. Ist der Kapazitätsbedarf größer als das Kapazitätsangebot, können Kapazitäten aufgebaut werden, um die geplanten Bedarfe fertigen zu können. Dadurch wird, im Gegensatz zur Bedarfsminderung, ein hoher Servicegrad im Fertigwarenlager gewährleistet. Kunden sind zufrieden, weil sie bedient werden können, und der Umsatz des Unternehmens erhöht sich. Jedoch ist der Nachteil dieser Maßnahme, dass sie im Gegensatz zu alternativen Maßnahmen kostenintensiv ist (Schmidt und Nyhuis 2021: 102). Kapazitäten können grundsätzlich durch Überstunden des Personals oder den Einsatz von Reserveanlagen

aufgebaut werden (Günther und Tempelmeier 2007: 225). Zudem können zusätzliche Anlagen oder zusätzliches Personal neu beschafft werden. Bei der letzteren Gestaltungsmöglichkeit ist darauf zu achten, dass die zusätzlichen Ressourcen nicht nur für bestimmte Zeitperioden eingesetzt werden, sondern auch zukünftig gebrauchsfähig sind. Unter Beachtung der genannten Aspekte ist schließlich abzuwägen, ob der Kapazitätsaufbau wirtschaftlich sinnvoll ist (Schmidt und Nyhuis 2021: 102).

Methoden zur Kapazitätsabstimmung

In der Literatur werden bereits verschiedene Methoden zur Kapazitätsabstimmung dargelegt und erläutert. Um einen genaueren Einblick in das Themenfeld bzw. die Aufgabe der langfristigen Ressourcengrobplanung zu geben, werden im vorliegenden Abschnitt dieser Bachelorarbeit Methoden vorgestellt.

Um Lagerbestände möglichst gering zu halten oder gar zu vermeiden, lässt sich eine *Ressourcenglättung durch Synchronisation* vornehmen. Die Menge der produzierten Fertigerzeugnisse entspricht dabei der Menge des ermittelten zukünftigen Absatzes. Weil die Absatzmengen in der Praxis variabel sind und sich periodenweise unterscheiden, variiert analog der Kapazitätsbedarf, der für die Erstellung der Fertigerzeugnisse benötigt wird. Dies zeigt die Abbildung 27. Die Nachteile sind demnach Schwankungen der Beschäftigung des Personals (Zäpfel 1996: 114) sowie Schwankungen bei der Auslastung von Produktionsanlagen (Schuh et al. 2014: 88).

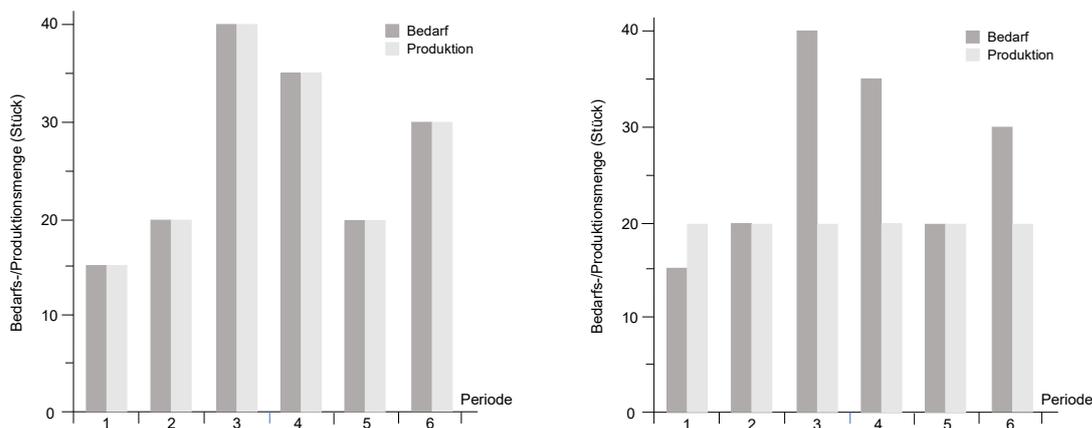


Abbildung 27 Ressourcenglättung durch Synchronisation und Emanzipation (eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh et al. 2014: 89 f.)

Eine weitere Möglichkeit der Ressourcenglättung ist die Methode der *Emanzipation*. Im Vergleich zur Ressourcenglättung durch Synchronisation werden bei diesem Verfahren die Produktionsmengen konstant gehalten (Abbildung 27). Unabhängig von dem Absatzverlauf wird über die Zeitperioden eine festgelegte Menge an Fertigerzeugnissen produziert. Die Ressourcenglättung durch Emanzipation zieht demnach einen geringeren Kapazitätsbedarf mit sich, weil in den Perioden, in denen eine Absatzspitze zu verzeichnen ist,

Lagerbestände abgebaut werden können. Es sind aufgrund der vorhandenen Lagerbestände keine weiteren Kapazitäten erforderlich, um die Kundenaufträge zu befriedigen. Der Lagerbestand baut sich in den Zeitperioden auf, in denen der Absatz gering ist und Fertigwaren übrigbleiben. Sie dienen demnach als Vorrat für Perioden, in denen eine größere Menge an Fertigwaren abgesetzt wird. Diese Methode birgt jedoch die Gefahr, dass der Einsatz der Kapazitäten aufgrund fehlerhafter Absatzprognosen so gering ist, dass größere Absatzmengen nicht gedeckt werden können. Die Folge daraus sind verspätete Lieferungen und Verluste am Umsatz (Zäpfel 1996: 114). Ein weiterer Nachteil liegt in den hohen Lagerkosten, welche insbesondere dann entstehen, wenn der Absatz gering ist (Schuh et al. 2014: 89). Der Vorteil ist jedoch, dass die Ressourcen gleichmäßig ausgelastet werden.

5.3.4 Modellierung der Wirkung von Verfahren der langfristigen auftragsanonymen Ressourcengrobplanung auf Zielgrößen

Um die Auswirkungen der vorgestellten Gestaltungsmöglichkeiten bzw. Verfahren der langfristigen auftragsanonymen Ressourcengrobplanung auf die logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette darzulegen, werden im Folgenden Zustände betrachtet, die aus diesen Verfahren resultieren. Die Darstellung der Wirkzusammenhänge wird modelliert, wobei zwei Modelle ausgearbeitet werden, welche nach der Verfügbarkeit der Kapazitäten differenziert werden. Es werden zum einen die Auswirkungen von Maßnahmen bei frei verfügbaren Kapazitäten und zum anderen die Wirkungen von Maßnahmen bei einer Nichtverfügbarkeit von Kapazitäten auf logistische Zielgrößen modelliert.

Wirkzusammenhänge zwischen Maßnahmen bei hoher Verfügbarkeit von Kapazitäten und logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette

Innerhalb der langfristigen auftragsanonymen Ressourcengrobplanung muss zunächst, wie bereits beschrieben, der Kapazitätsbedarf ermittelt werden. Es wird im Rahmen dieser Betrachtung davon ausgegangen, dass das Kapazitätsangebot des produzierenden Unternehmens feststeht. Die korrekte Ermittlung des Kapazitätsbedarfs ist von großer Bedeutung, weil die weiteren Planungsschritte innerhalb dieser PPS-Aufgabe, wie die Abstimmung der Kapazitäten, auf den Ergebnissen der Kapazitätsbedarfsermittlung basieren. Wird die Menge der Kapazitäten kleiner geschätzt, als tatsächlich für die geplanten Produktionsmengen benötigt, so stehen Kapazitäten frei zur Verfügung und werden deshalb nicht vollständig ausgelastet. In diesem Fall bieten sich unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten bzw. Methoden an, die Kapazitäten abzustimmen. Diese werden bereits umfassend in der Literatur beschrieben. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird auf die Fälle von SCHMIDT und NYHUIS (2021) Bezug genommen, da diese eine allgemeingültige

Gestaltungsmöglichkeit darbieten. Aus den dargelegten Auswirkungen dieser Gestaltungsmöglichkeiten auf die logistischen Zielgrößen können dann Effekte für weitere Modelle abgeleitet werden.

