



Entwicklung und Analyse programmorientierter Materialabrufkonzepte in der Automobilindustrie

Leopold Weckbach



Audi-Dissertationsreihe, Band 54

Leopold Weckbach

Entwicklung und Analyse programmorientierter Materialabrufkonzepte in der Automobilindustrie



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2011

Zugl.: Eichstätt-Ingolstadt, Univ., Diss., 2011

978-3-86955-973-5

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2011

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2011

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86955-973-5

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Supply Chain Management und Operations und wurde in Zusammenarbeit mit der AUDI AG erstellt.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Heinrich Kuhn, welcher die Arbeit wissenschaftlich betreute. Seine Anregungen und Ratschläge in zahlreichen fachlichen Diskussionen gaben dem Projekt wichtige Impulse. Zudem danke ich Frau Prof. Dr. Katja Gelbrich für weitere kritische Anregungen und die Übernahme des Zweitgutachtens.

Für die fachliche und freundschaftliche Unterstützung danke ich zudem meinen Kollegen Dr. Thomas Liske, Dr. Thomas Wensing, Andreas Popp, Christian Krudewig, Michael Sternbeck, Dr. Alexander Hübner, Dr. Gerd Hahn, Sven Woogt, Robert Schilling, und Thomas Schmauß, sowie Tom Wyen für seine Hilfe rund um den Web-Survey.

Bei der AUDI AG möchte ich mich insbesondere bei Herrn Matthias Pfister bedanken. Als Initiator des Projekts war er bei inhaltlichen Problemen stets Ansprechpartner und konnte mir durch seine Erfahrung und sein Fachwissen weiterhelfen. Des Weiteren gilt mein Dank stellvertretend für viele weitere den Herren Karl Unger, Rainer Stutz, Kai-Oliver Schroft und Jacopo Marzetti.

Besonderen Dank schulde ich meiner Familie und meiner Freundin Stéphanie. Sie haben durch ihre moralische Unterstützung dem Projekt das notwendige Fundament gegeben.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	III
Inhaltsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XIII
Abkürzungsverzeichnis.....	XV
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangssituation.....	1
1.2 Zielsetzung und Abgrenzung.....	2
1.3 Vorgehensweise.....	4
2 Abweichende Nachfragemengen in Supply Chains	5
2.1 Der Einfluss von Informationen	5
2.1.1 Bedarfsinformationen in der Automobilindustrie.....	5
2.1.2 Planungsaufgaben in Unternehmen	12
2.1.3 Störungen durch Informationsdefizite und unbeständige Nachfragemengen	15
2.2 Koordination von Lieferketten	20
2.2.1 Supply Chain Management als Ausgangspunkt	20
2.2.2 Collaborative Planning als Basis von Koordination.....	22
2.3 Bestehende Forschungsansätze.....	25
3 Programmorientierte Abrufsystematik in der Automobilindustrie.....	32
3.1 Grundlagen	32
3.1.1 Planungs- und Steuerungsprozesse	32
3.1.1.1 Planung des Produktionsprogramms	32

3.1.1.2	Steuerung der Materialströme durch Materialabrufe.....	36
3.1.2	Abrufvarianten am Beispiel des VDA	41
3.2	Analyse des Abrufkonzepts	43
3.2.1	Mittelfristige Nachfrageunsicherheit	43
3.2.2	Kurzfristig abweichende Nachfragemengen.....	44
3.2.3	Unspezifische Abholtermine.....	47
3.3	Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung der Abrufsystematik.....	48
3.3.1	Frozen Zone	49
3.3.2	Definierte Abrufgrenzen	50
3.3.3	Gleichmäßige Abrufe.....	52
3.3.4	Definierte Abholtermine	54
3.3.5	Zusammenfassung.....	55
4	Analyse alternativer Abrufkonzepte	57
4.1	Fallstudien als Forschungsansatz.....	58
4.2	Entwicklung und Durchführung der Studie	63
4.2.1	Forschungsdesign.....	63
4.2.2	Datengrundlage	69
4.3	Ergebnisse	71
4.3.1	Fallstudie 1	71
4.3.2	Fallstudie 2.....	75
4.3.3	Fallstudie 3.....	80
4.4	Einflussfaktoren auf die Erfolgspotentiale alternativer Konzepte.....	84
5	Identifizierung und Quantifizierung der Kostenwirkung alternativer Abrufkonzepte	95
5.1	Entwicklung und Durchführung der Untersuchung.....	96
5.1.1	Forschungsdesign.....	96
5.1.2	Datengrundlage	104

5.2	Deskriptive Ergebnisse	107
5.2.1	Abrufgüte in der Automobilindustrie	107
5.2.2	Kostensenkungspotentiale der alternativen Abrufkonzepte	111
5.3	Explanative Einordnung der Unternehmen	124
5.3.1	Einfache Zusammenhänge	124
5.3.2	Multiple Zusammenhänge	133
6	Zusammenfassung und Ausblick	146
6.1	Zusammenfassung	146
6.2	Ausblick	147
Anhang 1: Nichtparametrische Tests		150
Anhang 2: Web-Survey		152
Literaturverzeichnis		159

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Vierstufige automobile Lieferkette	6
Abbildung 2.2:	Einteilung von Materialbedarfsarten	7
Abbildung 2.3:	Schematische Darstellung eines Lieferabrufsystems	8
Abbildung 2.4:	Supply Chain Planning Matrix	12
Abbildung 2.5:	Emanzipation und Synchronisation von Nachfrage und Produktion	18
Abbildung 2.6:	Verwendungsmöglichkeiten von Abrufen in der Produktion.....	20
Abbildung 2.7:	Haus des SCM nach STADTLER	22
Abbildung 2.8:	Formen von Koordination	22
Abbildung 2.9:	Überblick der modellorientierten Literatur	28
Abbildung 3.1:	Planungsprozess eines Automobilherstellers	33
Abbildung 3.2:	Planungsprozess mit Kundenaufträgen	36
Abbildung 3.3:	Ermittlung der Lieferabruflmenge anhand des Nettobedarfs	37
Abbildung 3.4:	Prinzip der rollierenden Abrufe.....	38
Abbildung 3.5:	Direkte und indirekte Ursachen für Änderungen der Lieferabruflmenge	39
Abbildung 3.6:	Flexibilitätpotentiale durch schwankende Abrufe	46
Abbildung 3.7:	Entwicklung der Abrufvorschau für den Bedarfstag 19.02. im Konzept Frozen Zone	50
Abbildung 3.8:	Entwicklung der Abrufvorschau für den Bedarfstag 17.02. im Konzept Definierte Abrufgrenzen	51
Abbildung 3.9:	Verlauf der tatsächlichen Abrufmengen im Konzept Gleichmäßige Abrufe	53
Abbildung 3.10:	Bezug der Abrufmengen auf das Abholdatum im Konzept Definierte Abholtermine.....	55
Abbildung 4.1:	Ablauf des Forschungsprozesses für die Fallstudienanalyse	58
Abbildung 4.2:	Forschungsperspektiven quantitativer und qualitativer Sozialforschung	60

Abbildung 4.3:	Formen qualitativer Interviews.....	64
Abbildung 4.4:	Einteilung der Beobachtungsformen	65
Abbildung 4.5:	Darstellung des Datenerhebungsablaufs.....	67
Abbildung 4.6:	Betrachtete Fälle für die Analyse	70
Abbildung 4.7:	Prozentuale Ressourcenbedarfsunterschiede für Lieferant 1 durch die hypothetische Abrufsituation.....	75
Abbildung 4.8:	Prozentuale Ressourcenbedarfsunterschiede für Lieferant 2 durch die hypothetische Abrufsituation.....	80
Abbildung 4.9:	Prozentuale Ressourcenbedarfsunterschiede für Lieferant 3 durch die hypothetische Abrufsituation.....	84
Abbildung 4.10:	Einordnung der Kostensenkungspotentiale anhand von Einflussfaktoren.....	86
Abbildung 4.11:	Zusammenfassung der Hypothesen	94
Abbildung 5.1:	Vor- und Nachteile der schriftlichen Befragung	97
Abbildung 5.2:	Arten von Skalenniveaus	100
Abbildung 5.3:	Rating-Skala im Web-Survey	102
Abbildung 5.4:	Größe der teilnehmende Unternehmen.....	105
Abbildung 5.5:	Unternehmensbereich und hierarchische Ebene der Teilnehmer	107
Abbildung 5.6:	Nachfrageunsicherheit für Tier-1 Lieferanten.....	109
Abbildung 5.7:	Nachfrageschwankungen für Tier-1 Lieferanten.....	110
Abbildung 5.8:	Abholvariabilität in der Zulieferindustrie.....	111
Abbildung 5.9:	Anwendung der koordinierten Abrufkonzepte in der Automobilindustrie	112
Abbildung 5.10:	Gesamtkostensenkungspotentiale der Konzepte	115
Abbildung 5.11:	Priorisierte Reihenfolge der Abrufkonzepte.....	116
Abbildung 5.12:	Verteilung der Gesamtkostensenkungspotentiale.....	118
Abbildung 5.13:	Kostensenkungspotentiale der Konzepte je Funktionsbereich	119
Abbildung 5.14:	Auswirkungen eine Frozen Zone für einzelne Ressourcen	120
Abbildung 5.15:	Auswirkungen definierter Abrufgrenzen für einzelne Ressourcen ..	120
Abbildung 5.16:	Auswirkungen gleichmäßiger Abrufe für einzelne Ressourcen	121

Abbildung 5.17: Auswirkungen definierter Abholtermine für einzelne Ressourcen ..	121
Abbildung 5.18: Klassifizierung von Kostensenkungspotentialen durch eine Frozen Zone	136
Abbildung 5.19: Klassifizierung von Kostensenkungspotentialen durch definierte Abrufgrenzen	139
Abbildung 5.20: Klassifizierung von Kostensenkungspotentialen durch gleichmäßige Abrufe	141
Abbildung 5.21: Klassifizierung von Kostensenkungspotentialen durch definierte Abholtermine	143

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Standardformate für Abrufarten	41
Tabelle 3.2:	Abrufe nach VDA.....	42
Tabelle 3.3:	Überblick der vier alternativen Abrufkonzepte	56
Tabelle 4.1:	Hypothetische Abrufsituation für die Fallstudienanalyse	67
Tabelle 5.1:	Ausprägungen der Abrufkonzepte für die Untersuchung.....	98
Tabelle 5.2:	Operationalisierung der Daten.....	103
Tabelle 5.3:	Test auf Normalverteilung der abhängigen Variablen	113
Tabelle 5.4:	Mittelwertvergleiche der abhängigen Variablen	114
Tabelle 5.5:	Kostensenkungspotentiale für den Volkswagen Konzern (in Mrd. €).....	124
Tabelle 5.6:	Klassifizierte abhängige Variablen	125
Tabelle 5.7:	Signifikanztests für die Anzahl der Teilenummern.....	127
Tabelle 5.8:	Signifikanztests für die Wiederbeschaffungszeit von Vorlieferanten.....	127
Tabelle 5.9:	Signifikanztests für die Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses	128
Tabelle 5.10:	Signifikanztests für die Losgröße in der Endmontage	128
Tabelle 5.11:	Signifikanztests für die Anzahl der wöchentlichen Abholungen	129
Tabelle 5.12:	Mann-Whitney U-Test für das Transportkonzept	130
Tabelle 5.13:	Signifikanztests für die Nachfrageunsicherheit und Nachfrageschwankung	130
Tabelle 5.14:	Signifikanztests für die Länge und Abweichungen des Abholzeitfensters	131
Tabelle 5.15:	Zusammenfassung der Hypothesen.....	132
Tabelle 5.16:	Scorewerte für das Konzept Frozen Zone	138
Tabelle 5.17:	Scorewerte für das Konzept Definierte Abrufgrenzen	140
Tabelle 5.18:	Scorewerte für das Konzept Gleichmäßige Abrufe.....	142
Tabelle 5.19:	Scorewerte für das Konzept Definierte Abholtermine	144

Abkürzungsverzeichnis

APS	Advanced Planning Systeme
CART	Classification-And-Regression-Tree Algorithmus
CHAID	Chi-Squared-Automatic-Interaction-Detector Algorithmus
EDIFACT	Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport
ERP	Enterprise Ressource Planning
FAB	Feinabruf
JIS	Just-in-Sequence
JIT	Just-in-Time
LAB	Lieferabruf
MRP II	Manufacturing Ressource Planning
ODETTE	Organization for Data Exchange by Teletransmission in Europe
OEM	Original Equipment Manufacturer (Automobilhersteller)
PAB	Produktionssynchroner Abruf
PPS	Produktionsplanung- und Steuerung
SCM	Supply Chain Management
VAB	Versandabrufe
VDA	Verband der Automobilindustrie
WIP	Work in Process

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Steigende Anforderungen des Marktes führen in der Automobilindustrie zu einer stetigen Ausdehnung der Variantenvielfalt. Aufgrund der Sättigung in ihren Heimatmärkten besetzen deutsche, amerikanische und japanische Hersteller neue Marktnischen und vergrößern ihre Modellpalette, um zusätzliche Käuferschichten zu erschließen.¹ Die zunehmenden Erwartungen der Kunden an die Eigenschaften eines Fahrzeugs reflektieren die Hersteller in innovativen Produktlösungen, wodurch die Komplexität eines Automobils erheblich wächst.² Infolge von gesetzlichen Auflagen und einem gesteigerten Umweltbewusstsein erhöht sich insbesondere die Nachfrage nach Elektromobilität, welche eine Anpassung der Antriebskonzepte und bedeutende konstruktive Angleichungen am Fahrzeug nach sich ziehen und zu einer weiteren Veränderung der Teilevielfalt beitragen.³

Die Ausweitung des Angebots geht mit einer Verschärfung des Wettbewerbs einher, was einen höheren Kostendruck für die Hersteller nach sich zieht.⁴ Dieser wird durch neue Anbieter aus China weiter verstärkt, welche durch ausreichendes Kapital strategische Zukäufe tätigen und technologische Defizite rasant aufholen.⁵ Eine Weitergabe der Kosten an Kunden ist dabei lediglich sehr eingeschränkt möglich, da eine Vielzahl an Konkurrenzprodukten eine geringe Preissensibilität bei Endverbrauchern verursacht. Ebenso ist die Abwälzung der Kosten auf Zulieferunternehmen problematisch. Hierbei besteht die Gefahr von Firmenausfällen und einer Gefährdung der Versorgungssituation für die Hersteller.⁶

Folglich müssen diese den überwiegenden Anteil der Kostensteigerungen durch Produktivitätszuwächse kompensieren. Für die Lieferkette hat dies zur Folge, dass sich die Hersteller auf ihre Kernkompetenzen beschränken und andere wertschöpfende

¹ Vgl. Mößmer/Schedlbauer/Günthner (2007), S. 4.

² Vgl. Kuhn/Rennemann/Schmauß (2004), S. 346.

³ Vgl. Rees/Kamp/Seiwert (2009), S. 78.

⁴ Vgl. Becker (2007), S. 27 ff.

⁵ Vgl. Kröger (2010).

⁶ Nach einer Studie der Unternehmensberatungen Roland Berger und Lazard werden gegenwärtig etwa 19% aller Zulieferunternehmen in diesem Zusammenhang als gefährdet eingestuft. Vgl. Roland Berger/Lazard (2010), S. 17 ff.

Tätigkeiten auf die vorgelagerten Stufen der Lieferkette verlagern.⁷ Die Lieferanten übernehmen dadurch eine entscheidende Rolle bei der rechtzeitigen Versorgung der Autobauer mit qualitativ einwandfreien Zukaufteilen zu niedrigen Kosten.⁸

Für einen störungsfreien und kosteneffizienten Logistikprozess sind dabei die Bedarfsmeldungen (Materialabrufe) des Herstellers an die Lieferanten von entscheidender Bedeutung. Diese bilden die Grundlage der Planungsprozesse und beeinflussen dadurch die Kostensituation der Zulieferunternehmen erheblich. Die Ausgestaltung der unternehmensübergreifenden Informationsprozesse leistet somit einen beträchtlichen Beitrag zur Erhaltung und Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit in einer Lieferkette. Um die Kosten in der Lieferkette durch eine Verbesserung der Abrufprozesse weiter senken zu können, gilt es diese folglich näher zu beleuchten und weitere Verbesserungsansätze zu analysieren.

1.2 Zielsetzung und Abgrenzung

Im Mittelpunkt der folgenden Arbeit steht die Untersuchung alternativer Abrufkonzepte. Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Produktions- und Logistikprozesse der Lieferanten lassen sich für die weiteren Ausführungen im Wesentlichen zwei übergeordnete Ziele ableiten: Erstens sind die Kostenreduktionspotentiale von Zulieferunternehmen infolge von verbesserten Abrufkonzepten (koordinierten Bedarfsinformationen) quantitativ zu erfassen und zu bewerten. Zweitens muss eine Systematik entwickelt werden, welche eine Klassifizierung von Lieferanten nach Kostenreduktionspotentialen ermöglicht. Diese beiden Ziele lassen sich in folgende Fragestellungen überführen:

- **Wie viel?** - Welche Kostenreduktionspotentiale existieren durch alternative Abrufkonzepte?
- **Wo?** - Welche Lieferanten profitieren durch eine Verbesserung der Abrufprozesse in welchem Maß?

Für eine Bewertung des Nutzens aus verbesserten Abrufkonzepten, gilt es hierfür die bestehende Abrufsystematik einer eingehenden Analyse zu unterziehen. Hierauf aufbauend sind alternative Abrufkonzepte zu entwickeln und zu beschreiben, welche

⁷ Vgl. Kuhn/Rennemann/Schmauß (2004), S. 346.

⁸ Vgl. Rennemann/Kuhn/Schröder (2005), S. 2.

spürbare Erfolgswirkungen auf Seiten der Lieferanten zeigen und sich als Basis einer Kostendifferenzbetrachtung mit der gegenwärtigen Situation eignen.

Durch die Notwendigkeit von Bedarfsmeldungen zur Beschaffung von Materialien bei Lieferanten sind Abrufsystematiken in allen Industriezweigen vorhanden. Der Forschungsgegenstand besitzt somit hohe branchenübergreifende Relevanz. Aufgrund der unterschiedlichen Ausgestaltung dieser Systeme und der Vorreiterstellung der Automobilindustrie bei der Weitergabe von Materialabrufen erfolgt die weitere Untersuchung somit am Beispiel der programmorientierten Abrufsystematik in der deutschen Automobilindustrie.⁹

Die Erfassung der Kostenreduktionspotentiale erfolgt mittels empirischer Methoden. Diese bieten für den Forschungsgegenstand den entscheidenden Vorteil, dass tatsächliche Kosteneffekte der Praxis aufgenommen und verarbeitet werden können. Der Vorteil koordinierter Informationen wird anhand theoretischer Modelle regelmäßig postuliert. Einer Analyse der empirischen Zusammenhänge und dessen quantitative Bewertung wird jedoch geringe Aufmerksamkeit beigemessen.

Die Mitglieder automobiler Lieferketten stehen in der Regel in komplexen Wechselbeziehungen zueinander. Um vor diesem Hintergrund eine eindeutige Beantwortung der Forschungsfrage zu ermöglichen, beschränkt sich der Betrachtungsgegenstand auf den zweistufigen Ausschnitt der automobilen Wertschöpfungskette zwischen dem Hersteller (OEM)¹⁰ und dem direkten Zulieferer (Tier-1)¹¹.

Neben den Kostenreduktionspotentialen bei Zulieferunternehmen sind für eine gesamthafte Betrachtung der Effekte in der Lieferkette die internen Kosten des Automobilherstellers zur Umsetzung der Abrufkonzepte zu berücksichtigen. Die folgende Arbeit beschränkt sich hierbei auf die Kostenaspekte der Zulieferunternehmen. Folglich ist die Implementierung der Abrufkonzepte und deren Aufwand nicht Gegenstand der weiteren Betrachtung.

⁹ Vgl. Meyr (2004b), S. 14.

¹⁰ Die Bezeichnung OEM (Original Equipment Manufacturer) wird als Synonym für den Automobilhersteller gebraucht.

¹¹ Der direkte Zulieferer wird auch als Tier-1 bezeichnet. Für die weiteren Zulieferstufen flussaufwärts sind die Namen Tier-2 bis Tier-n gebräuchlich.

1.3 Vorgehensweise

Der Aufbau der Arbeit untergliedert sich in sechs Abschnitte. Nach einer einleitenden Darstellung der Zielsetzung und Struktur der Arbeit wird in **Kapitel 2** der theoretische Rahmen der Untersuchung aufgespannt. Hierbei werden insbesondere zwei zentrale Aspekte verfolgt. Durch die theoretischen Ausführungen erfolgt zum einen eine Konkretisierung der Forschungsfrage. Zum anderen wird die Thematik in den wissenschaftlichen Kontext eingeordnet.

In **Kapitel 3** werden die Grundlagen für den weiteren Ablauf der Forschung gelegt. Entsprechend werden bestehende Bedarfsprozesse in der Automobilindustrie beschrieben und die damit verbundene Problematik für Lieferanten aufgezeigt. Vier Ansätze zur Ergänzung der programmorientierten Abrufsystematik bilden den Ausgangspunkt der folgenden empirischen Untersuchungen.

Anhand von Fallstudien werden in **Kapitel 4** die Wirkungsbeziehungen zwischen einer angepassten Abrufsituation und dem Ressourcenbedarf von Zulieferunternehmen näher beleuchtet. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Produktions- und Logistikstrukturen der Unternehmen lassen die Ergebnisse Rückschlüsse auf Kenngrößen zu, welche in Form allgemeiner Zusammenhänge ausgedrückt werden.

Die Erfassung und Auswertung der Kostensenkungspotentiale durch die verbesserten Abrufkonzepte mittels einer quantitativen Analyse wird in **Kapitel 5** dargestellt. Insbesondere werden dabei die Vorteile alternativer Abrufkonzepte quantifiziert. Weiterhin erfolgen eine Überprüfung der formulierten Beziehungen aus Kapitel 4 und eine Klassifizierung der Lieferanten nach Kostenvorteilen.

Schließlich enthält **Kapitel 6** eine Zusammenfassung der Arbeit und einen Überblick der Handlungsempfehlungen für weiterführende Schritte.

2 Abweichende Nachfragemengen in Supply Chains

Im zweiten Kapitel werden die theoretischen Grundlagen der Arbeit erläutert. Zunächst werden die Planungstätigkeiten von Unternehmen in Abhängigkeit des Informationsflusses dargestellt (Abschnitt 2.1), bevor die Koordination von Lieferketten zur Reduzierung unternehmensübergreifender Kosten beschrieben wird (Abschnitt 2.2). Abschließend erfolgt eine Reflexion der Forschungsfrage vor dem Hintergrund der theoretischen Ausführungen, indem diese in die vorhandene wissenschaftliche Literatur eingeordnet wird (Abschnitt 2.3).

2.1 Der Einfluss von Informationen

Lieferketten sind gekennzeichnet durch den Transfer von Materialien, Informationen und Geld zwischen den einzelnen Prozessstufen.¹² Der Materialfluss verläuft vom Lieferanten zum Kunden und umfasst alle Prozesse, welche sich mit der Entstehung und Weitergabe von Gütern befassen. Die monetäre Vergütung der materiellen Leistung erfolgt in entgegengesetzter Richtung. Eine zeit- und mengengerechte Steuerung des Materialflusses wird durch einen bidirektionalen Austausch von Informationen gewährleistet.¹³ Diese stoßen folglich den Materialfluss an und determinieren dessen Ausgestaltung und Ablauf.¹⁴ Abbildung 2.1 zeigt die beispielhafte Darstellung einer automobilen Supply Chain.

2.1.1 Bedarfsinformationen in der Automobilindustrie

Zwischen den Mitgliedern der automobilen Supply Chain existieren eine Reihe wechselseitiger Informationsbeziehungen. Die Bedarfsinformationen gelten als die bedeutendsten horizontal verlaufenden Informationsströme, welche in Form von konkreten Aufträgen oder Prognosen an die vorgelagerten Stufen weitergegeben werden.¹⁵ Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen die Bedarfsinformationen zwischen dem Automobilhersteller und direkten Zulieferunternehmen. Dieser zweistufige

¹² Die Begriffe Lieferkette und Supply Chain werden synonym verwendet.

¹³ Vgl. Kuhn/Hellingrath (2002), S. 14 f.

¹⁴ Vgl. Pfohl (2010), S. 8; Arnold/Furmans (2009), S. 329.

¹⁵ Vgl. Fleischmann/Meyr/Wagner (2010), S. 103.

Untersuchungsabschnitt der Lieferkette ist im Folgenden Gegenstand der Betrachtung und wird eingehend diskutiert.¹⁶

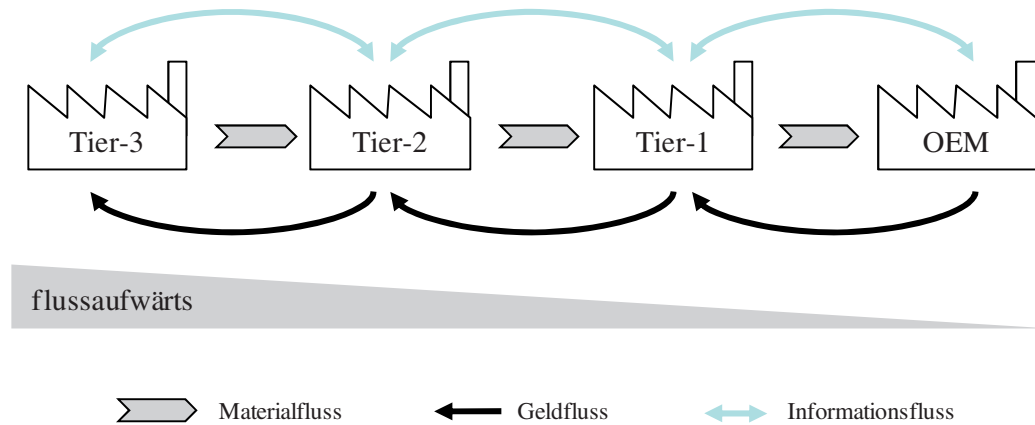


Abbildung 2.1: Vierstufige automobilen Lieferkette¹⁷

Materialbedarfsarten

Den Bedarf eines Unternehmens kann man anhand von zwei Kriterien klassifizieren. Nach dessen weiteren Verwendungszweck lassen sich Primär-, Sekundär- und Tertiärbedarf unterscheiden. Unter dem **Primärbedarf** wird dabei die Nachfrage an Fertigprodukten verstanden, welche direkt am Markt abgesetzt werden können. Die dafür notwendigen Bestandteile (Rohstoffe, Einzelteile, Baugruppe) werden als **Sekundärbedarf** bezeichnet. Der **Tertiärbedarf** beschreibt ergänzend hierzu den Bedarf an Hilfs- und Betriebsstoffen. Eine weitere Einteilungsmöglichkeit ergibt sich durch die Berücksichtigung von Beständen. Als **Bruttobedarf** wird die Gesamtmenge des Primär-, Sekundär- oder Tertiärbedarfs ausgewiesen, welche in einem bestimmten Zeitraum benötigt wird. Der **Nettobedarf** gibt dagegen an, welche Menge in einer Periode tatsächlich beschafft werden muss. Somit ergibt sich der Unterschied zwischen dem Brutto- und dem Nettobedarf aus einem Abgleich des Lagerbestands.¹⁸ Eine zusammenfassende Darstellung der Materialbedarfsarten ist in Abbildung 2.2 wiedergegeben. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird allgemein von Bedarf zwischen dem Hersteller und dem Lieferanten in der Lieferkette gesprochen. Aus Sicht des Herstellers ist dieser dabei ein Sekundärbedarf, während er für ein Zulieferunternehmen

¹⁶ Die diversen Informationsbeziehungen zwischen dem OEM und dem Tier-1 beschreibt Ostertag (2008), S. 33.

¹⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Kuhn/Hellingrath (2002), S. 10.

¹⁸ Vgl. Hartmann (2002), S. 275 ff.

als Primärbedarf eingeordnet werden kann. Für den OEM sind hierbei Nettobedarfsmengen relevant. Der Lieferant muss einen Abgleich mit seinem Lagerbestand erst durchführen und erfasst die Bedarfsmengen somit als Bruttobedarfe.

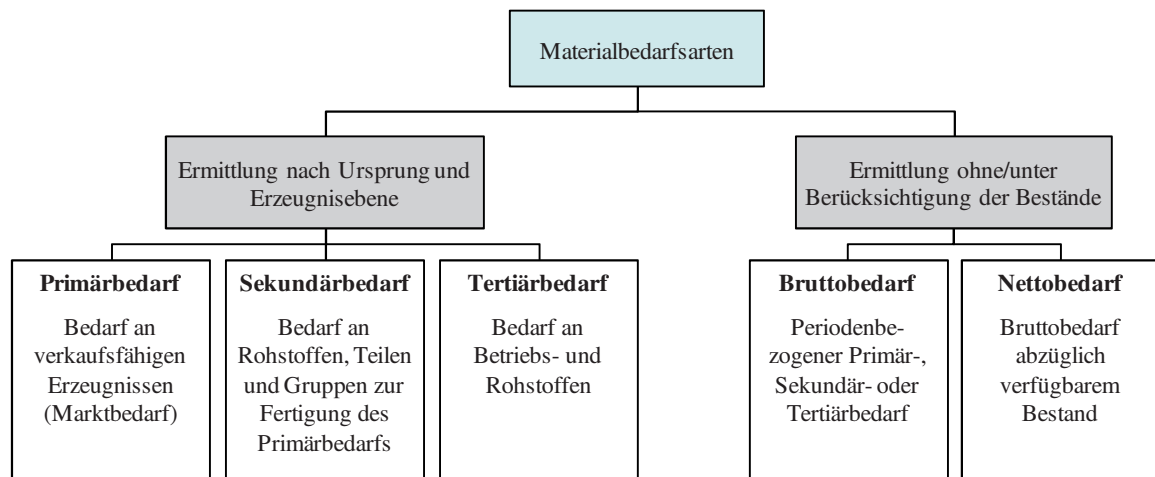


Abbildung 2.2: Einteilung von Materialbedarfsarten¹⁹

Lieferabrufsysteme

Zur Disposition von Zukaufteilen werden in der Automobilindustrie Lieferabrufsysteme eingesetzt. Hierunter werden alle vernetzten Systeme verstanden, mit Hilfe derer internen und externen Lieferanten Informationen zur Verfügung gestellt werden, um die Materialströme zum Hersteller zeit- und mengengerecht koordinieren zu können.²⁰ Aufgrund eines länger dauernden Belieferungsverhältnisses, wie es in der Automobilindustrie wegen hoher Investitionen in die Entwicklung von Teilen und Anlagen üblich ist, bieten Lieferabrufsysteme die Möglichkeit, die durch Rahmenverträge festgelegten Jahresmengen stufenweise beim Lieferanten abzurufen. Nach THALER (1997) lassen sich Lieferabrufsysteme grundsätzlich in drei wesentliche Bestandteile aufteilen (vgl. Abbildung 2.3):²¹

- Planungs- und Dispositionssystem (Abnehmerseite)
- Abrufsystem (Lieferantenseite)
- Kommunikationssystem (technische Verbindung zwischen Abnehmer und Lieferant)

¹⁹ Darstellung nach Hartmann (2002), S. 278

²⁰ Vgl. Thaler (2007), S. 202.

²¹ Vgl. Thaler (1997), S. 531 ff.

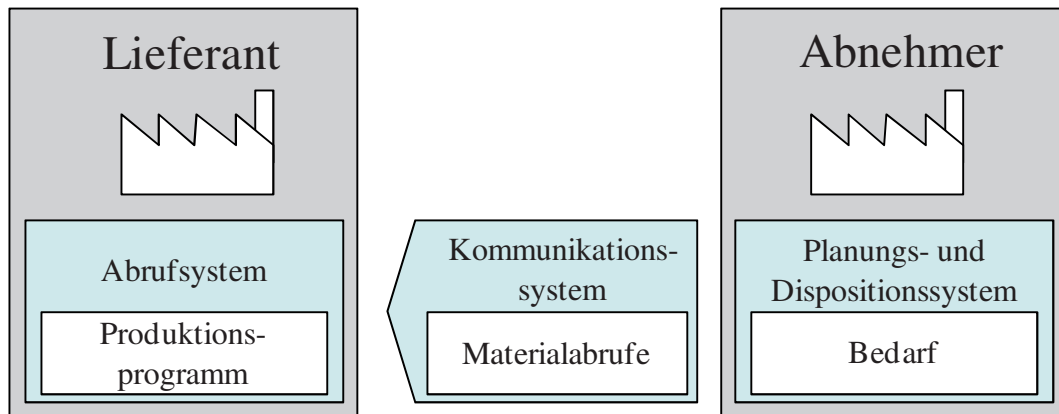


Abbildung 2.3: Schematische Darstellung eines Lieferabrufsystems²²

Planungs- und Dispositionssystem

Mittels Planungs- und Dispositionssystemen bestimmt der Abnehmer den Bedarf seiner Materialien und koordiniert deren Bestellungen. Die **Bedarfsermittlung** erfolgt dabei entweder nach deterministischen, stochastischen oder heuristischen Verfahren. Bei **deterministischen** (programmgebundenen) Methoden werden die Menge und der Termin des Bedarfs aus dem Produktionsprogramm, dem Erzeugniszusammenhang, den Durchlaufzeiten und den Lagerbeständen bestimmt.²³ Die Qualität der Bedarfsplanung ist somit im Wesentlichen von der Güte der Produktionsplanung abhängig. Als Basis der **stochastischen** (verbrauchsgebundenen) Verfahren sind die Vergangenheitswerte des Materialverbrauchs und weitere Einflussgrößen der zukünftigen Entwicklung von Bedeutung. Anhand der Variablen werden Zeitreihenanalysen durchgeführt und der Bedarf für zukünftige Perioden abgeleitet. **Heuristische** Verfahren schätzen den Bedarf für Materialien aus den Ergebnissen für ähnliche Produkte oder durch subjektive Betrachtungen. Diese basieren ausschließlich auf dem Wissen des jeweiligen Anwenders und folgen daher keiner definierten Systematik.²⁴

Die Bedarfsmengen und -termine werden durch die Disposition in Bestellmengen und -termine überführt.²⁵ Hierbei lässt sich zwischen programmorientierten und verbrauchsorientierten **Dispositionsverfahren** differenzieren. Bei **programmorientierten** (plangesteuerten, bedarfsgesteuerten) Verfahren berechnet man die Abrufmengen und Eintreffzeitpunkte in der Regel mit Hilfe der deterministischen

²² Eigene Darstellung in Anlehnung an Thaler (1997), S. 531.

²³ Vgl. Tempelmeier (2006), S. 100.

²⁴ Vgl. Schmidt (2008), S. 329; Küpper/Helber (2004), S. 116; Hartmann (2002), S. 282 ff.

²⁵ Vgl. Hartmann (2002), S. 344.

Bedarfsermittlung.²⁶ Eine Korrektur um den Zusatzbedarf definiert die Nettobedarfsmengen der einzelnen Teile, welche sich abgeändert durch weitere Parameter der Disposition in den Materialabrufen der Lieferanten ausdrücken.²⁷ Ein Mindestbestand ist bei programmorientierten Dispositionsverfahren nicht notwendig. Das Fertigungsprogramm nimmt bei programmorientierten Verfahren somit indirekten Einfluss auf die Bestellmengen bei Lieferanten. In der Automobilindustrie erfolgen unternehmensübergreifende Bedarfsinformationen in der Regel programmorientiert.²⁸ Für **verbrauchsorientierte** (bestandsgesteuerte) Dispositionsverfahren ist dagegen der Lagerbestand die zentrale Steuergröße. Diese Verfahren arbeiten nach dem Prinzip der Vorratshaltung, so dass stets ein gewisser Bestand notwendig ist, um weitere Dispositionsaufträge anstoßen zu können. Das Produktionsprogramm hat dagegen keinen unmittelbaren Einfluss auf disponierte Mengen. Es ist das Ziel von verbrauchsgesteuerten Verfahren, „zur Wiederauffüllung des Lagers eine Bestellung so termingerecht zu erteilen, dass bis zur Verfügbarkeit des neuen Materials jede Bedarfsanforderung gedeckt ist“.²⁹ Bei der Bestimmung des Bestellzeitpunkts und der Bestellmenge sind die beiden zentralen Fragen wann und wie viel zu klären. Für die korrespondierenden Bestellpolitiken werden diese Parameter entsprechend festgesetzt oder variabel gehalten.³⁰

Durch die direkte Verbindung mit der deterministischen Bedarfsermittlung ist die Bestimmung des Bedarfs für programmorientierte Materialabrufe vom Planungshorizont, Zeitraster und Planungszyklus des Produktionsprogramms abhängig.³¹ Unter **Planungshorizont** kann derjenige Zeitraum verstanden werden, für welchen die Planungs- und Dispositionssysteme Vorschaudaten oder Realabrufe erzeugen. Die Daten für den Planungshorizont stammen sowohl aus tatsächlichen Bestellungen als auch aus Vorhersagedaten. Da die Unsicherheit bezüglich der tatsächlich nachgefragten Produktkonfigurationen mit wachsendem Blick in die Zukunft zunimmt, sinkt die Genauigkeit der Abrufe mit fortschreitendem Planungshorizont, so dass für weit entfernte Planungsvorgänge lediglich auf ungenaue Prognosen zurückgegriffen werden kann.³² Das **Zeitraster** gibt an, für welchen Zeitraum

²⁶ Vgl. Hartmann (2002), S. 348.