Da der Kapazitätsbedarf auf Absatzprognosen aus der PPS-Aufgabe *Absatzplanung* basiert, ist eine möglichst genaue Planung der zukünftigen Absätze unabdingbar. Mögliche Fehler innerhalb der Absatzplanung und ihre Auswirkungen auf die logistischen Zielgrößen sowie Maßnahmen zur Verbesserung wurden bereits im Kapitel 5.3.2 modelliert. Sind die Absatzprognosen zu ungenau, so folgt eine darauf abgestimmte Kapazitätsbedarfsermittlung. Die Folge ist, dass die Kapazitätsabstimmung ebenso auf diesen Informationen basiert. Die geplanten Kapazitäten entsprechen demnach nicht den tatsächlich benötigten Kapazitäten zur Erstellung der Fertigerzeugnisse. Zudem könnten trotz genauer Absatzprognosen mögliche Handhabungsfehler durch den Menschen innerhalb der Kapazitätsbedarfsermittlung das resultierende Ergebnis verfälschen. Das Ergebnis ist entweder eine hohe Verfügbarkeit von Kapazitäten oder eine geringere Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit von Kapazitäten.

Stehen nach der Ermittlung des Kapazitätsbedarfs für die eingeplanten Produktionsmengen viele Kapazitäten frei zur Verfügung, so besteht die Option, die Absatzmengen bzw. die Produktionsmengen zu erhöhen (Abbildung 28). Im *Bestandsmanagement* wirkt sich dies auf die Bestände entlang der gesamten unternehmensinternen Lieferkette aus. Diese werden durch die Erhöhung der Absatzmengen ebenfalls erhöht. Da die *Bestände* mit Kapitalbindungskosten verbunden sind, wird die Wirkung als negativ steigend beschrieben. Mit steigender Produktionsmenge wird das Risiko gemindert, dass die Anzahl der fehlerhaften bzw. unzureichenden Teile steigt. Es vermindert sich somit der *Ausschuss*, was eine positiv mindernde Wirkung darstellt. Weil die Bestandsmengen erhöht sind, werden die Lager stärker beansprucht. Dies bewirkt einen verminderten *Servicegrad* in den Lagern. Damit steigen zum einen die Lagerkosten und zum anderen sinken die Verfügbarkeit im Lager sowie die Lagerflexibilität. Die Auswirkung auf die Zielgröße *Kapazität Lager* ist somit negativ mindernd.

Langfristige Ressourcengrobplanung

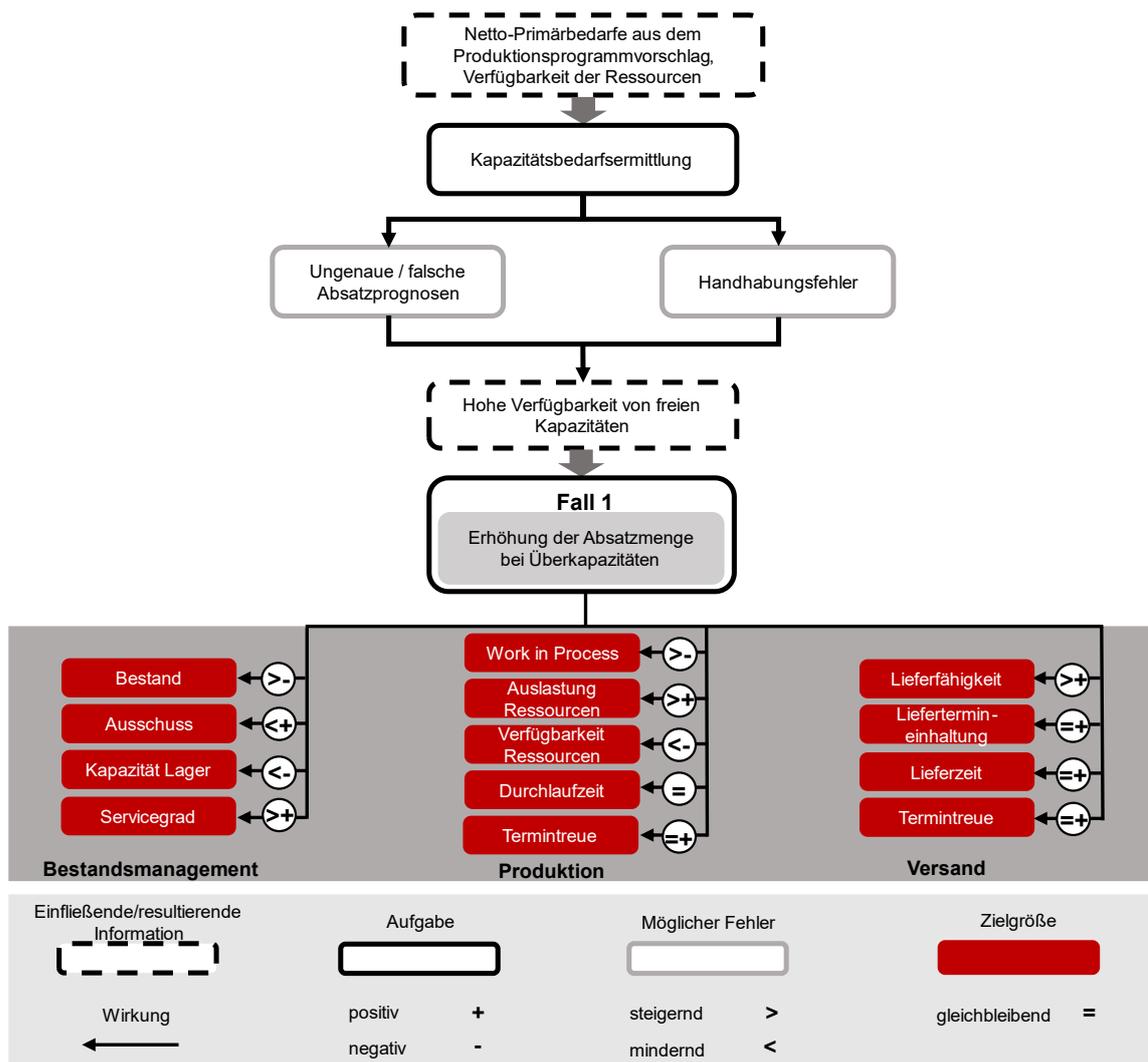


Abbildung 28 Wirkung der Erhöhung der Absatzmenge bei Überkapazitäten auf logistische Zielgrößen (eigene Darstellung)

Die Erhöhung der Absatzmengen wirkt zudem auf den Kernprozess *Produktion* ein. Je größer die Produktionsmenge ist, desto höher ist der *WIP*. Die Erhöhung der Absatzmengen wirkt sich demnach negativ steigernd auf *WIP* aus, da dadurch höhere Kapitalbindungskosten zu verzeichnen sind. Sind mehr Bestände im Umlauf, steigt analog die Inanspruchnahme der Kapazitäten innerhalb der Produktion. Dies ist in diesem Fall erwünscht, da die Annahme besteht, dass eine große Menge an Kapazitäten zur Verfügung steht. Da eine hohe *Auslastung* der Kapazitäten angestrebt wird, ist die Wirkung eine positiv steigernde. Daraus folgt eine geringere *Verfügbarkeit der Ressourcen* und demnach eine geringere Flexibilität innerhalb der Produktion. Dies bedeutet, dass sich das Unternehmen an eventuelle Veränderungen nicht anpassen kann. Existiert eine größere Anzahl an Produktionsaufträgen und werden diese auf die zur Verfügung stehenden Ressourcen verteilt, so ist die Zielgröße *Durchlaufzeit* abhängig von weiteren Faktoren. Handelt es sich um eine realistisch gesteigerte Menge, die sich auf die restlichen freien Kapazitäten

aufteilen lässt, so bleibt die Durchlaufzeit gleich. Wird die Menge über die zur Verfügung stehende Kapazität hinaus geschätzt, so könnte es sein, dass die Durchlaufzeit sich verlängert (negativ). Wurde die Produktionsmenge nicht stark angehoben, könnte sich die Durchlaufzeit der Aufträge verringern, weil sich die Menge auf mehr Ressourcen aufteilt. Daraus folgt, dass die *Termintreue* ebenso von der gesteigerten Produktionsmenge abhängig ist. Wird angenommen, dass die Durchlaufzeiten gleichbleiben, wird die Termintreue wie gewöhnlich beeinflusst.