²⁷ Vgl. Inderfurth/Jensen (2008), S. 161 ff.; Hartmann (2002), S. 346 ff.

²⁸ Für eine detaillierte Beschreibung der programmorientierten Materialabrufe in der Automobilindustrie siehe 3.1.

²⁹ Hartmann (2002), S. 358.

³⁰ Vgl. Günther/Tempelmeier (2009), S. 266 f.

³¹ Vgl. Thaler (1997), S. 532.

³² Vgl. Meyr (2004a), S. 450 f.

Bedarfsinformationen aggregiert werden. Diese können beispielsweise Stunden, Tage, Wochen oder Monate sein. Da die Sicherheit für Materialabrufe mit steigender zeitlicher Entfernung abnimmt, können kurzfristige Nachfragemengen in einem kürzeren zeitlichen Intervall angegeben werden, während weiter in der Zukunft liegender Bedarf für ein größeres Zeitfenster zusammengefasst wird. Zudem orientiert sich die Granularität der Abrufmengen an der Frequenz der vorgelagerten Transportströme. Finden Transporte des Lieferanten an den OEM beispielsweise lediglich in einem wöchentlichen Rhythmus statt, so ist die Übermittlung eines Wochenbedarfs an den Zulieferer ausreichend. Unter dem **Planungszyklus** versteht man die Häufigkeit der Ermittlung des für die Abrufe zugrunde liegenden Bedarfs, sowie der Rhythmus der Übermittlung von Abrufen an den Lieferanten.

Abrufsystem

In einem Abrufsystem werden die vom Abnehmer übermittelten Daten beim Lieferanten verarbeitet und für die weitere Verwendung aufbereitet. Mittels der Abrufinformationen sollen die benötigten Materialien in der richtigen Menge zum richtigen Zeitpunkt bereitgestellt werden können. Dafür fließen sie als wesentlicher Informationsbaustein in die Vorgänge des Betriebs des Lieferanten ein, wie die Planung des Produktionsprogramms, die Beschaffung von Vormaterialien oder das Vorhalten von Beständen. Im Allgemeinen werden zu diesem Zweck Software gestützte Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme (PPS-Systeme) eingesetzt.³³ Eines der gängigsten Systeme ist das MRP II (Manufacturing Ressource Planning), bei welchem eine schrittweise (programmorientierte) Auflösung des Kundenbedarfs anhand von Stücklisten erfolgt.³⁴ Der Teilebedarf zur Produktion der Endprodukte, der Abgleich mit den vorhandenen Kapazitäten und die Fixierung der Auftragsreihenfolge wird in schrittweisen Planungsrunden ermittelt, so dass revolvierende Abstimmungen notwendig sein können, um eine akzeptable Lösung zu finden.³⁵ Als Weiterentwicklung werden ERP-Systeme (Enterprise Ressource Planning) eingesetzt, welche auf eine breitere Datenbasis zurückgreifen können, da sich diese nicht auf die Produktion

³³ Eine Darstellung der Entwicklung von PPS-Systemen ist nachzulesen u.a. in Fandel/Giese/Raubenheimer (2009), S. 121 ff. und Vahrenkamp/Siepermann (2010), S. 1489 f.

³⁴ Das MRP II ist eine Weiterentwicklung des MRP I (Material Requirement Planning), welches das älteste PPS-System gilt. Vgl. Fandel/Giese/Raubenheimer (2009), S. 121.

³⁵ Einen Überblick über das MRP II geben u.a. Corsten/Gössinger (2009), S. 561 ff.; Wöhe/Döring (2008), S. 367 f.; Hansmann (2006), S. 250 ff.; Tempelmeier (2006), S. 234; Günther/Tempelmeier (2009), S. 325 ff.; Schönsleben (2002), S. 174 ff.; Drexl et al. (1994), S. 1022 ff. Eine Beschreibung von MRP II bei Zulieferunternehmen in der Automobilindustrie liefert Hansen (1993), S. 141 ff.

beschränken, sondern unternehmensweit einsetzbar sind.³⁶ ERP-Systeme basieren jedoch weiterhin auf dem MRP-II Konzept, so dass die grundsätzlichen Planungsschwächen bestehen bleiben. Aus diesem Grund werden seit einigen Jahren vermehrt Advanced Planning Systeme (APS) verwendet. Diese Systeme ergänzen bestehende ERP-Umgebungen und ermöglichen durch ein streng hierarchisches Planungssystem eine simultane Planung und somit die Optimierung von Abläufen. Zudem erlauben zusätzliche Planungsmodule unternehmensübergreifende Abstimmungen.³⁷

Kommunikationssystem

Die Übertragung der Abrufinformation vom Abnehmer zum Lieferant geschieht mit Hilfe eines Kommunikationssystems. Die Weitergabe der Informationen kann durch manuelle (z.B. Fax) oder automatisierte Prozesse gesteuert werden.³⁸ In modernen Umgebungen werden Abrufe dem Lieferanten in der Regel mittels Electronic Data Interchange (EDI) zugestellt, so dass der Aufwand für die Übermittlung der Bedarfsmeldungen überschaubar bleibt. Zur weiteren Vereinfachung des elektronischen Datenaustauschs und Umgehung der Einführungskosten von EDI-Oberflächen für kleinere und mittlere Unternehmen werden verstärkt Datenübertragungsmöglichkeiten über das Internet in Anspruch genommen. Das WebEDI vereint die Vorzüge des Internets mit den Anforderungen eines asynchronen und automatischen Datenaustauschs des EDI und findet daher zunehmend Verbreitung.³⁹ Für die Automobilindustrie haben sich hier im Laufe der Zeit unterschiedliche Übertragungsstandards herauskristallisiert. Die Übertragungsrichtlinien finden großflächig Anwendung und bringen wesentliche Vorteile für die beteiligten Unternehmen mit sich. Spezifische Investitionen in kundenindividuelle Kommunikationssysteme sind aufgrund der weiten Verbreitung der Standards nicht notwendig. Wegen der vernachlässigbaren Wechselkosten besteht zudem für die Unternehmen eine höhere Flexibilität neue Geschäftsbeziehungen einzugehen.⁴⁰ Für den Datenaustausch zwischen Herstellern, Zulieferunternehmen und Logistikdienstleistern haben sich in Europa die Standards des Verbands der Automobilindustrie (VDA) und

³⁶ Vgl. Wannevetsch (2005), S. 59 ff.

³⁷ Vgl. Fleischmann/Meyr/Wagner (2010), S. 93; Vahrenkamp/Siepermann (2010), S. 1489.

³⁸ Vgl. Ballou (2004), S. 132 f.

³⁹ Vgl. Klug (2010), S. 246 ff.; Gleißner/Femerling (2008), S. 198 ff.; Ostertag (2008), S. 31 f.

⁴⁰ Vgl. Buxmann/Dirks/Heintz (1998) S. 98 f.

der Organization for Data Exchange by Teletransmission in Europe (ODETTE) sowie der Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport (EDIFACT) durchgesetzt.⁴¹

2.1.2 Planungsaufgaben in Unternehmen

Infolge des Kundenbedarfs muss der Lieferant interne Planungen anstellen, um diesen erfüllen zu können und seine Ressourcen kostenoptimal auszulegen. Als Eingangsgröße für die Planungsvorgänge dienen hierfür die Bedarfsinformationen des Abnehmers. Nach FLEISCHMANN/MEYR/WAGNER (2010) können Planungsvorgänge nach den beiden Dimensionen **Planungshorizont** und **logistischer Prozess** klassifiziert werden.⁴² Der Planungshorizont lässt sich in das zeitliche Raster langfristig, mittelfristig und kurzfristig unterteilen.⁴³ Der logistische Prozess (logistische Funktionen) kann in die Bestandteile Beschaffung, Produktion, Distribution und Absatz untergliedert werden.⁴⁴

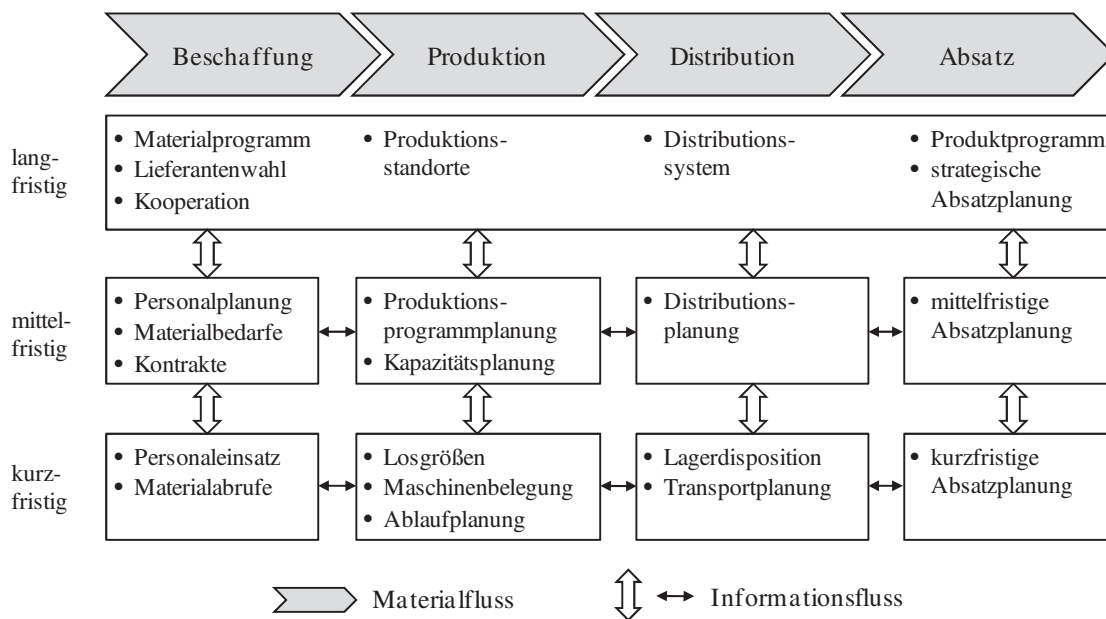


Abbildung 2.4: Supply Chain Planning Matrix⁴⁵

⁴¹ In den USA findet der Standard ANSI X.12 weite Verbreitung. Vgl. Gleißner/Femerling (2008), S. 200 ff.

⁴² Vgl. Fleischmann/Meyr/Wagner (2010), S. 89. ff.

⁴³ Die Gliederung des Planungsprozesses geht auf ANTHONY (1965) zurück, welcher die damit verbundenen Aufgaben in *Strategic Planning, Management Control* und *Operational Control* aufteilt; siehe Anthony (1965), S. 15 ff.; ferner ist eine Einteilung in *strategische, taktische* und *operative Planung* geläufig. Vgl. Günther/Tempelmeier (2009), S. 26 f.

⁴⁴ Vgl. Meyr/Stadtler (2010), S. 70 ff.

⁴⁵ Darstellung nach Fleischmann/Meyr/Wagner (2010), S. 97.

Eine graphische Darstellung und Einordnung der Planungsaufgaben nach beiden Kriterien erfolgt in der Supply Chain Planning Matrix (Abbildung 2.4), auf welche im Folgenden näher eingegangen wird.⁴⁶

Langfristige Planungen betreffen die strategische Ausrichtung des Unternehmens und die Ausgestaltung der Lieferkette. In der Regel werden diese Pläne für einen Zeitraum von mehreren Jahren aufgestellt, da die damit einhergehenden Entscheidungen weitreichende Konsequenzen für die Geschäftstätigkeit des Unternehmens nach sich ziehen. Auf dieser Ebene wird unter anderem das langfristige Produktportfolio festgelegt, mit welchem die bestehenden Marktanteile behauptet und zukünftige Absatzmärkte erschlossen werden können. Die Ausgestaltung des Distributionssystems und die Planung von Produktionsstandorten sind ein weiterer Gegenstand der langfristigen Planung. Hierbei gilt es neben der Wahl geeigneter Standorte das Layout derselben festzulegen und die internen und externen Materialflüsse vorzuzeichnen. Auf Seiten der Beschaffung müssen geeignete Zukaufteile für das definierte Produktprogramm und dafür relevante Lieferanten ausgewählt werden. Der Aufbau und die Aufrechterhaltung von Kooperation mit Zulieferern zur Stärkung der gemeinsamen Stellung in der Lieferkette sind darüber hinaus Inhalt langfristiger Planungstätigkeiten.⁴⁷

In **mittelfristigen** Planungen werden Langfristpläne weiter verfeinert. Auf dieser Stufe werden grobe Pläne für die Informations- und Materialflüsse und der Einsatz von Ressourcen definiert. Dies impliziert, dass langfristig getroffene Entscheidungen als gegeben zu berücksichtigen sind. Lediglich innerhalb der strategisch definierten Ausrichtung des Unternehmens können weitere Planungen erfolgen. Der Planungshorizont beträgt dabei 6 bis 24 Monate. Planungen führt man demnach in der Regel auf Wochen- oder Monatswerte aggregiert durch, wobei lediglich Produktfamilien im Fokus stehen. In der mittelfristigen Absatzplanung wird die Nachfrage der einzelnen Absatzgebiete prognostiziert. Diese Information ist besonders zur mittelfristigen Planung des Produktionsprogramms relevant. Unter Verwendung der Absatzinformation erfolgt die Dimensionierung Produktionskapazitäten, um auch schwankende Nachfragemengen ausgleichen zu können.⁴⁸ Zudem wird für einen mittelfristigen Horizont der Bedarf an Mitarbeitern festgelegt. Zur Sicherstellung der

⁴⁶ Für eine detaillierte Beschreibung der Planungsaufgaben siehe Fleischmann/Meyr/Wagner (2010), S. 97. ff.

⁴⁷ Zur langfristigen Planung in der Automobilindustrie siehe Ferber (2005), S. 43 ff.

⁴⁸ Unter Kapazitäten lassen sich alle Faktoren zusammenfassen, die zur Erfüllung eines Produktionsauftrags notwendig sind. Vgl. Reichwald/Dietel (1991), S. 408 f; im betrieblichen Umfeld können diese folgendermaßen eingeteilt werden: *Betriebsmittel*: Fabrikgelände, Maschinen, Werkzeuge; *Menschliche Arbeit*: Ausführende und dispositive Tätigkeiten; *Werkstoffe*: Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe.

Produktionsfähigkeit des Unternehmens ist in der Materialbedarfsplanung die Berechnung der notwendigen Menge an Vorprodukten erforderlich. In Verträgen mit den Unterlieferanten legen Abnahmemengen für eine definierte Planungsperiode fest, wodurch der Bezug spezifischer Produkte ermöglicht wird und günstigere Einkaufsbedingungen erzielt werden können.

Für den **kurzfristigen** Zeitraum sind ausführliche Pläne zur Verrichtung des operativen Betriebs notwendig. Der Kurzfristbereich stellt die feinste Planungsebene dar, wodurch hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Ergebnisse gestellt werden. Planungen finden daher lediglich für einen Zeitraum von einigen Tagen bis zu drei Monaten statt. Die Freiheitsgrade der kurzfristigen Planung sind durch die Vorgaben der vorgelagerten Entscheidungen begrenzt. Nichts desto trotz hängt die Effizienz der Lieferkette wesentlich von den operativen Vorgängen ab. Kurzfristig wird für den Absatz der Fertigprodukte festgelegt, welche Kundenaufträge tatsächlich bedient werden können. Die Fertigwaren und Zukaufteile müssen mit geeigneten Transportmitteln zu möglichst geringen Kosten an ihren Bestimmungsort gelangen, wodurch die Organisation von Lieferrouten einen weiteren Kernbestandteil der kurzfristigen Planung ausmacht. Für die Produktion muss innerhalb des Fertigungsprogramms die Auflagereihenfolge der Lose fixiert werden, so dass unter Berücksichtigung vereinbarter Liefertermine der Ressourceneinsatz minimiert wird. Schließlich sind für das konkrete Produktionsprogramm unter Beachtung der vorhandenen Personalkapazitäten kurzfristige Arbeitspläne aufzustellen. Die Informationen für den Bedarf an fremdbezogenen Teilen erhalten Lieferanten über Materialabrufe.⁴⁹

Aufgrund des begrenzten Zeithorizonts dienen Materialabrufe als Grundlage für mittelfristige und kurzfristige Planungen. Durch Bedarfsmeldungen werden demnach indirekt alle Ressourcen beeinflusst, welche auf einer dieser beiden Ebenen ausgeplant werden. Langfristige Entscheidungen bleiben dagegen unberührt.

Die dargestellte Planungssystematik verdeutlicht, dass übergeordnete Planungsebenen einen ordnenden Rahmen für untergeordnete Instanzen vorgeben (Hierarchische Planung).⁵⁰ SCHNEEWEISS (1992) unterteilt hierbei den Top-down-Einfluss in einen direkten und einen indirekten Einfluss. Während der direkte Einfluss Auswirkungen auf unmittelbar nachfolgende Planungsebenen hat, sind durch den indirekten Einfluss die

⁴⁹ Vgl. Fleischmann/Meyr/Wagner (2010), S. 89 ff.; zur kurz- und mittelfristigen Planung in der Automobilindustrie siehe Meyr (2004b).

⁵⁰ Die Vorgehensweise einer hierarchischen Planung geht auf HAX/MEAL (1975) zurück.

weiteren Hierarchiestufen betroffen. Hierdurch können zeitlich weitreichende Planungen in detaillierteren Plänen Berücksichtigung finden, wobei in diesen ein gewisser Entscheidungsspielraum verbleibt. Gleichzeitig spiegeln diese die tatsächliche Situation der Lieferkette den hierarchisch übergeordneten Planungsschritten wider. Dieser Bottom-up-Einfluss in Form einer Feedback-Schleife ist notwendig, um Planabweichungen zu erkennen und korrigieren zu können.⁵¹ Somit werden in den längerfristigen Plänen die Planungsdivergenzen der kürzeren Planungshorizonte einbezogen.⁵² Beispielsweise können starke Abweichungen im Kurzfristbereich zu einer Anpassung der Kapazitäten in der mittelfristigen Planung führen. Somit nehmen Bedarfsinformationen im Kurzfristbereich Einfluss auf die Dimensionierung der mittelfristigen Ressourcen des Lieferanten.

Die Weitergabe von Bedarfsinformationen in automobilen Supply Chains verläuft nach dem Konzept des **Upstream Planning**.⁵³ Bei dieser Form der Planung erstellt die äußerste Planungsdomäne flussabwärts (Automobilhersteller) einen lokal optimalen Plan und gibt die daraus resultierenden Aufträge an die nächste Stufe in der Wertschöpfungskette (Tier-1) weiter. Diese führt schließlich die gleichen Tätigkeiten wie die erste Stufe aus, womit die Informationen durch die Lieferkette weitergegeben werden. Durch das Upstream Planning entsteht jedoch das Risiko einer zeitlichen Verschiebung der Ausgangsinformation. Zudem wird diese durch wiederholte Planungsvorgänge verzerrt, so dass weiter flussaufwärts liegende Unternehmen mit unsicheren Nachfrageinformationen operieren.⁵⁴

2.1.3 Störungen durch Informationsdefizite und unbeständige Nachfragemengen

Eine effiziente und zweckmäßige Planung ist für ein Unternehmen möglich, falls die zugrunde liegenden Informationen folgende Merkmale aufweisen:⁵⁵

⁵¹ Vgl. Schneeweiß (1992), S. 82 ff.

⁵² Vgl. Fleischmann/Meyr/Wagner (2010), S. 104.

⁵³ Synonym hierzu wird die Bezeichnung sukzessive Planung verwendet. Vgl. Ostertag (2008), S: 43 ff.

⁵⁴ Vgl. Dudek (2009), S. 41 ff.

⁵⁵ Nach Chopra/Meindl (2004), S. 512.

- **Genauigkeit:** Informationen müssen die zugrunde liegende Sachlage (bspw. Materialbedarf) möglichst exakt wiedergeben.
- **Zeitliche Verfügbarkeit:** Für einen geeigneten Einsatz von Informationen müssen diese rechtzeitig zur Verfügung und einfach zugänglich sein.
- **Brauchbarkeit:** Die richtige Art und Menge von Informationen ist für den Anwender entscheidend, um aus der Masse der Daten sinnvolle Planungen durchzuführen und Entscheidungen zu treffen.

Liegen die Bedarfsinformationen für Unternehmen nicht in den beschriebenen Eigenschaften vor, sind lediglich ungenaue Planungen möglich. Hierbei tritt häufig die Situation für Unternehmen auf, dass Prognosen Änderungen unterliegen und die übermittelten Vorhersagen im Zeitverlauf variieren. Diese Unsicherheit der Bedarfsinformationen wird auch als **stochastische Nachfrage** bezeichnet.⁵⁶ Findet eine häufige Anpassung der Nachfragemengen statt, so ändern sich damit auch die Inputgrößen für die Planungsvorgänge der vorgelagerten Prozessstufen, wodurch Entscheidungen unter Umständen angepasst werden müssen.

Stochastische Nachfragemengen verursachen Abweichungen im geplanten Planungsprozess und zwingen den Lieferanten durch geeignetes **Störungsmanagement** entgegenzuwirken.⁵⁷ Grundsätzlich können Störungen auf folgende zwei Weisen begegnet werden:⁵⁸

- **Verhinderung** von Störungen
- **Bewältigung** aufgetretener Störsituationen

Sind die Störungen durch einen veränderten Sekundärbedarf des OEM induziert, hat der Lieferant keine Möglichkeit ihr Auftreten a priori zu vermeiden.⁵⁹ Er muss stattdessen Maßnahmen ergreifen, um entstandene Störsituationen zu bewältigen. Diese

⁵⁶ Variabilität kann nach HOPP/SPEARMAN (2008) allgemein als *quality of nonuniformity of a class of entities* definiert werden. Vgl. Hopp/Spearman (2008), S. 265.

⁵⁷ Zum Begriff der „Störung“ vgl. u.a. Fischäder (2007), S. 27; Kleindorfer/Saad (2005), S. 53; Patig (2001), S. 11; Heil (1995), S. 31f, Schneeweiß (1992), S. 122. Störungen entstehen aus dem Lieferantenprozess selbst oder sind durch externe Faktoren induziert. Diese können durch den Entstehungsort des Störsignals in versorgungsseitige oder nachfrageseitige Störgrößen unterschieden werden. Zudem ist ein kombiniertes Auftreten der Störgrößen möglich. Im Rahmen dieser Arbeit werden unter Störungen externe, nachfrageseitig induzierte Störgrößen verstanden. Zur Klassifizierung von Störgrößenrichtungen siehe u.a. Fischäder (2007), S. 31.

⁵⁸ Diese fundamentalen Vorgehensweisen finden sich u.a. bei Fischäder (2007), S. 31 f.; Patig (2001), S. 14; Heil (1995), S. 150ff.

⁵⁹ Die Störungsverhinderung wird im Rahmen des Störungsmanagements auch mit der Strategie „Prävention“ umschrieben. Vgl. Fischäder (2007), S. 32 f.; Patig (2001), S. 15 ff.; Heil (1995), S. 150 ff.

Maßnahmen lassen sich in die Kategorien **Präventivmaßnahmen** (Antizipation) und **Sanierungsmaßnahmen** (Reaktion) einteilen. Unter Präventivmaßnahmen werden alle Ressourcen zusammengefasst, welche die Wirkung einer Störung herabsetzen. Präventivpotentiale tragen dazu bei, bestehende Systemunsicherheiten auszugleichen, um die Einhaltung der geplanten betrieblichen Abläufe gewährleisten zu können. Derartige Ausgleichsmöglichkeiten erstrecken sich auch zeitliche, mengenmäßige und kapazitative Puffer. Sanierungsmaßnahmen schließen dagegen alle Potentiale ein, welche nach Auftritt einer Störung eine schnelle Wiederherstellung des Planzustands ermöglichen. Diese Aktivitäten sind Teil des dispositiven Aufgabengebiets.⁶⁰ Beispielsweise kann sich ein Zulieferunternehmen gegen Nachfrageunsicherheit absichern, indem er Sicherheitsbestände und flexible Produktionskapazitäten (Präventivmaßnahme) vorhält und bei größeren Ausschlägen in Form zusätzlicher Fertigungskapazitäten (Sanierungsmaßnahme) durch eine Anpassung des Produktionsprogramms reagieren kann. Da in einem Prozess ohne Störungen Präventiv- und Sanierungsmaßnahmen überflüssig sind, bezeichnet man diese auch als **Redundanzmaßnahmen**, welche sich gleichzeitig als **Flexibilitätpotentiale** eines Unternehmens umschreiben lassen.⁶¹ Flexibilität zur Beseitigung von Störungen ist somit für Betriebe stets mit Kosten verbunden.⁶² Die notwendigen Potentiale sind je nach zeitlichen Abstimmungsabständen zwischen Produktions- und Nachfragemengen schwerpunktmäßig an unterschiedlichen Bereichen angesiedelt.

Durch die sich wiederholende Bedarfsrechnung des Herstellers unterscheiden sich zudem oftmals die Abrufmengen in den einzelnen Perioden. Eine differierende Nachfrage in den Perioden ist dabei ein Phänomen, welches auf vielerlei Gründe zurückzuführen ist und nicht selten zyklische Muster aufweist.⁶³ Das Ausmaß der dadurch entstehenden Problematik wird deutlich, wenn die gesamte Lieferkette im Fokus der Betrachtung steht. FORRESTER (1958) zeigt anhand einer Simulationsstudie, dass eine Erhöhung der Endkundennachfrage zu umso höheren Bestell- und Bestandsschwankungen in der Supply Chain führt, je weiter flussaufwärts der Empfänger der Information verortet ist.⁶⁴ In der Literatur ist die damit verbundene Thematik auch unter der Bezeichnung Peitscheneffekt oder Bullwhip-Effekt bekannt. Diese Erkenntnis greifen LEE/PADMANABHAN/WHANG (1997) auf und identifizieren

⁶⁰ Vgl. Fischäder (2007), S. 33 ff.

⁶¹ Vgl. Schneeweiß (1992), S. 126 f.

⁶² Vgl. Kaluza/Blecker (2005), S. 11.

⁶³ Vgl. Huang/Gangopadhyay (2006), S. 50.

⁶⁴ Vgl. Forrester (1958), S. 43 ff.

die schrittweise Weitergabe von Bedarfsinformationen in der Lieferkette, die Bildung von Losgrößen, die Veränderung von Preisen und das Absichern gegen eventuelle Fehlmengen des Lieferanten als Ursachen für die Entstehung des Peitscheneffekts.⁶⁵ Diese **dynamische Nachfrage** (Nachfrageschwankungen) führt bei Zulieferunternehmen dazu, dass diese die Abrufinformation unterschiedlich in ihren Produktionsplanungen berücksichtigen. Es können grundsätzlich zwei Strategien unterschieden werden.

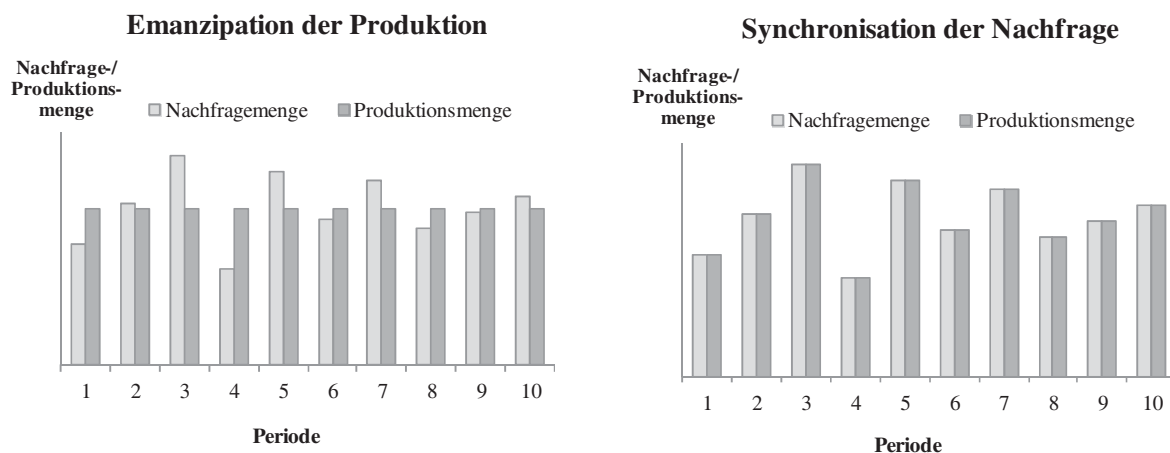


Abbildung 2.5: Emanzipation und Synchronisation von Nachfrage und Produktion⁶⁶

Beim Prinzip der **Synchronisation** erfolgt ein Parallelisieren von Nachfrage und Produktion, indem eingehende Abrufmengen direkt im Produktionsprogramm reflektiert und hergestellt werden. Schwankungen müssen hierbei insbesondere durch Flexibilitätspotentiale im Fertigungs- und Beschaffungsbereich gedeckt werden. Alternativ kann eine **Emanzipation** der Produktion von der Nachfrage erfolgen. Der Lieferant produziert in diesem Fall unabhängig von einzelnen Kundenabrufen zugunsten einer effizienten Auslastung der Fertigung; der Distributionsbereich agiert in diesem Fall als wesentlicher Flexibilitätstreiber.⁶⁷ Eine graphische Darstellung dieser beiden Strategien zeigt Abbildung 2.5. CHOPRA/MEINDL (2004) fassen die Auswirkungen durch dynamische Nachfragemengen wie folgt zusammen:⁶⁸

⁶⁵ Vgl. Lee/Padmanabhan/Whang (1997), S. 549 ff.

⁶⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Günther/Tempelmeier (2009), S. 159 f.

⁶⁷ Vgl. Dyckhoff/Spengler (2010), S. 235; Tempelmeier (2006), S. 33.

⁶⁸ Die Erkenntnisse ziehen die Autoren aus ihren Forschungen zum Bullwhip-Phänomen bei dem Unternehmen Procter & Gamble. Vgl. Chopra/Meindl (2004), S. 480 f.

- **Höhere Produktionskosten:** Zur Erfüllung von Nachfrageschwankungen werden Zusatzkapazitäten oder Sicherheitsbestände vorgehalten, welche in beiden Fällen zu einer Erhöhung der Stückkosten führen.
- **Höhere Bestandskosten:** Durch Nachfrageschwankungen sind höhere Umlaufbestände in der Lieferkette notwendig, wodurch die damit verbundenen Kosten steigen.
- **Längere Wiederbeschaffungszeiten:** Bestelländerungen beeinträchtigen eine reibungslose Terminplanung, so dass nicht alle Aufträge rechtzeitig erfüllt werden können.
- **Höhere Transportkosten:** Zum Ausgleich von Bedarfsspitzen müssen ausreichende Transportkapazitäten vorgehalten werden.
- **Höherer Aufwand im Wareneingang/-ausgang:** Arbeitskosten steigen durch das Einplanen von Zusatzkapazitäten oder die Inanspruchnahme von zusätzlichen Ressourcen bei schwankenden Nachfragemengen.
- **Niedrigere Produktverfügbarkeit:** Große Nachfrageschwankungen können die Kapazität des Lieferanten übersteigen und zu Fehlmengen führen.
- **Schlechtere Beziehungen innerhalb der Lieferkette:** Mit häufigen Anpassungen der Nachfrage geht eine schlechtere Planung innerhalb der Lieferkette einher, wodurch das Verhältnis zwischen den Partnern negativ belastet werden kann.

HANSEN (1993) teilt analog hierfür die Verwendungsmöglichkeiten von Abrufen in der Produktion von Zulieferunternehmen der Automobilindustrie in diesem Zusammenhang in drei Klassen ein (vgl. Abbildung 2.6).

Abstimmungsverfahren	Beschreibung
Geschlossenes Vertriebs- und Produktionssystem	Die Abrufe werden nach der Bedarfsauflösung in den Primärbedarf übernommen und determinieren damit das Fertigungsprogramm und die Materialdisposition. Änderungen werden sofort berücksichtigt (Synchronisation).
Offenes Vertriebs- und Produktionssystem	Abrufe haben indirekten Einfluss auf den Produktionsplan. Es erfolgt ein täglicher Abgleich des geplanten Produktionsprogramms mit dem Auftragsbestand. Abweichungen werden aus dem Lager bedient oder ziehen Anpassungen der Fertigungsaufträge nach sich.
Versandsteuerungsverfahren	Der Zulieferer entkoppelt seine Produktion von den Abrufen. Den Bedarf des OEM erfüllt er aus seinem Fertigwarenbestand. Kurzfristige Abrufe werden lediglich zur Versandsteuerung verwendet (Emanzipation).

Abbildung 2.6: Verwendungsmöglichkeiten von Abrufen in der Produktion⁶⁹

2.2 Koordination von Lieferketten

2.2.1 Supply Chain Management als Ausgangspunkt

Seit einigen Jahren hat sich für lieferkettenumfassende Problemstellungen und deren Lösungsansätze der Begriff **Supply Chain Management (SCM)** durchgesetzt.⁷⁰ Zu den Kernbestandteilen dieses Ansatzes zählen Autoren unterschiedliche Elemente, welches sich mitunter in den zahlreichen Definition des SCM widerspiegelt.⁷¹ Eine große Schnittmenge ist hierbei hinsichtlich der Zielsetzung des SCM zu beobachten. Für den Großteil der Autoren dient die Abstimmung von Aktivitäten entlang der Supply Chain

⁶⁹ In Anlehnung an Hansen (1993), S. 60.

⁷⁰ Eine Supply Chain im weiteren Sinne auch als intra-organisatorisches Konstrukt verstanden werden, so dass ein SCM sich daher ebenso auf unternehmensinterne Abläufe erstrecken kann. Vgl. Stadtler (2010), S. 8.

⁷¹ Siehe u.a. Christopher (2005), S. 5; Simchi-Levi/Kaminsky/Simchi-Levi (2004), S. 1; Kuhn/Hellingrath (2002), S. 22 f.; Mentzer et al. (2001), S. 18.

einer Verbesserung deren Leistungsfähigkeit zu niedrigeren Gesamtkosten. STADTLER (2010) formuliert diesen Gedanken in seiner Konzeption des SCM als „Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit“, welche es durch Kundenservice zu erlangen gilt und schließlich in einer Senkung der Supply Chain Kosten mündet.⁷² Seinen weiteren Ausführungen entsprechend wird die Steigerung der Lieferketteneffizienz infolge des SCM durch dessen beide Elemente, Integration und Koordination, getragen.

Unter **Integration** fasst man dabei alle Aktivitäten zusammen, welche eine Kooperation innerhalb der Lieferkette erleichtern und fördern. Diese werden weiter in die Handlungsfelder *Auswahl von Partnerunternehmen*, *Netzwerkorganisation* und *die inter-organisatorische Zusammenarbeit* und *Führung* innerhalb der Supply Chain aufgeteilt.⁷³ Im Rahmen der **Koordination** von Material-, Informations- und Geldflüssen stehen hingegen die Abläufe innerhalb der Lieferkette im Fokus. Durch Koordination erfolgt eine Verknüpfung der Einzelentscheidungen von Unternehmen in derartiger Weise, dass die daraus resultierenden Ergebnisse zu einem vorteilhaften Gesamtergebnis für alle beteiligten Parteien führen.⁷⁴ Defizitären Informationsflüssen ist demzufolge durch geeignete Koordinationskonzepte zu begegnen. STADTLER (2010) unterscheidet koordinierende Arbeitsbereiche nach der *Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie*, *Prozessorientierung* und *Advanced Planning*.⁷⁵ Die Abstimmung mittels moderner Informations- und Kommunikationstechnologie trägt in diesem Zusammenhang dazu bei, eine große Menge an Daten zu verarbeiten und zeitnah innerhalb der Lieferkette weiterzureichen. Durch die Prozessorientierung werden die Ausgestaltung und Zuordnung sämtlicher Maßnahmen und Tätigkeiten der Supply Chain auf deren Wirtschaftlichkeit überprüft.⁷⁶ Somit wird sichergestellt, dass unnötige Aufgaben entfallen und mangelhafte Prozesse neu definiert werden. Advanced Planning mit den dafür entwickelten APS erlaubt es den Unternehmen ihre Entscheidungen zu optimieren und dadurch kostengünstige Lösungen zu erzeugen.⁷⁷ Eine graphische Zusammenfassung der Definition des SCM nach STADTLER (2010) ist in Abbildung 2.7 dargestellt.