Ist der Plan-Absatz höher als der von dem Markt nachgefragte Soll-Absatz, nimmt die Zielgröße *Lieferfähigkeit* innerhalb des Kernprozesses *Versand* zu. Das Unternehmen ist grundsätzlich lieferfähig, da genügend Fertigerzeugnisse im Fertigwarenlager existieren, welche abgesetzt werden können. Die Wirkung ist positiv steigernd. Werden, abhängig von der Produktionsmenge, die Auswirkungen der Vorgängerprozesse der unternehmensinternen Lieferkette berücksichtigt, so erreichen die Aufträge im Falle einer gleichbleibenden und positiven Termintreue den Kernprozess *Versand* rechtzeitig. In diesem Fall befinden sich die Fertigerzeugnisse zu einem gewünschten Zeitpunkt im Kernprozess *Versand*, was sich positiv auf die *Liefertermineinhaltung* auswirkt. Dies bewirkt, dass die Zielgrößen *Lieferzeit* und *Termintreue* positiv beeinflusst werden. Grundsätzlich ist der Bestand an Fertigerzeugnissen im Lager hoch, welches eine negativ steigernde Wirkung auf den *Fertigwarenbestand Lager* hat. Dadurch wird der *Servicegrad* jedoch positiv steigernd beeinflusst.

Langfristige Ressourcengrobplanung

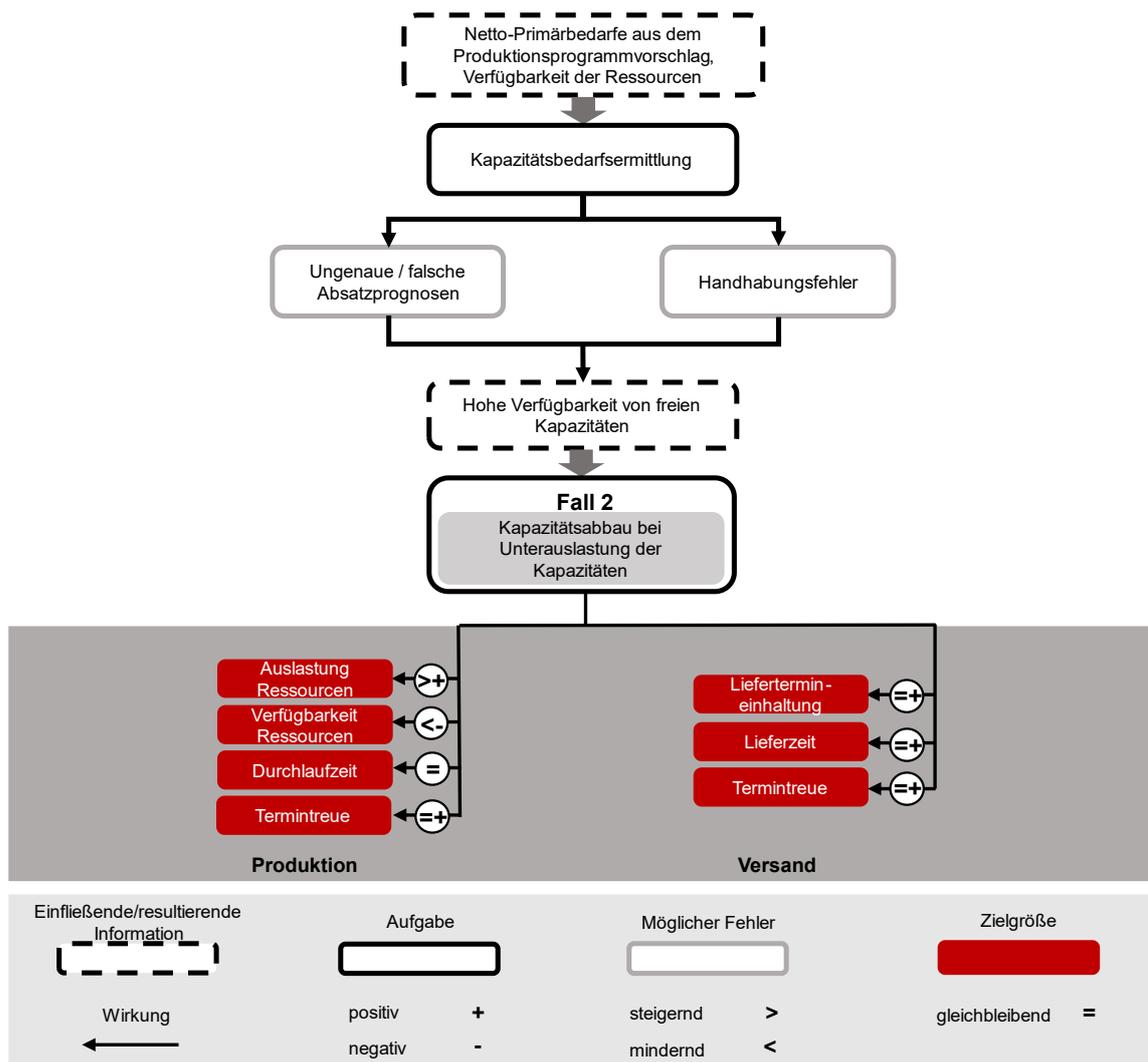


Abbildung 29 Wirkung des Kapazitätsabbaus bei Überkapazitäten auf logistische Zielgrößen (eigene Darstellung)

Eine Alternative zur Erhöhung der Absatzmenge stellt die Maßnahme des Kapazitätsabbaus dar. Diese betrifft die logistische Zielgrößen des Kernprozesses *Produktion*. Werden vorhandene Kapazitäten abgebaut, welche frei zur Verfügung stehen und somit nicht beansprucht werden, könnte sich diese Maßnahme positiv steigernd auf die *Auslastung der Ressourcen* auswirken. Weil mit geringerer Anzahl an Ressourcen, wie Anlagen und Personal, die Inanspruchnahme der Kapazitäten steigt, erhöht sich analog die Auslastung dieser. Dadurch wird jedoch die *Verfügbarkeit dieser Kapazitäten* vermindert, was sich negativ auf die Flexibilität innerhalb der Produktion auswirkt. Je nach Menge der abgebauten Kapazitäten wird die Zielgröße *Durchlaufzeit* beeinflusst. Es könnte passieren, dass aufgrund einer steigenden Produktionsmenge die Kapazitäten nicht mehr für die Herstellung der Primärbedarfe ausreichen, was bewirkt, dass die Durchlaufzeiten der Aufträge sich verlängern. In diesem Fall wäre die Wirkung auf die Zielgröße *Durchlaufzeit* als negativ steigernd anzunehmen, was wiederum eine negativ verminderte *Termintreue*

bewirken würde. Wird jedoch eine realistische Menge an Kapazitäten abgebaut, sodass genügend Ressourcen bei Absatzspitzen zur Verfügung stehen, ist die Durchlaufzeit gleichbleibend. Dies hat den Grund, dass die geplanten Absatzmengen mit den noch im Unternehmen vorhandenen Ressourcen gefertigt werden können. Dies würde die Termintreue gleichbleibend beeinflussen. Im Kernprozess *Versand* würden sich gleichbleibend, jedoch positive Durchlaufzeiten positiv auf die Zielgrößen *Liefertermineinhaltung*, *Lieferzeit* sowie *Termintreue* auswirken. Die Wirkungen sind dem Modell in Abbildung 29 zu entnehmen. Bei einem Kapazitätsabbau ist insbesondere darauf zu achten, dass im Falle höherer Absatzmengen der Wiederaufbau der abgebauten Kapazitäten gewährleistet ist. Da dies ein Risiko für produzierende Unternehmen darstellt, ist genauestens zu analysieren, inwiefern die Unterauslastung der Kapazitäten negativ auf die Kosten des Unternehmens einwirkt. Handelt es sich um erhebliche Kosten, kann diese Maßnahme in Betracht gezogen werden.