⁷² Stadler (2010), S. 9.

⁷³ Für eine Beschreibung der Bausteine der Integration siehe Stadler (2010), S. 13 ff.

⁷⁴ Vgl. Adam (1969), S. 618 f.

⁷⁵ Vgl. Stadler (2010), S. 15 ff.

⁷⁶ Neben der einfachen Verbesserung von Prozessen können diese auch fundamental im Sinne eines Business Process Reengineering auf den Prüfstand gestellt werden. Vgl. Hammer/Champy (1993).

⁷⁷ Vgl. Stadler (2010), S. 15 ff.

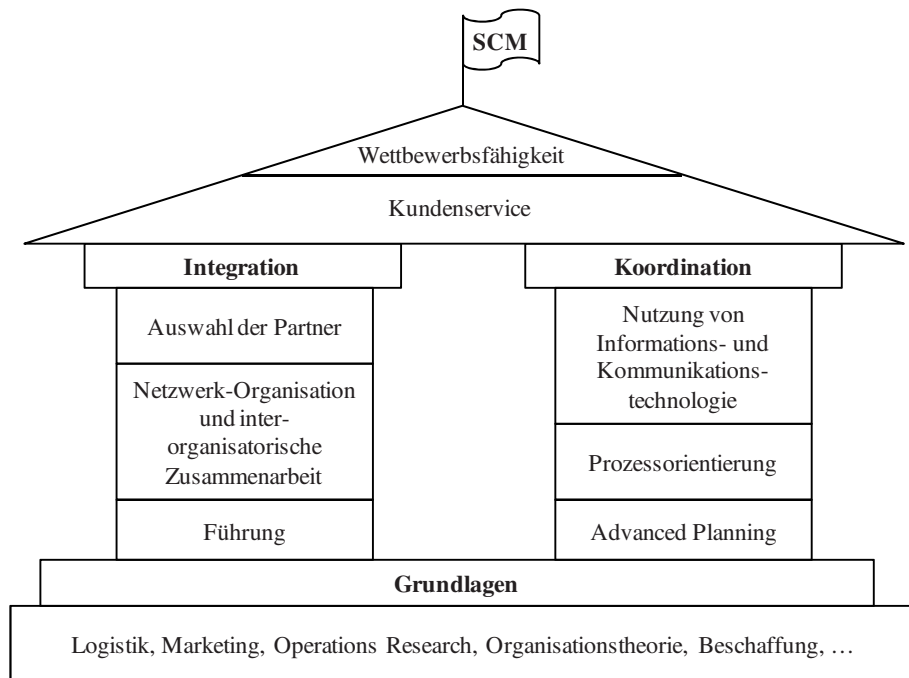


Abbildung 2.7: Haus des SCM nach STADTLER⁷⁸

2.2.2 Collaborative Planning als Basis von Koordination

Nach CORSTEN/GÖSSINGER (2001) kann zwischen indirekter und direkter Koordination unterschieden werden (Abbildung 2.8).⁷⁹

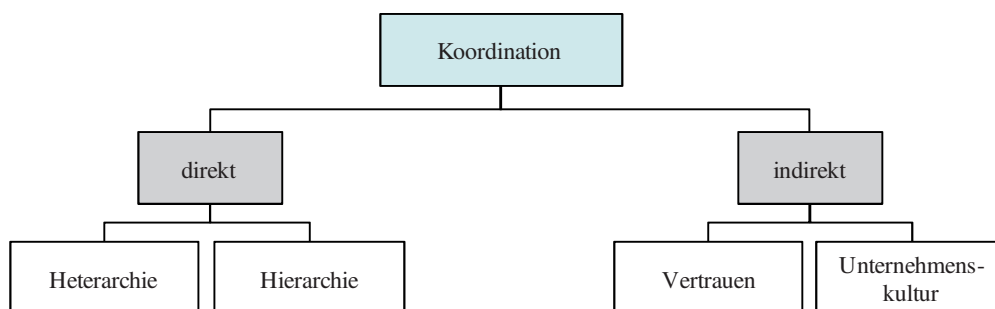


Abbildung 2.8: Formen von Koordination⁸⁰

Während die indirekte Koordination längerfristige Beziehungen erfordert und auf dem Verhalten der Systempartner beruht, basiert die direkte Koordination auf bewussten Austauschbeziehungen zur zielgerichteten Abstimmung von Entscheidungen. Die

⁷⁸ Darstellung nach Stadler (2010), S. 10.

⁷⁹ Vgl. Corsten/Gössinger (2001), S. 55 ff.

⁸⁰ Darstellung nach Corsten/Gössinger (2001), S. 55.

beiden Koordinationsformen sind dabei nicht exklusiv zu betrachten, sondern ergänzen sich gegenseitig. Eine **indirekte Koordination** kann zum einen im gegenseitigen *Vertrauen* der Mitglieder begründet sein. Eine abweichende Handlungsweise des Transaktionspartners kann durch verlässliches Verhalten eingeschränkt werden, so dass damit einhergehende Kosten sinken. Zum anderen spielt die *Unternehmenskultur* eine wichtige Rolle. Die Mitarbeiter eines Unternehmens handeln nach den Prinzipien ihrer Organisation und spiegeln deren Philosophie in den Entscheidungen wider.

Eine **direkte Koordination** setzt Abstimmungen innerhalb der Lieferkette voraus und hat gemeinsame Entscheidungen als Grundlage. Diese Entscheidungen können *hierarchisch* oder *heterarchisch* getroffen werden.⁸¹ Bei einer **hierarchischen** Vorgehensweise agiert eine Gruppe von Unternehmen innerhalb der Lieferkette als zentrale Entscheidungsinstanz mit umfassenden Befugnissen. Nach dem Prinzip der hierarchischen Planung gibt diese den untergeordneten Stufen aggregierte Pläne vor und schränkt den Entscheidungsspielraum dieser Mitglieder ein.⁸² Somit entsteht zwischen den einzelnen Beteiligten eine eindeutige Rangordnung mit unterschiedlichen Abhängigkeiten und Kompetenzen. DUDEK (2009) weist im Zusammenhang einer hierarchischen Planung in Supply Chains darauf hin, dass diese aufgrund vielfältiger Gründe schwierig zu realisieren sind. Diese sind zum einen technischer Natur, da die Planungslandschaften der Unternehmen genaue und aktuelle Daten erfordern und große Mengen an Daten aufbereiten müssen. Zum anderen können organisatorische Argumente entgegengebracht werden. Durch die einseitig verteilten Autoritäten werden untergeordnete Akteure unternehmensübergreifende Pläne nicht als bindend akzeptieren. Zudem stehen diese mit meist mehr als einem übergeordneten Unternehmen in Verbindung, wodurch hierarchische Planungen erschwert werden.⁸³ Für eine **heterarchische** Koordination werden die Entscheidungen von allen Mitgliedern der Lieferkette dagegen in gleichem Maße herbeigeführt.⁸⁴ In diesem Fall ist es entscheidend, die einzelnen Pläne der Teilnehmer derart zusammenzufassen, dass der Gesamtplan zu besseren Ergebnissen führt.⁸⁵ Die Voraussetzung für eine dezentrale Entscheidungsfindung in Supply Chains ist somit eine lieferkettenweite

⁸¹ Analog hierfür werden die Begriffe horizontale (heterarchische) und vertikale (hierarchische) Koordination verwendet. Vgl. Steven (2001), S. 968.

⁸² Zur hierarchischen Planung vgl. 2.1.2.

⁸³ Vgl. Dudek (2009), S. 19.

⁸⁴ Vgl. Steven (2001), S. 969.

⁸⁵ Vgl. Corsten/Gössinger (2001), S. 55 ff.

Zusammenarbeit, welche auch als Collaboration bezeichnet wird.⁸⁶ Der gemeinsame Abstimmungs- und Planungsvorgang zwischen den Supply Chain Partnern wird analog hierzu als **Collaborative Planning** bezeichnet. STADTLER (2007) definiert dieses als „a joint decision making process for aligning plans of individual SC [Supply Chain] members with the aim of achieving coordination in light of information asymmetry“.⁸⁷ Durch Collaborative Planning können unterschiedliche Ergebnisse in der Lieferkette erzielt werden. Den hieraus resultierenden koordinierten Zustand beschreibt STADTLER (2007) in vier möglichen Abstufungen.⁸⁸ Eine Supply Chain kann demnach als koordiniert bezeichnet werden, wenn die Gesamtheit der Entscheidungen entweder...

1. ... zu einem Nash-Gleichgewicht,⁸⁹
2. ... zu einer optimalen Supply Chain Lösung,
3. ... zu einer Verbesserung für die gesamte Supply Chain oder⁹⁰
4. ... zu keiner Verbesserung führt und die Ausgangslösung beibehalten wird.⁹¹

Für die folgende Untersuchung ist eine Verbesserung der Ausgangssituation (Alternative 3) zufriedenstellend. Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht ein zweistufiger Ausschnitt der automobilen Supply Chain mit einem Fokus auf die Kosten der Zulieferunternehmen. Kosten zur Umsetzung der Koordinationsansätze durch verbesserte Abrufkonzepte werden im Rahmen der Arbeit nicht quantitativ bewertet und gelten als gegeben. Die Beurteilung der Gesamtverbesserung innerhalb der Lieferkette im Sinne einer Koordination kann jedoch insoweit durchgeführt werden, als die Ergebnisse der weiteren Untersuchungen eine obere Schranke für die internen Kosten des Herstellers darstellen.

Collaborations werden trotz der Gleichberechtigung der Mitglieder von einem der Unternehmen gesteuert. Grundsätzlich kann die Führungsrolle dabei der Lieferant (lieferantengetrieben) oder der Kunde (kundengetrieben) inne haben.⁹² Dies ist darauf

⁸⁶ Vgl. Kilger/Reuter/Stadtler (2010), S. 304 ff.

⁸⁷ Stadtler (2007), S. 6.

⁸⁸ Vgl. Stadtler (2007), S. 6.

⁸⁹ Vgl. Cachon (2003), S. 230. Unter einem Nash-Gleichgewicht wird eine Entscheidungssituation verstanden, in der kein Beteiligter einen Anreiz besitzt vom bestehenden Zustand abzuweichen. Somit ist diese Situation für alle Teilnehmer bei einem gegebenen Verhalten der anderen Mitglieder optimal. Vgl. Varian (2011), S. 580 ff.

⁹⁰ STADTLER (2007) nimmt dabei Bezug auf einen Aufsatz von CORBETT/GROOTE (2000), in welchem diese die berechneten optimalen Verträge unter vollständiger und asymmetrischer Information in Relation setzen. Vgl. Corbett/de Groot (2000), S. 449.

⁹¹ Vgl. Schneeweiß (2003), S. 278.

⁹² Vgl. Kilger/Reuter/Stadtler (2010), S. 308.

zurückzuführen, dass je nach Fokus der Collaboration ein differenziertes Interesse an der Zusammenarbeit mit den anderen Supply Chain Partnern besteht. Beispielsweise hat bei der Abstimmung von Bedarfsinformationen (Bedarfs-Collaboration) zunächst lediglich der Lieferant ein Interesse an der Reduzierung seiner Bedarfsunsicherheit.⁹³ Somit besteht die Gefahr, dass Collaborations nicht zustande kommen oder Mitglieder in unterschiedlichem Maße profitieren. Um dieser Thematik zu begegnen, werden unter anderem Verrechnungspreise und Kompensationszahlungen eingesetzt. Diese gleichen einen möglichen Mehraufwand eines Teilnehmers aus und sichern eine faire Verteilung des Abstimmungsgewinns.⁹⁴ Im Zusammenhang der internen Verrechnungspreise bei Unternehmen werfen CORSTEN/GÖSSINGER (2001) jedoch die Frage nach der Verantwortlichkeit (wer) und der Errechnung (wie) dieser Preise auf.⁹⁵ Generelle Ansätze zur Berechnung von Verrechnungspreisen und Kompensationszahlungen liegen nicht vor.⁹⁶ In der Praxis werden Ergebnisse schließlich meist über Verhandlungen erzielt.

2.3 Bestehende Forschungsansätze

Für eine Übersicht der bestehenden Literatur wurden empirische und modellorientierte Arbeiten untersucht, welche sich mit der quantitativen Bewertung der Koordination von Bedarfsinformationen auseinandersetzen. Grundsätzlich ist diese Problematik dabei in allen Branchen vorhanden. Aufgrund des Fokus der vorliegenden Untersuchung beschränkt sich die Darstellung der empirischen Arbeiten jedoch auf Ansätze in der Automobilindustrie.

In der **empirischen** Literatur finden sich nur sehr wenige Ansätze, welche sich mit Abrufinformationen in der Automobilindustrie befassen. Lediglich FILZ/HLUBEK/KUHN (1987) und FANDEL (1988) beschäftigen sich mit vergleichbaren Fragestellungen.

FILZ/HLUBEK/KUHN (1987) untersuchen die Problematik der Abrufsystematik in der Automobilindustrie und deren Auswirkungen auf stahlverarbeitende Zulieferunternehmen. An der Studie beteiligten sich auf Lieferantenseite fünf mittelständische Schmiedeunternehmen, sowie drei OEM und ein Tier-1 Lieferant,

⁹³ Vgl. Kilger/Reuter/Stadtler (2010), S. 311.

⁹⁴ Vgl. Stadtler (2010), S. 22.

⁹⁵ Vgl. Corsten/Gössinger (2001), S. 58.

⁹⁶ Auf diese Schwäche weist Stadtler (2010), S. 22, hin.

welche als metallverarbeitende Unternehmen von den Schmiedebetrieben beliefert wurden. Als die beiden vorherrschenden Probleme im automobilen Informationsfluss weisen sie dabei die Tendenz zu kleineren Bestelllosen bei hoher Lieferfrequenz sowie schwankende Nachfragemengen aus.⁹⁷ Der Lieferant kann diesem Problem begegnen, indem er hohe Sicherheitsbestände vorhält oder seine Fertigung an die gegenwärtige Nachfrage des Herstellers anpasst. Im ersten Fall fertigt der Lieferant große Produktionslose, während er für eine flexible Erfüllung der Nachfrage kleinere Lose in kurzen Abständen herstellt. Für eine quantitative Analyse erfolgt zunächst eine detaillierte Darstellung der Kostenstruktur von Schmiedeunternehmen. In einer Fallstudie werden anschließend die Kosteneffekte berechnet, welche sich durch die Fertigung von vier gleich großen Losen im Vergleich zu einem einzigen bei gleicher Gesamtausbringung ergeben. Die Kostensteigerung durch die Produktion in kleineren Losen wird taxieren die Autoren dabei auf 11%.⁹⁸ Schließlich werden Ansätze zur Vermeidung negativer Effekte durch die Abrufsystematik diskutiert.

Die Arbeit von FILZ/HLUBEK/KUHN (1987) beschreibt die unterschiedlichen Bestandteile der Kostenkalkulation eines Zulieferunternehmens. Die Kostenveränderungen infolge der bestehenden Abrufsystematik sind für die Autoren das Resultat einer angepassten Losgrößenauflage. Der Zusammenhang zwischen der Änderung von Abrufmengen und einer notwendigen Anpassung der Losgrößen wird jedoch nicht quantifiziert. Weiterhin sind Lösungsansätze zur Verbesserung der Abrufsystematik Thema. Diese bleiben jedoch theoretischer Natur; eine Quantifizierung der Maßnahmen auf die Kosten der Zulieferunternehmen bleibt aus. Zudem beschränkt sich die Studie auf die stahlverarbeitende Industrie. Obwohl die Autoren betonen, dass die Ergebnisse in ihren Grundzügen auf andere Branchen übertragbar sind, fehlen Variablen zur industrieunabhängigen Beschreibung der Unternehmen.

FANDEL (1988) diskutiert in seiner Arbeit die Kostenänderungen einer Supply Chain durch die zunehmende einsatzsynchrone Materialbeschaffung in der Automobilindustrie. Infolge des Just-in-Time (JIT) Prinzips nehmen die Bestelllosgrößen ab, wodurch die Lagerbestände und die Durchlaufzeiten reduziert werden können. Für den Abnehmer ist JIT bei geringen bestellfixen Kosten stets vorteilhaft. Im Fall des Zulieferers gilt es jedoch zu unterscheiden, ob durch JIT niedrigere oder höhere Kosten als in der Ausgangssituation anfallen. Anhand der

⁹⁷ Vgl. Filz/Hlubek/Kuhn (1987), S. 50.

⁹⁸ Vgl. Filz/Hlubek/Kuhn (1987), S. 105 ff.

Kalkulation eines Schmiedeunternehmens werden dessen Stückkosten in Abhängigkeit einer Variation der Losgröße aufgestellt. Die empirische Untersuchung zeigt, dass eine Reduktion eines Loses von 2000 auf 500 Einheiten zu einer Erhöhung der Stückkosten von etwa 49% führt und somit unter Umständen die Kosteneffekte beim Abnehmer übersteigen kann.⁹⁹ In den weiteren Ausführungen werden die empirischen Befunde um analytische Ergebnisse ergänzt. Gegenstand der Untersuchung sind drei Lieferanten, welche unterschiedliche Rüstkosten besitzen, ansonsten aber identische Parameter aufweisen. Für drei Bestellmengen erfolgt in einer Beispielrechnung die Ermittlung der optimalen Auflagepolitik der Lieferanten. Der Abnehmer profitiert in allen Fällen von einer Verkleinerung der Lose. Die Zulieferunternehmen können teilweise Nutzen durch die Umstellung auf eine Beschaffung nach JIT ziehen, eine Erhöhung ihrer Kosten tritt dabei in keinem Fall auf. Dies ist jedoch lediglich dem Umstand geschuldet, dass der Planungszeitraum durch die Reduzierung der Losgröße keiner Anpassung unterliegt. Bei einer Angleichung desselben kann der Lieferant nicht mehr nach seiner optimalen Reihenfolge produzieren, was eine Kostensteigerung nach sich zieht. Transportkosten werden bei der Berechnung der Kostendifferenzen vernachlässigt.

Die **modellorientierte** Literatur bietet eine weitaus größere Auswahl an Lösungsansätzen. Dies ist besonders darauf zurückzuführen, dass die Bearbeitung der Problemstellungen allgemeiner und oftmals industrieunabhängig erfolgt. Dennoch können einige Ansätze dieser Modelle zur Weiterentwicklung der bestehenden Abrufsystematik in der Automobilindustrie entnommen werden. Daneben erfolgt die Darstellung ausgewählter Modelle zur vollständigen Einordnung der Problemstellung in den wissenschaftlichen Kontext und der Konkretisierung der weiteren Forschungsfelder. Die Einteilung und die beispielhafte Auswahl der Modelle erfolgt im Weiteren nach DUDEK (2009), welcher in seiner Arbeit bereits einen umfassenden Überblick der relevanten Literatur gibt.¹⁰⁰ Die Klassifizierung der modellorientierten Literatur und die ausgewählten Modelle sind in Abbildung 2.9 dargestellt.

⁹⁹ Vgl. Fandel (1988), S. 50 ff.

¹⁰⁰ Vgl. Dudek (2009), S. 25 ff.

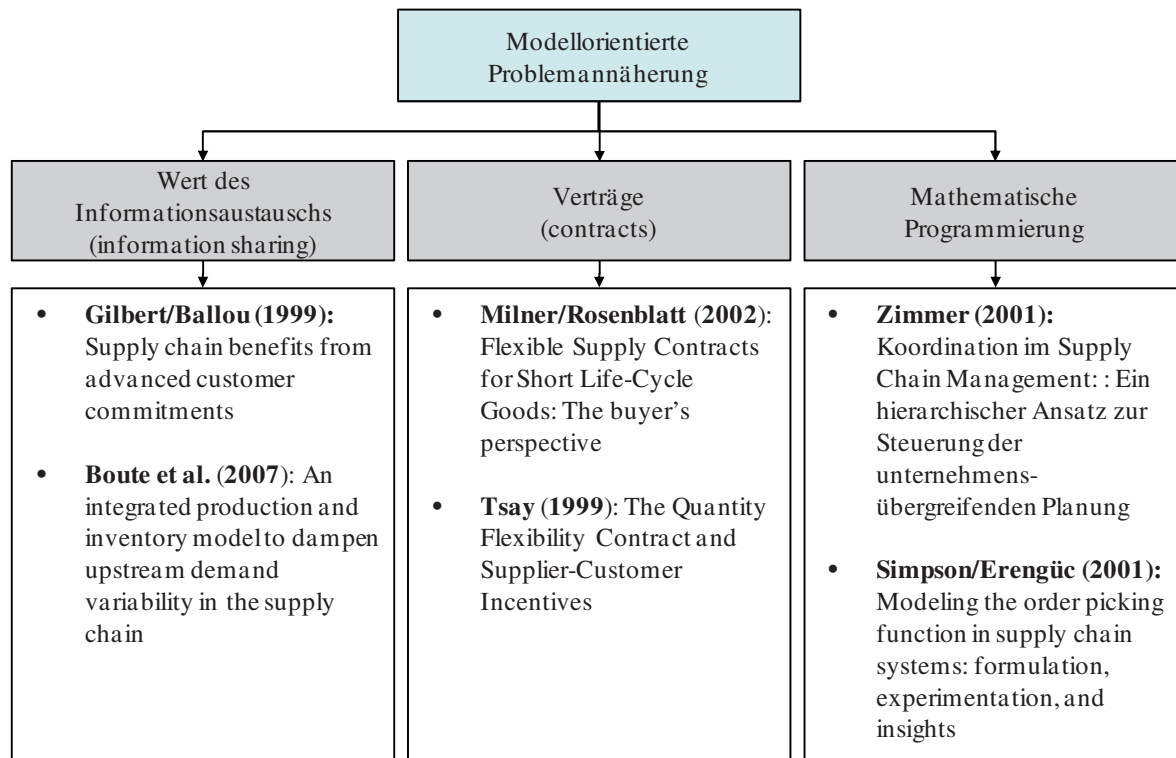


Abbildung 2.9: Überblick der modellorientierten Literatur¹⁰¹

Eine Reihe von Artikeln beschäftigt sich mit dem **Wert des Informationsaustauschs** (information sharing) in der Supply Chain.¹⁰² Im Zentrum dieser Untersuchungen steht in der Regel ein Zulieferer, welcher einen Händler mit einem Produkt versorgt. Der Händler führt dabei die Versorgung seiner Kunden anhand einer definierten Lagerhaltungspolitik durch. Die Verteilung seiner Nachfrage ist dabei zufällig, jedoch bekannt. Der Wert der Information wird durch den Vergleich mehrerer Systemalternativen (Anwendung der Lagerhaltungspolitik und Auslösen von Wiederbeschaffungsentscheidungen auf Basis der Ausgangsinformation und der höherwertigen Information) bestimmt. Der wissenschaftliche Beitrag dieser Artikel erstreckt sich im Wesentlichen auf die Möglichkeiten für Unternehmen zusätzliche Informationen zu gewinnen und die daraus entstehenden Vorteile zu quantifizieren.¹⁰³

GILBERT/BALLOU (1999) beschreiben die Auswirkungen von frühzeitigen Kundenbestellungen auf die Kosten eines Stahl-Großhändlers. Aufgrund der bestehenden Nachfrageunsicherheit hält der Händler große Sicherheitsbestände vor.

¹⁰¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Dudek (2009), S. 25 ff.

¹⁰² Entsprechende Übersichten geben u.a. Dudek (2009); Li et al. (2005); Huang et al. (2003); Sahin/Robinson (2002).

¹⁰³ Vgl. Dudek (2009), S. 38.

Zusätzlich werden für ihn kostspielige Zusatzkapazitäten notwendig, sollte ein Auftrag nicht mit den vorhandenen Ressourcen erfüllt werden können.¹⁰⁴ Je größer der Anteil der frühzeitig festgelegten Nachfrage ist und je länger der fixe Bestellhorizont ausfällt, desto größere Kostenreduzierungen sind für den Großhändler durch die Beseitigung von Unsicherheit möglich. Allerdings ist dies für ihn nur vorteilhaft, wenn sich der fixe Horizont dabei unter seiner Wiederbeschaffungszeit bewegt. Schließlich wird durch eine Preispolitik ein Anreiz gesetzt, durch welche Kunden zu früheren Bestellungen bewogen werden und somit eine Kostenreduktion in der gesamten Supply Chain möglich wird.

BOUTE ET AL. (2007) widmen sich in ihrer Studie dem Wert gleichmäßiger Bestellungen für die Lieferkette. In einer zweistufigen Supply Chain wird der Trade-Off zwischen einer gleichmäßigen Produktion und einem niedrigen Lagerbestand untersucht, da bei einer perfekt geglätteten Produktion in der Regel hohe Bestände zur Kompensierung der Nachfrageschwankungen notwendig sind.¹⁰⁵ Sie zeigen, dass trotz gleichmäßiger Bestellungen durch den Hersteller keine zusätzlichen Bestände für diesen notwendig sind, da die Wiederbeschaffungszeit dadurch weniger Schwankungen unterliegt und kürzer ist, was einen gegenläufigen Effekt zu der vermuteten Bestandsentwicklung zur Folge hat.

Eine zweite Gruppe von Artikeln befasst sich mit der Koordination von Lieferketten durch **Verträge** (contracts).¹⁰⁶ In dieser Gruppe stehen nicht die Vorteile einer Koordination, sondern deren Realisierung im Fokus.¹⁰⁷ Für die Mitglieder einer Supply Chain besteht üblicherweise kein Anreiz darin, ihre Handlungen auf die Erreichung eines Gesamtoptimums auszulegen. Aufgrund der fehlenden Abtimmung versuchen diese stattdessen unabhängig voneinander lokale Optima zu erreichen, um sich gegen Prozessunsicherheiten abzusichern. Zur Reduzierung dieses Risikos und als Anreiz koordinationsfördernde Maßnahmen zu ergreifen werden in diesen Modellen geeignete Verträge implementiert.¹⁰⁸ Insbesondere das Verhalten der Beteiligten unter verschiedenen Vertragsausgestaltungen ist in diesem Zusammenhang interessant.¹⁰⁹

¹⁰⁴ Vgl. Gilbert/Ballou (1999), S. 63.

¹⁰⁵ Vgl. Boute et al. (2007), S. 138.

¹⁰⁶ Umfangreiche Darstellungen von Koordinationsmodellen durch Verträge sind bei Cachon (2003) und Tsay/Nahmias/Agrawal (1999) zu finden.

¹⁰⁷ Vgl. Dudek (2009), S. 42.

¹⁰⁸ Vgl. Cachon (2003), S. 2.

¹⁰⁹ Vgl. Dudek (2009), S. 42.

Für die Beiträge in diesem Forschungsbereich existiert bislang kein einheitliches Klassifizierungsschema.¹¹⁰ Eine umfassende Darstellung bestehender Ansätze und vielbeachtete Klassifizierung führt TSAY (1999) an, indem er die bestehende Literatur hinsichtlich der Vertragsklauseln einteilt.¹¹¹ Für die Problemstellung der vorliegenden Arbeit sind danach insbesondere Modelle relevant, welche sich mit der Vertragsgestaltung von Mengenflexibilität (Quantity Flexibility Contracts) auseinandersetzen. In diesen wird geregelt, wie stark sich die tatsächlichen Bestellungen eines Herstellers von seiner ursprünglichen Nachfrage unterscheiden dürfen. Dabei wird besonders untersucht, wie sich ein Hersteller bei gegebener Flexibilität verhält, sich das Verhalten des Lieferanten bei einem definierten Flexibilitätsniveau ändert und die Kosten und Vorteile für die Mitglieder der Lieferkette für unterschiedliche Vertragskonstellationen analysiert.¹¹²

MILNER/ROSENBLATT (2002) unterstellen einen Vertrag zwischen zwei Mitgliedern einer Supply Chain. Der Hersteller ist darin verpflichtet, dem Lieferanten die Bestellungen der nächsten beiden Perioden mitzuteilen, wobei er nach Realisierung seiner Nachfrage in Periode 1 die Bestellmenge für die zweite Periode unter Zahlung einer Strafe anpassen kann.¹¹³ Der Artikel untersucht, welche Auswirkungen Strafzahlungen auf die Höhe der Bestellmenge in der ersten Periode haben, und geht näher auf die Entwicklung des Gewinns des Herstellers bei veränderten Parameterkonstellationen ein. Da die Lieferantenseite nicht betrachtet wird, kommen die Autoren zu dem Schluss, dass Verträge mit einer Beschränkung der Bestellmengenflexibilität zu einer Reduzierung des Gewinns des Herstellers führen.

TSAY (1999) untersucht einen Mengen-Flexibilitäts-Vertrag in einer zweistufigen Lieferkette. In dieser stellt ein Hersteller einem Lieferanten eine Nachfragevorschau zur Verfügung, anhand derer der Lieferant seine Produktion plant. Da die ursprünglichen Bestellungen des Herstellers in der Regel nicht den tatsächlichen entsprechen, berücksichtigt der Lieferant dies in seinen Planungen. Je nach Macht des Lieferanten passt er sich der aktualisierten Nachfrage des Herstellers an oder liefert die Menge aus der Liefervorschau.¹¹⁴ Zur Koordination der auftretenden Ineffizienz wird ein Vertrag vorgeschlagen, welcher den Hersteller verpflichtet, in seiner tatsächlichen Bestellung

¹¹⁰ Vgl. Zimmer (2001), S. 50.

¹¹¹ Vgl. Tsay/Nahmias/Agrawal (1999), S. 306 ff.

¹¹² Vgl. Tsay/Nahmias/Agrawal (1999), S. 315 f.

¹¹³ Vgl. Milner/Rosenblatt (2002), S. 29.

¹¹⁴ Vgl. Tsay (1999), S. 1340.

nicht mehr als einen definierten Prozentsatz vom ursprünglichen Prognosewert abzuweichen. Gleichzeitig hat der Lieferant zuzusichern, mit einer gewissen Rate über dem Prognosewert lieferbereit zu sein. Unter gewissen Bedingungen führt der Vertrag zu beidseitigen Effizienzvorteilen, indem durch eine Reduktion des Stückpreises Anreize für den Hersteller gesetzt werden.

Schließlich ist noch eine Reihe von Arbeiten zu finden, welche sich mit der Koordination einer Supply Chain durch Modelle mittels **mathematischer Programmierung** beschäftigen. Relevante Ansätze für die Problemstellung dieser Arbeit bietet dabei insbesondere die Literatur zum Upstream-Planning.¹¹⁵

ZIMMER (2001) überprüft in ihrer Arbeit Bestell- und Liefermengenplanungen eines Herstellers und eines Lieferanten, wobei diese jeweils auf Modellen der mathematischen Programmierung basieren.¹¹⁶ Sie untersucht dabei für das ein- und mehrperiodige Problem die Kostenunterschiede zwischen einem reinen Upstream-Planning, einer zentralen Planung und zwei Koordinationsansätzen.¹¹⁷ Dabei bezieht der Hersteller die Kapazitätssituation des Lieferanten in seine Planung ein, welche im ersten Ansatz keine Auswirkungen auf seine Entscheidungen hat (nicht-reaktive Antizipation), jedoch im zweiten (reaktive Antizipation) beeinflusst. Sie kommt zu dem Schluss, dass die vorgestellten Koordinationsansätze zu einer wesentlichen Verbesserung führen, wobei der reaktive Antizipationsansatz in einer Fallstudie lediglich zu höheren Kosten von 6,8% bei Sicherheit und 8% bei Unsicherheit als das Ergebnis der zentralen Planung führt.¹¹⁸

SIMPSON/ERENGÜC (2001) fokussieren sich statt der Entwicklung und der Bewertung von Koordinationsansätzen auf die Beschreibung des Zusammenhangs zwischen der Kostenstruktur einer Lieferkette und dem Planungsdefizit infolge eines Upstream-Plannings. In ihrer Fallstudie wird eine dreistufige Supply Chain modelliert, in welcher durch dezentrale Planung im Durchschnitt 14,1% höhere Kosten erzeugt werden als durch einen zentralen Planungsansatz.¹¹⁹ Der Kostenunterschied fällt dabei umso größer aus, je höher der Anteil der Supply Chain Kosten auf die flussabwärts verorteten Mitglieder verteilt ist.

¹¹⁵ Eine detaillierte Darstellung der beiden folgenden Modelle ist in Dudek (2009), S. 46 ff. zu finden.

¹¹⁶ Vgl. Zimmer (2001), S. 89 ff.

¹¹⁷ ZIMMER (2001) bezeichnet den Begriff Upstream-Planning in ihrer Arbeit als Top-Down Planung. Vgl. Zimmer (2001), S. 147.

¹¹⁸ Vgl. Zimmer (2001), S. 183 ff.

¹¹⁹ Vgl. Simpson/Erengüc (2001), S. 122.

3 Programmorientierte Abrufsystematik in der Automobilindustrie

In Kapitel 3 wird zunächst der Planungs- und Steuerungsprozess in der Automobilindustrie dargestellt (Abschnitt 3.1). Anhand dieser Beschreibung erfolgt die Ableitung der Defizite der Abrufsystematik aus Sicht eines Zulieferunternehmens und die Thematisierung deren Problematik (Abschnitt 3.2). Schließlich werden koordinierte Abrufkonzepte zur Reduzierung der Supply Chain Kosten erarbeitet (Abschnitt 3.3).

3.1 Grundlagen

Um die Schwachstellen des bestehenden Abrufprozesses aus Sicht des Lieferanten aufzuzeigen, werden eingangs die Planungs- und Steuerungsprozesse in der Automobilindustrie knapp umrissen. Die folgende Darstellung basiert dabei im Wesentlichen auf den Ausführungen von HEROLD (2005), welcher die einzelnen Planungsaktivitäten der Volkswagen AG umfassend und detailliert beschreibt.¹²⁰ Die grundlegenden Prozesse unterscheiden sich dabei nicht von anderen deutschen Automobilherstellern. Dies bestätigt die allgemeine Prozessdarstellung von MEYR (2004a).¹²¹

3.1.1 Planungs- und Steuerungsprozesse

3.1.1.1 Planung des Produktionsprogramms

Der Planungsprozess in der Automobilindustrie kann grundsätzlich in vier Schritte eingeteilt werden. Abbildung 3.1 enthält die schematische Darstellung der einzelnen Planungsstufen sowie die Eingangsgrößen und Ergebnisse der jeweiligen Schritte.

Eine **strategische Absatzplanung** bietet für den Automobilhersteller die längste Vorschau für seine Geschäftsprozesse. In jährlichen Planungsrunden werden auf Basis von operativen Kenngrößen aus der Unternehmensstrategie die Absatzmengen und die Verteilung der Fahrzeugeigenschaften der Märkte (z.B. Motorisierung, Getriebe) für die nächsten Jahre geschätzt.¹²² Diese gehen anschließend als Zielwerte in die Absatzpläne

¹²⁰ Vgl. Herold (2005).

¹²¹ Vgl. Meyr (2004a).

¹²² Vgl. Herold (2005), S. 22 f.

der Märkte ein und bilden die Grundlage zur Berechnung der erwarteten Produktionskosten.¹²³ Die Qualität der Prognosedaten ist für den OEM von entscheidender Bedeutung, da dieser daraufhin seine lang- und mittelfristigen Investitionen tätigt und Kapazitäten auslegt.