Wirkzusammenhänge zwischen Maßnahmen bei einer Nichtverfügbarkeit von Kapazitäten und logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette

Wird der Kapazitätsbedarf aufgrund der zuvor genannten Ursachen nicht korrekt ermittelt, könnte festgestellt werden, dass die Kapazitäten zur Erstellung der Fertigerzeugnisse nicht ausreichen. Als mögliche Gestaltungsmaßnahmen bieten sich der dritte sowie vierte Fall nach SCHMIDT und NYHUIS (2021) an. Es kann die Absatzmenge reduziert werden, um die geplanten Absatzmengen umsetzen zu können. Alternativ können Kapazitäten im Unternehmen aufgebaut werden, um die Produktionsmengen fertigstellen zu können. Im Folgenden werden die Auswirkungen beider Gestaltungsmöglichkeiten auf die logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette modelliert.

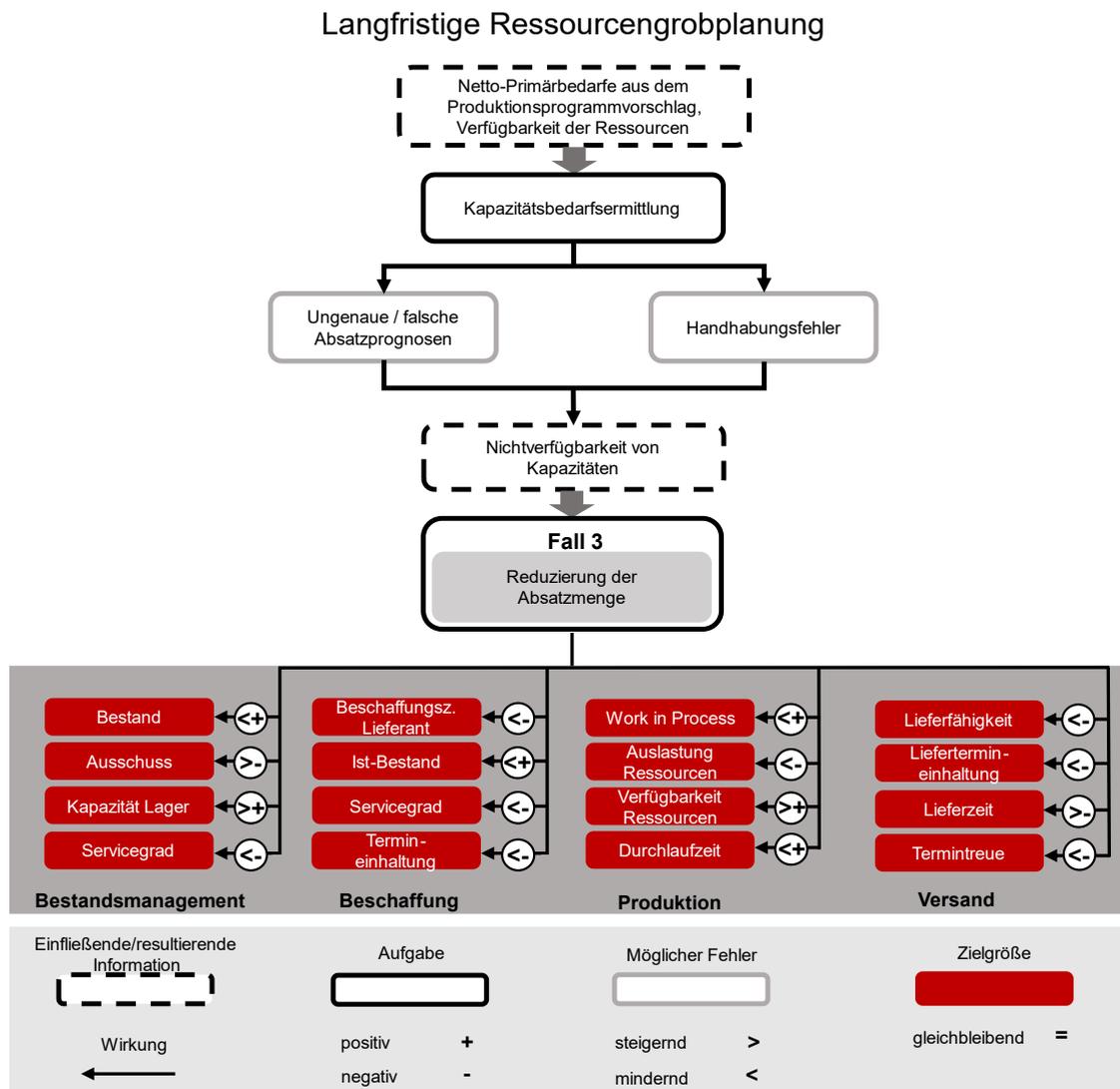


Abbildung 30 Wirkung der Reduzierung der Absatzmenge auf logistische Zielgrößen (eigene Darstellung)

Die Reduzierung der Absatzmengen betrifft die PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* (Abbildung 30). Diese Maßnahme bewirkt eine Senkung der Produktionsmenge bei Nichtverfügbarkeit von Kapazitäten, was sich wiederum auf die *Bestände* innerhalb der unternehmensinternen Lieferkette auswirkt. Diese werden gemindert, wobei die Wirkung eine positive ist. Da weniger produziert werden soll als innerhalb der Absatzplanung festgelegt, könnte dies eine negativ steigernde Auswirkung auf den *Ausschuss* haben, da die Anzahl der fehlerhaften bzw. unzureichenden Teile durch die häufigeren Anlaufphasen in der Produktion erhöht werden könnte. Sind weniger Bestände im Umlauf, sind demnach die Lager weniger ausgelastet. Jedoch ziehen geringere Lagerbestände eine Minderung des *Servicegrads* des Lagers mit sich, welches einen negativen Effekt hat. Dies bewirkt wiederum, dass die *Verfügbarkeit im Lager* positiv ansteigt. Wird die Absatzmenge gesenkt, ist zudem der Kernprozess *Beschaffung* betroffen. Dort wird die Zielgröße *Beschaffungszuverlässigkeit des Lieferanten* negativ beeinflusst. Diese Wirkung wurde bereits im Kapitel 5.3.2 (Abbildung 26) genauer erläutert und die Gründe sind diesem zu

entnehmen. Existiert eine geringere Menge an Ist-Zugängen innerhalb der Beschaffung, könnte es mit dem entsprechenden Ist-Abgang dazu führen, dass der *Ist-Bestand* in dem betrachteten Kernprozess vermindert ist. Dies hat einen positiven Effekt, da dadurch Kapitalbindungskosten eingespart werden können. Es sinkt jedoch auch der *Servicegrad* im Lager, da weniger Material vorhanden ist, welches an nachfolgende Prozesse weitergegeben werden kann. Die von den Nachfolgerprozessen angeforderten Mengen können somit nicht rechtzeitig bereitgestellt werden. Aus diesem Grund ist die Wirkung auf den Servicegrad als negativ zu bezeichnen. Dies hat zur Folge, dass die Zielgröße *Termineinhaltung* negativ mindernd beeinflusst wird. Im Kernprozess *Produktion* wird aufgrund der niedrigeren Produktionsmenge die Zielgröße *WIP* beeinflusst. Die Wirkung ist positiv mindernd, da weniger Aufträge im Umlauf sind und somit Kapitalbindungskosten eingespart werden können. Dadurch werden – in einzelner Betrachtung – ebenfalls die *Durchlaufzeiten* der Aufträge verkürzt. Dies hat einen positiven Effekt, da kurze Durchlaufzeiten angestrebt werden, um die Termineinhaltung aufrechtzuerhalten. Diese Zielgröße wird bei der Betrachtung der Wirkungen auf den Kernprozess *Versand* noch einmal aufgegriffen. Die Reduzierung der Absatzmenge könnte jedoch eine negative Wirkung auf die *Auslastung der Kapazitäten* haben, weil sie in diesem Fall nicht vollständig ausgelastet werden könnten. Es könnte vorkommen, dass im Fall einer stärkeren Reduzierung der Absatzmenge bei Nichtverfügbarkeit von Kapazitäten weitere Kapazitäten innerhalb der Produktion zur Verfügung stehen, welche nicht in Anspruch genommen werden und dennoch im Unternehmen existieren. Dadurch steigt wiederum die *Ressourcenverfügbarkeit* und somit die Flexibilität innerhalb der Produktion an, wobei die Wirkung auf die Verfügbarkeit der Ressourcen als positiv steigernd bezeichnet werden kann. Im Kernprozess *Versand* wird die *Lieferfähigkeit* des produzierenden Unternehmens gemindert, da mit kleinerer Menge an Fertigerzeugnissen die Gefahr besteht, dass nicht alle eingehenden Kundenaufträge befriedigt werden können. Dies hat wiederum eine negative Auswirkung auf den potenziellen Umsatz des Unternehmens. Trotz der kürzeren Durchlaufzeiten der einzelnen Produktionsaufträge kann es durch die Senkung der Absatzmengen dazu kommen, dass aufgrund der Nachbestellungen im Kernprozess *Beschaffung* die Fertigerzeugnisse den Versand verzögert erreichen. Dies liegt den insgesamt längeren Durchlaufzeiten zugrunde, welche sich durch erneute Produktionsprozesse verlängern. Dies wirkt negativ mindernd auf die *Liefertermineinhaltung* des Unternehmens, da Kunden nicht zu einem gewünschten Zeitpunkt beliefert werden können. Mit einer verminderten Liefertermineinhaltung gehen zugleich *verlängerte Lieferzeiten* sowie eine *verminderte Termintreue* einher.