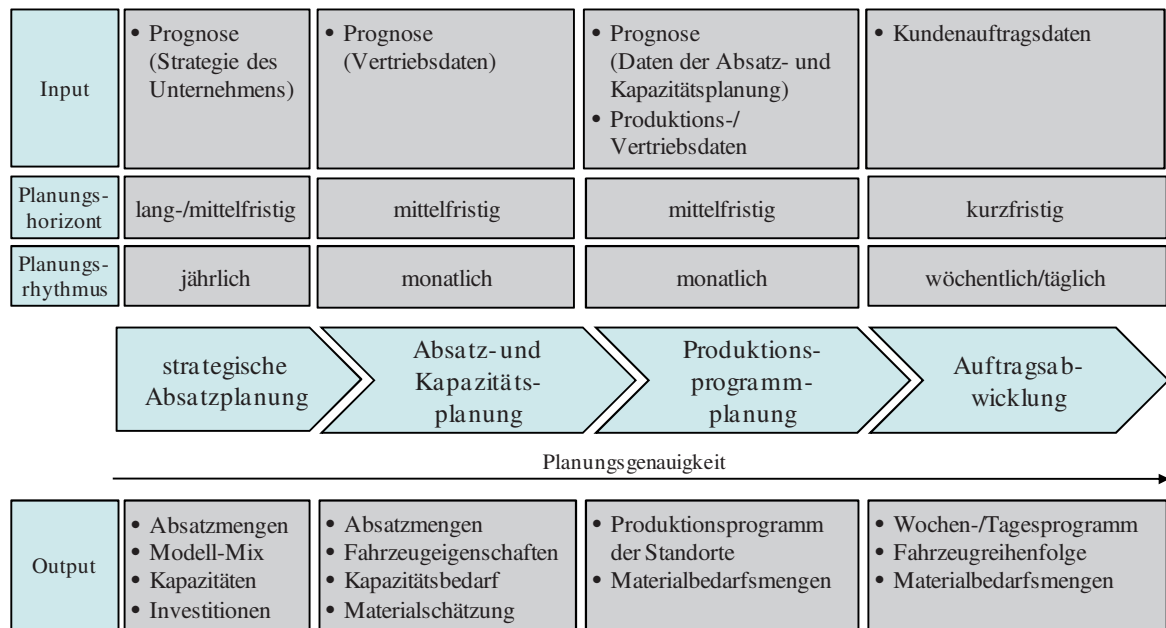


Abbildung 3.1: Planungsprozess eines Automobilherstellers¹²⁴

In der monatlichen **Absatz- und Kapazitätsplanung** werden die Schätzungen aus der strategischen Absatzplanung durch genauere Daten konkretisiert und ergänzt. Als Datengrundlage für die mittelfristige Absatzplanung kann in der Regel noch nicht auf Kundenaufträge zurückgegriffen werden, so dass lediglich die Anzahl der Fahrzeuge im Produktionsprogramm, Verkaufszahlen oder ähnliche Werte Grundlage ist. Hierbei werden zunächst die Absatzmengen der Fahrzeuge prognostiziert, welche anschließend als weitere Inputgröße in den zweiten Planungsschritt – die Schätzung der Eigenschaftsverteilungen – eingeht. Neben einer Informationsfunktion für den Vertrieb und das Controlling lassen sich so aus der mittelfristigen Absatzplanung ein genauerer Materialbedarf für Lieferanten ableiten sowie Minimal- und Maximalmengen für Fahrzeuge und Eigenschaften für das zukünftige Produktionsprogramm definieren.¹²⁵ Um frühzeitig und revolvierend Engpässe in der Lieferkette erkennen zu können, werden im Rahmen der Kapazitätsplanung die Ergebnisse der mittelfristigen

¹²³ Vgl. Meyr (2004a), S. 12.

¹²⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Herold (2005), S. 23 ff.

¹²⁵ Vgl. Herold (2005), S. 30 ff.

Absatzplanung, der Brutto- und Nettobedarf des aktuellen Produktionsprogramms, sowie die Kapazitäten der Lieferanten gegenübergestellt.¹²⁶ Bei einer Unterdeckung der verfügbaren Kapazität können daraufhin Sondermaßnahmen ergriffen werden, um diese kurzfristig zu erhöhen.¹²⁷

Vier Wochen nach der mittelfristigen Absatzplanung wird das Monatsprogramm in der **Produktionsprogrammplanung** verabschiedet. Die Hauptaufgabe dieses Planungsschritts besteht nun darin, das aggregierte Produktionsprogramm auf die einzelnen Standorte des Herstellers unter Beachtung gewisser Restriktionen (z.B. knappe Ressourcen) zu verteilen. Auf der Grundlage der Fertigungsprogramme der Werke erfolgt schließlich die Aktualisierung des Materialbedarfs aktualisiert und die Übermittlung der Daten an den Lieferanten.¹²⁸

Während für die Vorplanungen Prognosewerte als Datengrundlage dienen, werden im Prozess der **Auftragsabwicklung** die Fertigungsprogramme auf Basis tatsächlicher Kundenaufträge festgelegt. Mit jeder Bestellung eines Kunden wird zunächst in einer Baubarkeitsprüfung anhand der definierten Kapazitäts- und Ressourcenrestriktionen aus den vorgelagerten Planungsschritten (z.B. maximale Anzahl an V6 Otto Motoren 3.0 l für Woche x) überprüft, in welcher Produktionswoche alle gewählten Ausstattungsmerkmale des Kunden den Restriktionen genügen. Die Kontrolle der Restriktionen erfolgt mittels Schaugläser, deren maximale Füllhöhe die Anzahl der zur Verfügung stehenden Eigenschaften repräsentiert. Erfüllt auch nur eine Eigenschaft eines Fahrzeugs aufgrund von anderen Einplanungen nicht die Anforderungen, wird dieses Fahrzeug frühestens in der Folgewoche produziert. Durch die Füllung der Schaugläser wird somit die Produktionswoche eines Fahrzeugs festgelegt, woraufhin ein Händler seinem Kunden einen festen Liefertermin zusagen kann.¹²⁹ Der tatsächliche Produktionszeitpunkt kann jedoch von den ursprünglichen Planungen abweichen, da die gegenwärtige Lage des Vertriebs, der Produktion und der Logistik bei der Erstellung eines Fertigungsplans berücksichtigt werden muss. Die Füllung der Schaugläser sowie die Ergänzung um aktuelle Informationen erfolgt wöchentlich, so dass im ersten Schritt ein Wochenprogramm entsteht. Der kurzfristige Planungshorizont beträgt bis zu zwölf Wochen und wird rollierend angepasst.¹³⁰ Aus dem Wochenprogramm wird

¹²⁶ Im Volkswagen Konzern wird die Kapazitätsplanung als Bedarfs- und Kapazitätsmanagement (BKM) bezeichnet. Vgl. Lochmahr/Wildemann (2007), S. 9.

¹²⁷ Vgl. Herold (2005), S. 35 ff.

¹²⁸ Vgl. Herold (2005), S. 43 ff.

¹²⁹ Vgl. Beetz/Grimm/Eickmeyer (2008), S. 41.

¹³⁰ Vgl. Stäblein (2008), S. 4 f; Zernechel (2007), S. 369.

anschließend für die jeweils neue Produktionswoche ein Tagesprogramm abgeleitet. Die Berechnung erfolgt nach den Kriterien einer gleichmäßigen Arbeitsbelastung der Mitarbeiter und einer Losgrößenoptimierung in den einzelnen Gewerken. Somit ist die Produktionsreihenfolge der Fahrzeuge festgelegt und der Startpunkt im Karosseriebau terminiert. Allerdings kann diese täglich an die vorliegenden Gegebenheiten angepasst werden. Die Ursachen hierfür sind vielfältig. Werden bestimmte Bauteile in mangelhafter Qualität geliefert oder liegt ein Versorgungsengpass vor, müssen die davon betroffenen Fahrzeuge aus dem Programm entfernt werden. Des Weiteren können produktionsbedingte Störungen Umplanungen bedingen.¹³¹ Der Ausfall spezieller Maschinen oder Werkzeuge kann Sperrungen bestimmter Fahrzeugtypen nach sich ziehen und den Produktionstermin dieser Aufträge nach hinten verschieben. Ein weiterer fertigungsseitiger Grund für Plananpassungen entsteht durch Durchlaufzeitverschiebungen in den vorgelagerten Gewerken aufgrund dortiger Produktionsschwierigkeiten.¹³² Aufträge können jedoch zur Einhaltung von Auslieferzeitpunkten wiederum zeitlich vorgezogen werden, wodurch die Produktionsreihenfolge abermals verändert wird. Überdies werden selbst im kurzfristigen Bereich Produktionsmengen kurzfristig erhöht oder gesenkt. Schließlich können kurzfristige Kundenänderungen Kapazitätsproblemen in den Gewerken verursachen und infolgedessen zu Verschiebungen von Aufträgen führen.

Auf Basis des Wochenprogramms und der täglichen Fertigungsprogramme wird in Abhängigkeit des Planungszyklus der Bedarf an Zukaufteilen berechnet.¹³³ Somit erhalten die Lieferanten wöchentlich, täglich oder mehrmals täglich aktualisierte Bedarfsmeldungen.¹³⁴ Abbildung 3.2 stellt die Planungsprozesse mit Kundenauftragsdaten zusammenfassend dar.

¹³¹ Vgl. Hollweg (2002), S. 3 ff.

¹³² Vgl. Hartmann (2002), S. 286.

¹³³ Vgl. Herold (2005), S. 49 ff.

¹³⁴ Bestehende Materialbedarfsmeldungen nach VDA werden in 3.1.2 diskutiert.

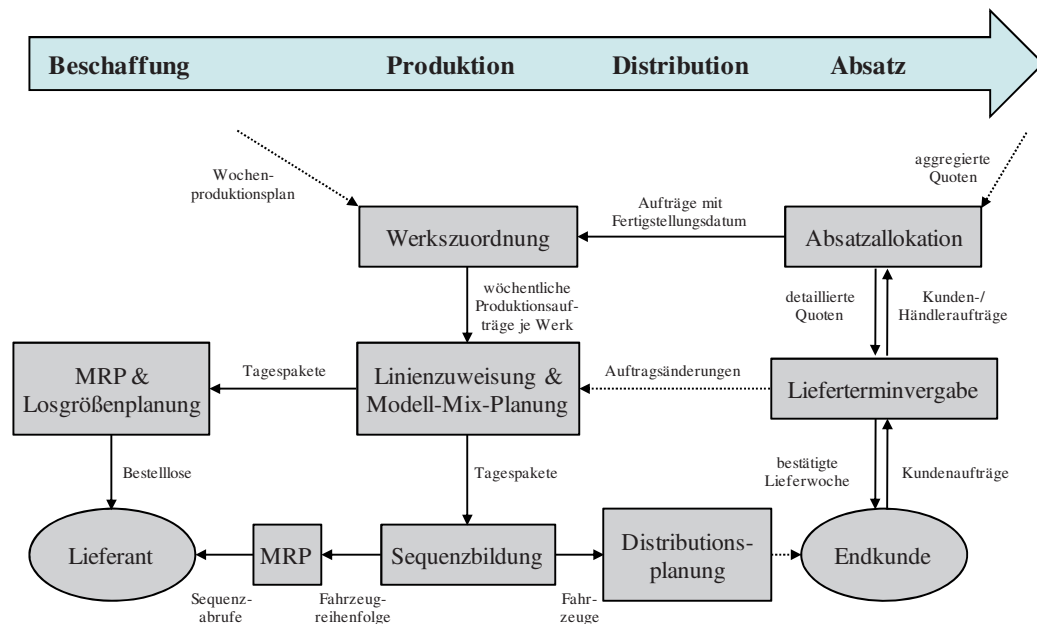


Abbildung 3.2: Planungsprozess mit Kundenaufträgen¹³⁵

3.1.1.2 Steuerung der Materialströme durch Materialabrufe

In den Fertigungsprogrammen werden Fahrzeuge und deren Eigenschaften eingeplant, so dass die zur Produktion notwendigen Zukaufteile in einer Bedarfsrechnung zunächst ermittelt werden müssen. Für die deterministische Bestimmung des Bruttosekundärbedarfs an Zukaufteilen wird dafür auf die Auflösung von Varianten-Struktur-Stücklisten zurückgegriffen. Als Datengrundlage dienen dabei die Fahrzeugeigenschaften und deren Kombinationen aus den bestehenden Kundenaufträgen (kurzfristig) und den Prognosedaten (mittelfristig), aus welchen sich in Verbindung mit hinterlegten Stücklisten ein eindeutiger Bedarf an Kaufteilen ableiten lässt.¹³⁶ Die Berechnung des Bedarfs findet dabei in unterschiedlichen Zeitabständen statt, wodurch sich die Qualität und die Länge der zur Verfügung stehenden Bedarfsinformation je nach Durchlauf unterscheiden. Üblicherweise wird der Bedarf wöchentlich, täglich oder mehrmals täglich berechnet. Zur Ermittlung der darauf aufbauenden Lieferabrufmengen wird in einem zweiten Schritt der Nettosekundärbedarf bestimmt. Bei diesem handelt es sich um den Bruttosekundärbedarf, welcher um den Lagerbestand korrigiert wird. In der Automobilindustrie erfolgt der Abgleich anhand von aufgezeichneten Lagerbestandsbewegungen, welche sich in Form von **Fortschrittszahlen** manifestieren. Dem Lieferanten werden in jedem Materialabruf die

¹³⁵ Eigene Übersetzung, Darstellung aus Meyr (2004a), S. 455.

¹³⁶ Vgl. Heinemeyer (1992), S. 176 f. Zur weiteren Beschreibung der Stücklistenauflösung vgl. Stäblein (2008), S. 70 ff.; Wagner (2006), S. 220 f.; Bracht/Eisenhardt/Rothe (2000), S. 616 ff.; Ohl (2000), S. 138 ff.

kumulierten Wareneingangsmengen in Form von Fortschrittszahlen mitgeteilt. Diese Ist-Fortschrittszahl gibt dem Lieferanten Auskunft über die bereits tatsächlich realisierte Teileanzahl. Die kumulierten Abrufmengen entsprechen dagegen einer Soll-Fortschrittszahl und informieren über die eigentlich zu erbringende Leistung innerhalb des Betrachtungszeitraums.¹³⁷ Treten zwischen den abgerufenen und vereinnahmten Mengen Differenzen auf, werden diese durch den Abgleich der Fortschrittszahlen sichtbar und bei der nächsten Bedarfsrechnung berücksichtigt.¹³⁸ Zur Erstellung der Lieferabrufe werden die Nettobedarfsmengen in einem letzten Schritt durch fest hinterlegte Parameter angepasst. Beispielsweise kann die tatsächliche Abrufmenge über dem tatsächlichen Bedarf liegen, da die Losgrößenrestriktionen lediglich das Vielfache eines Behälterinhalts zulassen. Desweiteren kann die Bestellung zusätzlicher Umfänge notwendig sein, wenn frühere Lieferungen qualitativ minderwertige Teile enthielten und diese zu Ausschussmengen führten. Werden Nettobedarfsmengen in einer höheren Frequenz ermittelt (bspw. täglich) als Anlieferungen vorgesehen sind (bspw. wöchentlich) wird der Bedarf für diesen Zeitraum zusammengefasst. Zudem kann die Versorgung durch mehrere Lieferanten erfolgen. Die Aufteilung der Bedarfsmengen auf die einzelnen Zulieferunternehmen wird in diesem Fall üblicherweise anhand festgelegter Quoten bestimmt.¹³⁹ Ein Überblick einiger Anpassungsmöglichkeiten ist in Abbildung 3.3 dargestellt.

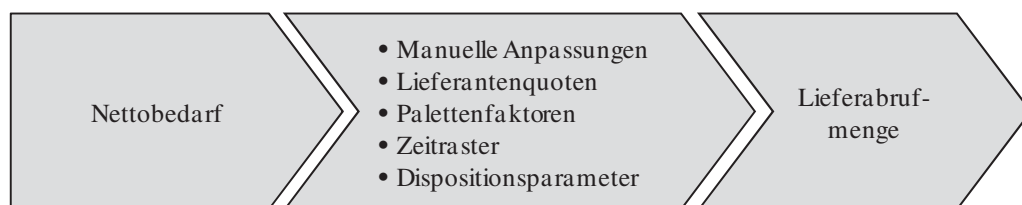


Abbildung 3.3: Ermittlung der Lieferabrufmenge anhand des Nettobedarfs¹⁴⁰

Ein Planungszyklus des Produktions- und Fertigungsprogramms findet innerhalb eines Planungshorizonts mehrmals statt. Somit besteht die Möglichkeit, einen einmal festgelegten Plan in einem neuen Planungsdurchlauf zu überarbeiten und zu ändern. Dies ist dann erforderlich, wenn neue Bedarfsinformationen oder Störungen des Betriebsablaufs eine Änderung bedingen. Da die Planung schrittweise durch die

¹³⁷ Vgl. Ihme (2006), S. 189 ff.; Zäpfel (2001), S. 31. In der Regel beginnt der Betrachtungszeitraum für Serienteile jeweils mit dem Inventurtermin. Vgl. Dangelmeier (2009), S. 520.

¹³⁸ Vgl. Ostertag (2008), S. 32 f. und S. 124 ff.; Verband der Automobilindustrie (1996a).

¹³⁹ Vgl. Large (2009), S. 143 f.

¹⁴⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an Herold (2005), S. 73 f.

Verschiebung um eine fest definierte Periode durchgeführt wird, bezeichnet man diese auch als **rollierende Planung**.¹⁴¹ Entsprechend werden die Materialabrufe rollierend errechnet und den Lieferanten in gleicher Weise weitergegeben. Da sich die Bedarfshorizonte der einzelnen Abrufe zwangsläufig überschneiden und die ermittelten Mengen unterscheiden können, ersetzt der jeweils aktuelle Abruf die zuvor übermittelten Bedarfsmeldungen. In Abbildung 3.4 werden in der Periode t_0 unter anderem die Abrufmengen in Höhe von 51 Einheiten der Periode t_{15} bestimmt. Mit dem neuen Abruf aus Periode t_1 ist der Abruf aus t_0 ungültig und eine Anpassung der Bedarfsszahlen für Periode t_{15} ist die Folge. Durch den Abruf in t_1 sinkt der Bedarf in t_{15} auf 49 Einheiten und steigt durch den nächsten Abruf in t_2 wiederum auf 55 Stück.

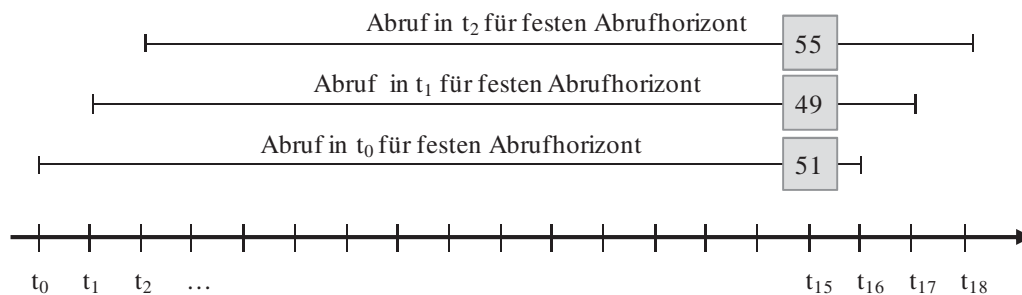


Abbildung 3.4: Prinzip der rollierenden Abrufe¹⁴²

Neben einer Anpassung der Abrufmengen aufgrund von Änderungen des Produktionsprogramms (indirekte Ursachen)¹⁴³, liegen weitere Gründe in einem Zusatzbedarf oder Überbestand an Teilen (direkte Ursachen).¹⁴⁴ Durch Inkongruenzen in den Stücklisten können beispielsweise falsche Bedarfsmengen berechnet werden und im Laufe der Zeit zu einer Unterversorgung führen.¹⁴⁵ Diese Situation ist besonders dann häufig zu beobachten, wenn sich technische Anpassungen am Produkt ergeben.¹⁴⁶ Zudem weisen Zukaufteile von Lieferanten in manchen Fällen nicht die geforderte Qualität auf oder werden im Laufe des Produktionsprozesses beschädigt. Dieser Ausschuss führt nicht zwingend zu einer Anpassung des Produktionsprogramms, erhöht

¹⁴¹ Vgl. Fleischmann/Meyr/Wagner (2010), S. 92.