Langfristige Ressourcengrobplanung

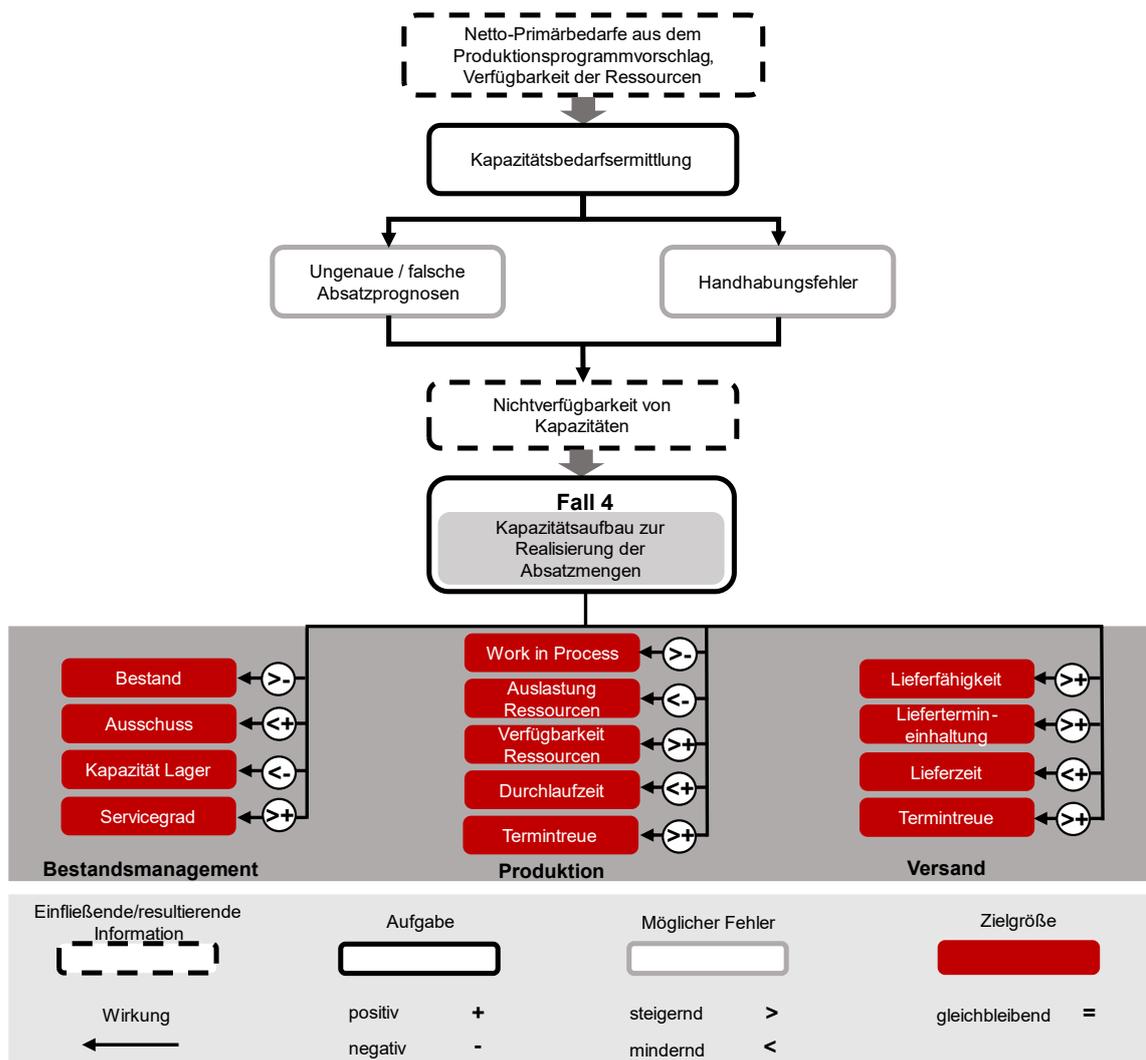


Abbildung 31 Wirkung des Kapazitätsaufbaus im Falle einer Nichtverfügbarkeit von Kapazitäten auf logistische Zielgrößen (eigene Darstellung)

Wenn die Absatzmengen aufgrund von Umsatzverlusten wegen verminderter Lieferfähigkeit nicht reduziert werden sollen, können alternativ Kapazitäten aufgebaut werden (Abbildung 31). Damit die geplanten Absatzmengen befriedigt werden können, werden zusätzlich Kapazitäten bzw. Ressourcen beschafft. Die Auswirkung dieser Möglichkeit auf die PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* verhält sich analog zur Auswirkung der Erhöhung der Absatzmenge bei Verfügbarkeit von Kapazitäten (Abbildung 28) und ist dem entsprechenden Modell zu entnehmen. Dies hat den Grund, dass das produzierende Unternehmen durch den Aufbau der Kapazitäten die Möglichkeit hat, größere Mengen zu produzieren, als es üblicherweise der Fall wäre. In dem Kernprozess *Produktion* wird die Zielgröße *WIP* negativ steigernd beeinflusst, weil durch die erhöhten Produktionsmengen höhere Bestände im Umlauf sind. Eine weitere relevante Zielgröße ist die *Auslastung* von Kapazitäten. Je nach Ist-Situation kann sich die Auswirkung auf diese Zielgröße unterscheiden: Zum einen kann es durch die Anschaffung und Bereitstellung

weiterer Kapazitäten sein, dass Ressourcen nicht vollständig ausgelastet werden. Die Wirkung wäre in diesem Fall negativ mindernd. Ist jedoch eine gesteigerte Leistung innerhalb der Produktion zu verzeichnen, steigt die Auslastung der Kapazitäten an, was eine positiv steigernde Wirkung darstellt. Eine weitere beeinflusste Zielgröße ist die *Durchlaufzeit*. Diese könnte sich reduzieren, da durch den Aufbau von Kapazitäten mehr Ressourcen zur Verfügung stehen, um die nachgefragte Absatzmenge zu fertigen. Sie wird somit positiv mindernd beeinflusst. Daraus folgt, dass durch diese Maßnahme die *Verfügbarkeit von Kapazitäten* ansteigt, was die Produktion wiederum flexibler macht. Die Wirkung kann daher als positiv steigernd beschrieben werden. Im Kernprozess *Versand* steigt, wie bereits angedeutet, die *Lieferfähigkeit* an, da die geplanten Absatzmengen produziert werden können. Zudem haben die kürzeren Durchlaufzeiten einen positiven Effekt auf die *Liefertermineinhaltung*. Die Wirkungen sind demnach positiv steigernd. Der Aufbau von Kapazitäten könnte zudem eine Verkürzung der *Lieferzeiten* sowie eine gesteigerte *Termintreue* bewirken. Da aufgrund dieser Maßnahme eine größere Menge an Primärbedarfen gefertigt werden kann, steigt aufgrund der höheren Bestände im *Fertigwarenlager* der *Servicegrad* positiv an.

Maßnahmen zur Optimierung der Kapazitätsabstimmung

Für eine Optimierung der Kapazitätsabstimmung innerhalb der langfristigen auftragsanonymen Ressourcengrobplanung bieten sich verschiedene Maßnahmen an. Zum einen ist es wichtig, eine auf das Unternehmen und seine Struktur abgestimmte Methode bzw. ein Verfahren zu finden, um die Ressourcen für bestimmte Absatzmengen kostenoptimal einzuplanen. Beispielsweise bietet sich eine Erhöhung der Absatzmenge an, wenn bereits zukünftige Kundenaufträge aus Verträgen mit Kunden vorliegen und das Unternehmen die Gewissheit hat, dass es seine Fertigwarenbestände absetzen kann. Zum anderen sind bei der Abstimmung der Kapazitäten insbesondere die Zielkonflikte innerhalb der langfristigen Ressourcengrobplanung zu berücksichtigen. Diese wurden bereits im vierten Kapitel dieser Bachelorarbeit beschrieben. Es ist zu akzentuieren, dass die genannten Zielgrößen und ihre Beziehungen untereinander sowie weitere relevante Aspekte im Zusammenspiel zu beleuchten sind. Zum Beispiel sollen für eine Steigerung des Umsatzes Kapazitäten nicht aufgebaut werden, wenn diese nicht in weiteren Zeitperioden benötigt werden, weil diese mit hohen Kosten verbunden sind und zukünftig nicht ausgelastet werden würden. Eine Alternative wäre die Fremdvergabe von Produktionsaufträgen, bei welcher externe Firmen beauftragt werden, bestimmte Aufträge zu übernehmen (Schmidt 2008: 332). Kommt die Fremdvergabe von Aufträgen nicht in Frage, können – je nach Bedarf – auch Überstunden des Personals in Betracht gezogen werden. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die genannten Maßnahmen und Gestaltungsmöglichkeiten im Rahmen der langfristigen auftragsanonymen

Ressourcengrobplanung dabei helfen sollen, die Positionierung zwischen konkurrierenden Zielgrößen zu erleichtern. Dies ermöglicht schließlich eine transparentere Planung der Kapazitäten. Jedoch steigen mit größerer Produktionsmenge die Bestände im Fertigwarenlager an, was eine negativ steigernde Wirkung ergibt, da dadurch Lagerkosten entstehen. Dem steht jedoch ein positiv gesteigerter Servicegrad im Fertigwarenlager entgegen.

Zwischenfazit

Die langfristige auftragsanonyme Ressourcengrobplanung ist für die PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* bedeutend, da die Abstimmung der Kapazitäten für die Überprüfung der Realisierbarkeit des Produktionsprogrammvorschlags notwendig ist. Ist dieser umsetzbar, wird das Produktionsprogramm freigegeben, welcher die Grundlage weiterer PPS-Hauptaufgaben darstellt. Aus diesem Grund ist die PPS-Aufgabe der langfristigen Ressourcengrobplanung mit besonderer Sorgfalt durchzuführen. Obwohl sie lediglich eine grobe Planung der Ressourcen darstellt und in den weiteren Prozessen der PPS auf mittel- und kurzfristiger Ebene noch weiter ausgearbeitet wird, ist sie insbesondere für die logistischen Zielgrößen eines produzierenden Unternehmens von großer Relevanz. Dies haben die dargelegten Modelle bereits verdeutlicht. Es ist wichtig, die Zielgrößen nicht einzeln, sondern unter Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren sowie unter Beachtung unternehmensspezifischer Prioritäten zu bewerten. Die Modelle dienen daher als Übersicht bzw. Hilfestellung, um die bereits vorhandenen Modelle und ihre Auswirkungen kompakt und transparent in einem Bild darzustellen.

6 Fazit und Ausblick

Diese Bachelorarbeit hatte das Ziel, die Komplexität der Auswahl und Kombination der Verfahren zur Erfüllung der Aufgaben der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* zu erleichtern. Dazu wurden die Wirkungen ausgewählter Verfahren der betrachteten PPS-Hauptaufgabe auf die Zielgrößen entlang der unternehmensinternen Lieferkette herausgearbeitet und modelliert. Das übergeordnete Ziel war es, die Verfahren sowie die Wirkzusammenhänge kompakt und transparent darzustellen, um die Konfiguration der Produktionsplanung und -steuerung in einem praxisnahen Umfeld zu unterstützen.

Es wurden zunächst der Begriff der Produktionsplanung und -steuerung (Kapitel 2) erläutert sowie die Bedeutung innerhalb der Betriebsorganisation dargelegt, um den Gegenstand der PPS im Gesamtkontext eines Produktionsunternehmens einordnen zu können. Zudem wurden bisherige Konzepte sowie die grundsätzlichen Ziele der PPS beschrieben. Im Anschluss wurde das Hannoveraner Lieferkettenmodell (Kapitel 3) herangezogen, das die Grundlage dieser Bachelorarbeit darstellt und auf die vorherigen dargelegten Konzepte aufbaut und diese erweitert. Es wurden insbesondere die Darstellungsebenen der PPS-Hauptaufgaben, PPS-Aufgaben sowie der PPS-Verfahren differenziert betrachtet und erläutert. Weil die logistischen Zielgrößen entlang der unternehmensinternen Lieferkette eine zentrale Rolle in dieser Bachelorarbeit einnehmen, wurden die Bestandteile und der Aufbau der unternehmensinternen Lieferkette dargelegt. Die dort enthaltenen Zielgrößen wurden definiert und strukturiert dargestellt. Da diese Bachelorarbeit die PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* (Kapitel 4) untersucht, wurden die Bedeutung sowie der Ablauf dieser dargelegt. Außerdem wurden Zielkonflikte innerhalb der Produktionsprogrammplanung sowie der Zielkonflikt der PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* erläutert, um die Relevanz und Herausforderungen der Konfiguration der PPS zu akzentuieren. Im letzten Teil der Arbeit (Kapitel 5) wurden die Ziele, Anforderungen an die Modellierung sowie die Bestandteile der Modelle beschrieben. Es wurden zwei Modelltypen unterschieden. Zum einen wurden die Wirkbeziehungen zwischen der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* mit angrenzenden PPS-Hauptaufgaben sowie die Relation der Produktionsprogrammplanung mit Größen der unternehmensinternen Lieferkette modelliert. Im Anschluss wurde die Wirkung der Verfahren der Produktionsprogrammplanung auf die logistischen Zielgrößen entlang der unternehmensinternen Lieferkette modelliert. Hierfür wurden zunächst gängige Verfahren aus der Praxis klassifiziert und erläutert. Abschließend wurden nach jeder Modellierung Maßnahmen für eine Optimierung bzw. Verbesserung des jeweils dargestellten Ist-Zustandes genannt.

Die Ergebnisse des ersten Modelltyps, in welchem die Wirkbeziehungen der PPS-Hauptaufgabe *Produktionsprogrammplanung* mit weiteren PPS-Hauptaufgaben sowie mit Größen der unternehmensinternen Lieferkette dargestellt werden, zeigen lediglich Relationen auf, um die gegenseitigen Einflüsse auf der Ebene der PPS-Hauptaufgaben und PPS-Aufgaben wiederzugeben. Aufgrund der dargestellten Wirkungen, welche im Vorfeld definiert wurden, lassen sich die Relevanz der dargestellten Aufgaben und die Einflüsse untereinander hervorheben. Handelt es sich beispielsweise um eine direkte Wirkung einer Aufgabe auf eine weitere, sind diese unmittelbar miteinander verbunden und bei der Konfiguration der PPS zu berücksichtigen. Ist die Wirkung stark, so hat die Information aus der ausgehenden PPS-Aufgabe eine vorbereitende Funktion auf die angrenzende PPS-Aufgabe. Als Beispiel kann die PPS-Hauptaufgabe *Bestandsmanagement* erwähnt werden, welche in unmittelbarer Verbindung zur Produktionsprogrammplanung steht. Im Gesamtkontext dieser Bachelorarbeit zeigen die Ergebnisse, dass sich beispielsweise die Wahl des Verfahrens und somit die Genauigkeit der Ergebnisse der Absatzplanung unmittelbar auf die Planung der Bestände innerhalb der Bestandsplanung auswirken. In dem zweiten Modelltyp wurden die Wirkungen ausgehend von der Ebene der PPS-Verfahren modelliert. Dabei wurden zum einen die Wirkungen der Verfahren der Absatzplanung und zum anderen die Wirkungen der langfristigen auftragsanonymen Ressourcengrobplanung auf die logistischen Zielgrößen modelliert. Die Ergebnisse der Modelle der Verfahren der Absatzplanung zeigen, dass die Wahl eines adäquaten Verfahrens einen großen Einfluss auf die logistischen Zielgrößen ausübt. Je nach Verfahren und Verbrauchsverlauf eines Unternehmens unterscheiden sich die Wirkungen auf Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette. Trotz der Wahl eines adäquaten Verfahrens könnten innerhalb der Absatzplanung Handhabungsfehler passieren. Dazu zählen beispielsweise eine falsche Wahl von Faktoren oder in Bezug auf die lineare Regression die Verwendung eines ungeeigneten Datensatzes. Die Zustände, welche aus diesen Fehlern resultieren, stellen eine Abweichung von einem Idealwert dar. Aus den Ursachen geht hervor, dass die Erfahrung sowie das Fachwissen des Absatzplaners von großer Relevanz sind. Maßnahmen zur Verbesserung des Ist-Zustandes wurden im Anschluss an die Modellierung beschrieben. Aus den Ergebnissen der Modellierung der Wirkung von Verfahren der langfristigen auftragsanonymen Ressourcengrobplanung auf die logistischen Zielgrößen geht hervor, dass die Kapazitätsbedarfsermittlung eine zentrale Rolle einnimmt. Aus den Auswirkungen lässt sich ableiten, dass diese mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden sollten, um mögliche Fehlzustände zu vermeiden, da diese als Grundlage der Verfahren bzw. Gestaltungsmöglichkeiten dieser PPS-Aufgabe dienen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich, je nach gewähltem Verfahren, die Wirkungen auf die logistischen Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette ändern. Es geht insgesamt

hervor, dass, je nach Gestaltungsmöglichkeit oder Verfahren, einige Zielgrößen positiv und andere negativ beeinflusst werden. Durch die Modelle werden demnach konkurrierende Zielgrößen sichtbar gemacht. Produktionsunternehmen müssen sich, je nach unternehmensspezifischen Strukturen und den daraus abgeleiteten Prioritäten, zwischen diesen Zielgrößen positionieren. Es wurde festgestellt, dass sich beispielsweise durch eine geringere Produktionsmenge kürzere Durchlaufzeiten ergeben. Aufgrund der Berücksichtigung weiterer Aspekte, wie kurzfristiger Nachbestellungen bei dem Lieferanten, damit verbundener Wartezeiten und der Fertigung weiterer Aufträge, sind im Kernprozess *Versand* Rückstände und somit eine verminderte Liefertermineinhaltung zu verzeichnen. Weil dies langfristig betrachtet zu Kunden- und Umsatzverlusten führt, sind die Zielgrößen bei der Konfiguration der PPS in Kombination zu betrachten.

Ausblick

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Modelle durch die Darstellung der unterschiedlichen Wirkungen zu einer Erleichterung der PPS-Konfiguration beitragen. Da es sich im Rahmen dieser Bachelorarbeit um allgemeine Betrachtungen der Wirkungen handelt und verschiedene Formen bzw. Arten von Produktionssystemen nicht unterschieden werden, besteht weiterhin Forschungsbedarf. Im Rahmen weiterer Forschungsarbeiten könnten die Modelle weiter ausgearbeitet werden, indem unterschiedliche Arten von Produktionssystemen, die sich beispielsweise nach der Ausbringungsmenge oder Auftragsabwicklungsart unterscheiden, miteinbezogen werden. Die im Rahmen dieser Bachelorarbeit dargelegten Ergebnisse könnten als Grundlage dienen und durch weitere Ausarbeitungen ergänzt werden, um die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse sicherzustellen und somit die Anwendung in einem praxisnahen Umfeld zu ermöglichen.

7 Literaturverzeichnis

Arndt, Holger (2021): Supply Chain Management – Optimierung logistischer Prozesse, 8. Aufl., Wiesbaden, Deutschland: Springer Gabler, [online] doi:10.1007/978-3-658-34406-1.

Corsten, Hans / Ralf Gössinger (2009): Produktionswirtschaft – Einführung in das industrielle Produktionsmanagement, 12., vollständig überarb. und erw. Aufl., München, Deutschland: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.

Eggert, Sönke (2006): Produktionsplanung und -steuerung in dynamischen Produktionsnetzwerken, Dissertation, Wirtschaftswissenschaften, Hamburg, Deutschland: Verlag Dr. Kovac.

Fandel et al. (1997): PPS- und integrierte betriebliche Softwaresysteme – Grundlagen Methoden Marktanalyse, 2., völlig neu bearb. Und erw. Aufl., Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer.

Fandel et al. (2009): Produktionsmanagement, Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer.

Fleischmann, Bernhard (2008): Logistikleistung. In: Arnold D, Isermann H, Kuhn A, Tempelmeier H, Furmans K (Hrsg) Handbuch Logistik, 3., neu bearb. Aufl., Berlin, Deutschland: Springer.

Fleischmann, Bernhard (2008): Bestandsmanagement. In: Arnold D, Isermann H, Kuhn A, Tempelmeier H, Furmans K (Hrsg) Handbuch Logistik, 3., neu bearb. Aufl., Berlin, Deutschland: Springer.

Frost, Irasianty (2018): Einfache lineare Regression – Die Grundlage für komplexe Regressionsmodelle verstehen, Wiesbaden, Deutschland: Springer VS, [online] doi: 10.1007/978-3-658-19732-2.

Günther, Hans-Otto / Horst Tempelmeier (2007): Produktion und Logistik, 7., überarb. Aufl., Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer.

Hackstein, Rolf (1989): Produktionsplanung und -steuerung (PPS) – Ein Handbuch für die Betriebspraxis, 2., überarb. Aufl., Düsseldorf, Deutschland: VDI-Verl.

Hoitsch, Hans-Jörg (1993): Produktionswirtschaft – Grundlagen einer industriellen Betriebswirtschaftslehre, 2., völlig überarb. und erw. Aufl., München, Deutschland: Vahlen.

Hopp, Wallace J./Mark L. Spearman (2008): Factory physics, 3. Aufl., Long Grove, USA: Waveland Press.

Hoppe, Marc (2008): Bestandsoptimierung mit SAP, 2., aktualisierte und erw. Aufl., Bonn, Deutschland: Galileo Press.

Jodlbauer, Herbert (2007): Produktionsoptimierung – Wertschaffende sowie kundenorientierte Planung und -steuerung, Wien, Österreich: SpringerWienNewYork, [online] doi: 10.1007/978-3-211-72753-9.

Kurbel, Karl (2021): ERP und SCM – Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie, 9., überarb. und erw. Aufl., Berlin, Deutschland: De Gruyter Oldenbourg, [online] doi:10.1515/9783110701203.

Lödning, Hermann (2005): Verfahren der Fertigungssteuerung – Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration, Berlin u. a., Deutschland: Springer, [online] doi: 10.1007/b138031.

Lödning, Hermann (2008): Ein Modell der Fertigungssteuerung – Logistische Ziele systematisch erreichen. In: Nyhuis P (Hrsg.) Beiträge zu einer Theorie der Logistik, Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer, [online] doi: 10.1007/978-3-540-75642-2.

Lödning, Hermann (2016): Verfahren der Fertigungssteuerung – Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration, 3. Aufl., Berlin u.a., Deutschland: Springer Vieweg, [online] doi:10.1007/978-3-662-48459-3.

Nicolai, Harald et al. (2001): Produktionsplanung und -steuerung – Grundlagen, Gestaltung und Konzepte, 2., korrigierte Aufl., Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer.

Nyhuis, Peter / Hans-Peter Wiendahl (2012): Logistische Kennlinien – Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen, 3. Aufl., Berlin u. a., Deutschland: Springer, [online] doi: 10.1007/978-3-540-92839-3.

Orlicky, Joseph (1975): Material Requirements Planning – The New Way of Life in Production and Inventory Management, New York, USA: McGraw-Hill.

Pfohl, Hans-Christian (2010): Logistiksysteme: betriebswirtschaftliche Grundlagen, 8., neu bearb. und aktualisierte Aufl., Berlin u. a., Deutschland: Springer, [online] doi: 10.1007/978-3-642-04162-4.

Pfohl, Hans-Christian (2018): Logistiksysteme – Betriebswirtschaftliche Grundlagen, 9. Aufl., Berlin, Deutschland: Springer, [online] doi: 10.1007/978-3-662-56228-4.

Poluha, Rolf G. (2010): Anwendung des SCOR-Modells zur Analyse der Supply Chain – Explorative empirische Untersuchung von Unternehmen aus Europa, Nordamerika und Asien. Universität zu Köln, Diss., 2005, 5. überarb. Aufl., Lohmar Köln, Deutschland: Eul Verlag.

Reichmann, Thomas / Andreas Hoffjan (2014): Controlling mit Kennzahlen – Die systemgestützte Controlling- Konzeption mit Analyse- und Reportinginstrumenten, 8.,

überarb. und erw. Aufl., München, Deutschland: Franz Vahlen, [online] <https://ebookcentral.proquest.com/lib/leuphana/reader.action?docID=1782608> [abgerufen am 27.04.2022].

Schmidt, Matthias (2008): Produktionsplanung und -steuerung. In: Arnold D et al. (Hrsg.) Handbuch Logistik, 3., neu bearb. Aufl., Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer, [online] doi: 10.1007/978-3-540-72929-7.

Schmidt, Matthias / Peter Nyhuis (2018): Beschreibung des Vorhabens - Systematische Untersuchung der Wirkung von Verfahren der Produktionsplanung und der Produktionssteuerung auf logistische Zielgrößen. Projektantrag. Leuphana Universität, Lüneburg, Deutschland, PPI.

Schmidt, Matthias (2018): Beeinflussung logistischer Zielgrößen in der unternehmensinternen Lieferkette durch die Produktionsplanung und -steuerung und das Produktionscontrolling, Habilitationsschrift, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität, Hannover, Deutschland.

Schmidt, Matthias / Peter Nyhuis (2021): Produktionsplanung und -steuerung im Hannoveraner Lieferkettenmodell – Innerbetrieblicher Abgleich logistischer Zielgrößen, Berlin, Deutschland: Springer Vieweg, [online] doi: 10.1007/978-3-662-63897-2.

Schuh, Günther / Andreas Gierth (2006): Einführung. In: Schuh, G (Hrsg.) Produktionsplanung und -steuerung – Grundlagen, Gestaltung und Konzepte, 3., völlig neu bearb. Auflage, Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer, [online] doi: 10.1007/3-540-33855-1.

Schuh, Günther / Carsten Schmidt (2014): Grundlagen des Produktionsmanagements. In: Schuh G, Schmidt C (Hrsg.) Handbuch Produktion und Management 5 – Produktionsmanagement, 2. Aufl., Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer Vieweg, [online] doi: 10.1007/978-3-642-54288-6.

Schuh, Günther et al. (2014): Produktionsprogrammplanung. In: Schuh G, Schmidt C (Hrsg.) Handbuch Produktion und Management 5 – Produktionsmanagement, 2. Aufl., Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer Vieweg, [online] doi: 10.1007/978-3-642-54288-6.

Schuh, Günther et al. (2012): Aachener PPS-Modell. In: Schuh G, Stich V (Hrsg.) Produktionsplanung und -steuerung 1 – Grundlagen der PPS, 4., überarb. Aufl., Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer Vieweg, [online] doi: 10.1007/978-3-642-25423-9.

Schuh, Günther et al. (2012): Aufgaben. In: Schuh G, Stich V (Hrsg.) Produktionsplanung und -steuerung 1 – Grundlagen der PPS, 4., überarb. Aufl., Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer Vieweg, [online] doi: 10.1007/978-3-642-25423-9.

Schuh, Günther et al. (2012): Einführung. In: Schuh G, Stich V (Hrsg.) Produktionsplanung und -steuerung 1 – Grundlagen der PPS, 4., überarb. Aufl., Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer Vieweg, [online] doi: 10.1007/978-3-642-25423-9.

Schulte, Christof (2017): Wege zur Optimierung der Supply Chain, 7., vollständig überarb. Aufl., München, Deutschland: Franz Vahlen, [online] URL: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/leuphana/reader.action?docID=4776648> [abgerufen am 10.07.2022].

Schwarz, Lothar et al. (2018): Geschäftsprozesse praxisorientiert modellieren – Handbuch zur Reduzierung der Komplexität, Berlin, Deutschland: Springer Gabler, [online] doi: 10.1007/978-3-662-54212-5.

Wannenwetsch, Helmut H. (2008): Intensivtraining Produktion, Einkauf, Logistik und Dienstleistung – Mit Aufgaben und Lösungen, 1. Aufl., Wiesbaden, Deutschland: Gabler, [online] doi:10.1007/978-3-8349-9847-7.

Wannenwetsch, Helmut (2014): Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung, 5., neu bearb. Aufl., Berlin Heidelberg, Deutschland: Springer Vieweg, [online] doi: 10.1007/978-3-642-45023-5.

Wannenwetsch, Helmut (2021): Integrierte Materialwirtschaft, Logistik, Beschaffung und Produktion – Supply Chain im Zeitalter der Digitalisierung, 6. Aufl., Berlin, Deutschland: Springer, [online] doi: 10.1007/978-3-662-61095-4.

Westkämper, Engelbert (2006): Einführung in die Organisation der Produktion, Berlin u. a., Springer, [online] doi: 10.1007/3-540-30764-8.

Wiendahl, Hans-Peter (1997): Fertigungsregelung - Logistische Beherrschung von Fertigungsabläufen auf Basis des Trichtermodell, 2. Aufl., München, Deutschland: Hanser.

Wiendahl, Hans-Hermann (2011): Auftragsmanagement der industriellen Produktion – Grundlagen, Konfiguration, Einführung, Berlin u. a., Deutschland: Springer, [online] doi:10.1007/978-3-642-19149-7.

Wiendahl, Hans-Peter (2014): Betriebsorganisation für Ingenieure, 8. überarb. Aufl., München, Deutschland: Hanser.

Wiendahl, Hans-Peter et al. (2014): Handbuch Fabrikplanung – Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten, 2., überarb. und erw. Aufl., München u. a., Deutschland: Hanser, [online] doi: 10.3139/9783446437029.009.

Wight, Oliver W. (1984): Manufacturing Resource Planning: MRP II – unlocking America's productivity potential, Rev. ed, New York, USA: Wiley.

Zäpfel, Günther (1996): Grundzüge des Produktions- und Logistikmanagement, Berlin u. a., Deutschland: de Gruyter, [online] doi: 10.1515/9783112422267.

Zäpfel, Günther (2000): Taktisches Produktions-Management, 2., unwesentlich veränd. Auflage, München u. a., Deutschland: Oldenbourg, [online] doi: 10.1524/9783486700831.

8 Anhang

Datenträger

Der beiliegende Datenträger enthält alle für die Erstellung dieser Arbeit relevanten Dateien und ist in folgende Ordner gegliedert:

- Textdateien
- Grafiken
- Tabellen
- Wirkmodelle

9 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit – bei einer Gruppenarbeit den entsprechend gekennzeichneten Teil der Arbeit –selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß aus anderen Quellen übernommen wurden, habe ich als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit habe ich in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegt.

Sara Tunc

Ort, Datum, Unterschrift