¹⁴² Eigene Darstellung in Anlehnung an Kurbel (2005), S. 43.

¹⁴³ Zur Beschreibung der indirekten Ursachen siehe 3.1.1.1.

¹⁴⁴ Der Zusatzbedarf bezeichnet hierbei eine Gütermenge, welche aus verschiedenen Gründen ungeplant erforderlich ist. Vgl. Küpper/Helber (2004), S. 115.

¹⁴⁵ Vgl. Barthel (2006), S. 8 f.

¹⁴⁶ Vgl. Hartmann (2002), S. 286.

jedoch die Bedarfsmenge der entsprechenden Teile. Dasselbe gilt für den Schwund von Material. Kundenwünschänderungen können innerhalb vorhandener Produktionskapazitäten eine Änderung der dafür benötigten Materialmenge nach sich ziehen, ohne vom geplanten Produktionstermin abzuweichen. Zudem können manuelle Eingriffe in die Abrufmengen schwankende Bedarfsmengen an den Folgetagen verursachen.¹⁴⁷ Werden in einer Lieferung mehr oder weniger Teile als gefordert angeliefert, so wird diese Differenz für den Lieferanten in seinen nächsten Bedarfsmeldungen berücksichtigt.¹⁴⁸ Beispiele indirekter und direkter Ursachen für Abrufänderungen sind in Abbildung 3.5 zusammengefasst.

indirekte Ursachen (Programmänderung)	direkte Ursachen (Zusatzbedarf/Überbestand)
• Mangelnde Teilequalität • Versorgungsprobleme • Produktionsstörungen • Anpassung der Produktionsmenge • Abweichung der Durchlaufzeit der vorgelagerten Produktionsstufen • Manuelles Verschieben von Aufträgen • Kundenwünschänderungen • ...	• Stücklistenfehler • Ausschuss durch Beschädigungen • Ausschuss durch mangelnde Teilequalität • Schwund • Kundenwünschänderungen • Manuelle Eingriffe des Disponenten • Über-/Unterlieferung • ...

Abbildung 3.5: Direkte und indirekte Ursachen für Änderungen der Lieferabrufmenge¹⁴⁹

Mit Hilfe von Materialabrufen wird der Informationsfluss zwischen dem Automobilhersteller und seinen internen und externen Lieferanten in der Supply Chain gesteuert. Primär übernehmen Materialabrufe daher eine **Bestellfunktion**, da diese den Lieferanten die benötigte Menge und den Eintreffzeitpunkt des Materials mitteilen. Für die Zulieferer dienen die Materialabrufe hingegen zusätzlich als Anhaltspunkt über zukünftige Bedarfsentwicklungen. Somit haftet Bedarfsmeldungen auch eine gewisse **Vorschaufunktion** an. Die Lieferanten erhalten Informationen über die

¹⁴⁷ Vgl. Barthel (2006), S. 8 f.

¹⁴⁸ Vgl. Jacobsen (2006) S. 23 f.

¹⁴⁹ Eigene Darstellung.

Nachfragemengen der nächsten Monate. Auf Grundlage dieser Vorschau führt der Lieferant seinerseits Planungsaktivitäten durch.¹⁵⁰ Eine frühzeitige und exakte Angabe der Abrufdaten ermöglichen ihm dabei, seine Ressourcen effizient auszulegen. Abgesehen von der Menge bekannter Endkundenaufträge wird für Materialabrufe auf den prognostizierten Ausstattungsbedarf zukünftiger Fahrzeugprogramme zurückgegriffen. Diese natürliche Unsicherheit über zukünftige Aufträge impliziert eine bestimmte Unzuverlässigkeit der generierten Liefervorausschau. Eine gewisse Ungenauigkeit ist mittelfristigen Bedarfsmeldungen aufgrund der unsicheren Endkundennachfrage somit grundsätzlich inhärent.¹⁵¹

Neben der Mengenabgabe enthalten Abrufe Informationen über den Eintrefftermin des Materials. Der **Bedarfstermin** ist somit mit dem Wareneingangsdatum beim Automobilhersteller verknüpft. Während die Planung der Transporte durch den OEM übernommen wird, obliegt die Beauftragung der Sendungen in der Regel dem Lieferanten.¹⁵² Für eine termingerechte Lieferung der Ware berechnet der Zulieferer den notwendigen Abholzeitpunkt eines Logistikdienstleisters unter Berücksichtigung definierter Transportzeiten und vereinbarter Incoterms.¹⁵³ Anschließend avisiert der Lieferant mittels Speditionsauftrag entsprechende Frachtkapazitäten und überträgt weitere Adress-, Sendungs- und Informationsdaten.¹⁵⁴ Die Abholung des Materials erfolgt innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters, so dass dem Spediteur ein gewisser Planungsspielraum verbleibt. Der Lieferant muss jedoch innerhalb des Zeitfensters in der Lage sein, bei Ankunft des Spediteurs seine Waren zu verladen, um kostspielige Standzeiten zu vermeiden.

Die rechtliche Grundlage für Materialabrufe bilden **Rahmenvereinbarungen**, welche die Vertragspartner für einen längeren Zeitraum abschließen. Ziel dieser Regelwerke ist es, den Informationsaustausch im Tagesgeschäft hinsichtlich Bestellmengen und Termine zu begrenzen und Sachverhalte wie Preise und Lieferkonditionen einmalig zu klären.¹⁵⁵

¹⁵⁰ Für eine Beschreibung der einzelnen Planungsaktivitäten siehe 2.1.2.

¹⁵¹ Vgl. Childerhouse et al. (2003), S. 139.

¹⁵² Vgl. Volkswagen (2010), S. 23. Neben dem herkömmlichen Belieferungsprozess existieren bereits einige Projekte, um diesen weiter zu entwickeln. In 3.3 wird darauf näher eingegangen.

¹⁵³ Vgl. Hansen (1993), S. 6.; Tirschler (1991), S. 87.

¹⁵⁴ Vgl. Eversberg (1997), S. 217; Hansen (1993), S. 185; Verband der Automobilindustrie (1989).

¹⁵⁵ Vgl. Walter (2005), S. 184.

3.1.2 Abrufvarianten am Beispiel des VDA

Für programmorientierte Materialabrufe finden die drei Abrufarten **Lieferabrufe**, **Feinabrufe** und **Produktionssynchrone Abrufe** nach VDA weite Verbreitung.¹⁵⁶ Entsprechende Bedarfsmeldungen in anderen Datenformaten können gewöhnlich ohne Weiteres bezogen werden (vgl. Tabelle 3.1). Die Standards des VDA werden im Folgenden näher erläutert:

Abrufart	VDA	ODETTE	EDIFACT
Lieferabruf (LAB)	4905	DELINS	DELFOR
Feinabruf (FAB)	4915	DELINS	DELFOR
Produktionssynchroner Abruf (PAB)	4916	SYNCRO	DELJIT

Tabelle 3.1: Standardformate für Abrufarten

Die Grundlage für den Austausch von Bedarfsinformationen zwischen Hersteller und Lieferanten bildet der **Lieferabruf (LAB)**. In diesem werden Informationen über Bedarfsmengen und Termine für den Kurz- und Mittelfristbereich weitergegeben. Die Reichweite beträgt je nach Hersteller zwischen 6-12 Monaten.¹⁵⁷ Der LAB ist das Ergebnis des wöchentlichen Bedarfslaufs beim OEM; die Mitteilung an den Lieferanten geschieht somit üblicherweise im gleichen Zeitabstand. Die Informationen des LAB sind auf Tages-, Wochen- oder Monatswerte aggregiert, wobei das Zeitraster der Bedarfsinformation mit zunehmendem Horizont abnimmt. Der Ausweis des Bedarfs der nächsten acht Wochen erfolgt in der Regel auf Tagesbasis, während die restlichen Monate zu Wochen- oder Monatsmengen zusammengefasst sind.¹⁵⁸ Nach dem Prinzip der rollierenden Abrufe wird der gültige LAB durch den jeweils aktuellen ersetzt.¹⁵⁹

Um dem Lieferanten eine präzisere Steuerung seiner Fertigungs- und Versandprozesse zu ermöglichen und manuelle Abstimmungen zwischen OEM und Zulieferer weitgehend zu vermeiden, können ergänzend zum LAB **Feinabrufe (FAB)** eingesetzt werden. Der Horizont des FAB beträgt lediglich 5-18 Arbeitstage und enthält Tages-

¹⁵⁶ Zusätzlich wird der Abruftyp „Versandabruf (VAB)“ vom VDA vorgeschlagen. In der Praxis hat dieser jedoch noch nicht flächendeckend Einzug gehalten, so dass auf eine detaillierte Beschreibung des Status Quo an dieser Stelle verzichtet wird. In Abschnitt 3.3 wird auf einzelne Aspekte des Versandabrufs im Zuge der Verbesserung bestehender Konzepte eingegangen. Vgl. Verband der Automobilindustrie (2003).

¹⁵⁷ KLUG weist daraufhin, dass die Reichweite des LAB in einigen Fällen LAB sogar 18 Monate beträgt. Vgl. Klug (2010), S. 292.

¹⁵⁸ Abrufmengen werden generell auf Sachnummer-Ebene übermittelt und enthalten keinen Fahrzeugbezug. Vgl. Klug (2010), S. 292 f.

¹⁵⁹ Vgl. Verband der Automobilindustrie (1996a); Verband der Automobilindustrie (1991b).

oder Stundenmengen. Im Gegensatz zum LAB wird der FAB auf Basis der täglichen Bedarfsrechnung ermittelt und spiegelt somit die aktuelle Bedarfssituation der Fabrik wider. Durch die höhere Aktualität und Übertragungsfrequenz der FAB-Daten überschreiben diese die Werte des LAB. Jeweils der letzte FAB ist für den Lieferanten dabei bindend.¹⁶⁰

Lieferanten mit der Belieferungsform Just-in-Sequence (JIS) benötigen eine feinere Abrufinformation als Tages- oder Stundenpakete. Um das Material gemäß der Einbaureihenfolge bereits fertigen und verladen zu können, werden auftragsbezogene Sequenzinformationen der Fahrzeugmontage in Form **Produktionssynchroner Abrufe (PAB)** an die Lieferanten übertragen.¹⁶¹ Im Gegensatz zu den Positionen des LAB und FAB ist beim PAB jede Sachnummer durch die Verknüpfung mit der Fahrzeug-Ident-Nummer eindeutig einem Fahrzeug in der Montage zugeordnet, woraus sich die Reihenfolgeinformation ableitet. Da in den meisten Fällen die geplante Fertigungsreihenfolge des Herstellers noch Änderungen unterliegt, wird der PAB mehrmals täglich gesendet. Der Bestand an sequenzierten Aufträgen erweitert sich für den Lieferanten somit oftmals lediglich um eine Untermenge einer Tagesproduktion. Als Vorschau für den mittelfristigen Bedarf erhält der Lieferant weiterhin den LAB und kann den PAB im Kurzfristbereich statt oder in Verbindung mit dem stundengenauen FAB beziehen.¹⁶²

Abrufart	Horizont	Zeitraster	Zyklus
LAB	6-12 Monate	Monate, Wochen, Tage	wöchentlich
FAB	5-18 Tage	Tage, Stunden	täglich
PAB	1-10 Tage	Sequenzgenau	mehrmals täglich

Tabelle 3.2: Abrufe nach VDA¹⁶³

Die dargestellten Standards des VDA geben lediglich einen groben Rahmen für die Automobilhersteller vor, innerhalb dessen individuelle Parameter gesetzt werden können. Folglich unterscheidet sich die detaillierte Ausgestaltung der Abrufe zwischen den einzelnen OEM, wie am Planungshorizont in Tabelle 3.2 deutlich wird. Die

¹⁶⁰ Vgl. Verband der Automobilindustrie (1996b).

¹⁶¹ Bei Volkswagen wird der PAB als Sequenzabruf bezeichnet, vgl. Hansen (1993), S. 64.

¹⁶² Vgl. Klug (2010), S. 294; Ostertag (2008), S. 32; Hansen (1993), S. 63; Verband der Automobilindustrie (1991a).

¹⁶³ Außer für den Planungshorizont des FAB macht der VDA keine detaillierten Empfehlungen. Die angegebenen Daten entsprechen den aus der Literatur entnommenen Werten und spiegeln die Bandbreite der unterschiedlichen Interpretationen der Abrufarten wider. Vgl. u.a. Klug (2010), S. 292 ff.; Ostertag (2008), S. 32; Jacobsen (2006) S. 21.

Struktur der Datensätze ist dagegen eindeutig geregelt, um einen einwandfreien Austausch der Informationen zu gewährleisten.

3.2 Analyse des Abrufkonzepts

Unvorhergesehene Abweichungen vom geplanten Prozess lassen sich im Allgemeinen auf Informationsunsicherheit zurückführen. Die Ursachen für diese Unsicherheit sind zum einen in **Mängeln der Informationsverarbeitung** begründet. Aufgrund der Komplexität eines Sachverhalts sind Unternehmen nicht in der Lage, mit den Ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln und Methoden Informationen vollständig zu erfassen und zu verarbeiten. Zum anderen stehen **Mängel der Informationsgewinnung** einer vollständigen Kenntnis zukünftiger Systemzustände entgegen.¹⁶⁴ In diesem Fall werden Prozesse auf Basis unvollständiger Informationen geplant und können bei Erhalt einer Zusatzinformation zu Umplanungen führen.¹⁶⁵

Für Materialabrufe in der Automobilindustrie spielen die Schwächen der Informationsverarbeitung eine untergeordnete Rolle. Die standardisierten Datenformate für Materialabrufe und die weite Verbreitung von EDI-Schnittstellen sind den Prozesspartnern als klare Standards vorgegeben und reduzieren infolgedessen das Risiko von kognitiv bedingten Informationsdefiziten.¹⁶⁶ Die Informationsunsicherheit der Zulieferunternehmen kann stattdessen im Wesentlichen auf unzureichende Informationen durch den OEM zurückgeführt werden. Die Abrufsystematik in der Automobilindustrie weist in ihrer Ausgestaltung und Anwendung Defizite auf, welche eine frühzeitige und konkrete Planung für den Lieferant erschwert. Diese lassen sich in mittelfristige Nachfrageunsicherheit, kurzfristig abweichende Nachfragemengen und unsichere Abholtermine einteilen.

3.2.1 Mittelfristige Nachfrageunsicherheit

Außerhalb der Auftragsabwicklung liegen dem Hersteller für seinen Planungsprozess keine Kundenaufträge vor. In diesem Bereich werden Informationen über das

¹⁶⁴ Mängel der Informationsgewinnung und Informationsverarbeitung beeinflussen sich gegenseitig. Eine schlechte Datenlage bedingt den Einsatz einfacherer Planungsverfahren und führt zwangsläufig zu schlechteren Auswertungen, so dass die Unsicherheit für das Unternehmen dadurch verstärkt wird. Unterscheidung der Informationsunsicherheit nach Müller (1988), S. 423 f.

¹⁶⁵ Vgl. Schütte/Siedentopf/Zelewski (1999), S. 144 f.

¹⁶⁶ Vgl. Klug (2010), S. 246 ff.

zukünftige Nachfrageverhalten der Kunden anhand von Primärbedarfsprognosen abgeleitet. Die Vertriebsschätzungen erstrecken sich dabei auf den erwarteten mengenmäßigen Absatz der Fahrzeugmodelle sowie den relativen Anteil ausgewählter Konfigurations- und Ausstattungsmöglichkeiten. Zur Berechnung des Sekundärbedarfs werden Lösungsverfahren eingesetzt, welche die Prognosewerte auf Eigenschaftsebene in einen Teilebedarf überführt. Die steigende Anzahl an Derivaten und eine wachsende Teilevielfalt setzen vielschichtige Lösungsansätze zur Berechnung des Sekundärbedarfs voraus. Durch die hohen Anforderungen an die verwendeten Verfahren wird die Qualität des daraus abgeleiteten Bedarfs zusätzlich beeinträchtigt.¹⁶⁷ Dies führt bei Lieferanten dazu, dass **mittelfristige Prognosen mit beachtlicher Unsicherheit** behaftet sind und als verlässliche Planungsgrundlage teilweise ausfallen.¹⁶⁸ In einigen Fällen nehmen die Zulieferer die erwarteten Änderungen bereits vorweg, in dem sie eigene Prognosen über den zukünftigen Bedarf anstellen und die Bedarfsvorschau auf eine einfache Orientierungshilfe reduzieren.¹⁶⁹ Erschwerend kommt für Lieferanten mit langen Wiederbeschaffungszeiten hinzu, dass der Horizont der Vorschauinformation oftmals nicht ausreichend ist, um eine effiziente Disposition entsprechender Zukaufteile sicherzustellen. Hierbei gilt es zwischen den Herstellern zu differenzieren. Während einige OEM ihren Zulieferunternehmen eine lange Abrufvorschau übermitteln, erhalten andere Lieferanten lediglich Vorschaudaten von wenigen Monaten.¹⁷⁰

Die Qualität der Prognosen ist maßgeblich von den Vertriebsinformationen des Herstellers sowie den verwendeten Lösungsverfahren zur Errechnung des Sekundärbedarfs abhängig. Die Ausgestaltung der Abrufsystematik spielt bei mittelfristigen Bedarfsmengen nur eine untergeordnete Rolle. Koordinationsansätze zur Begegnung der Nachfrageunsicherheit in Abrufen sind daher nicht Gegenstand der weiteren Betrachtung.¹⁷¹

3.2.2 Kurzfristig abweichende Nachfragemengen

Im kurzfristigen Zeitraum liegen dem Hersteller exakte Daten über die Bestellungen der Kunden vor. Trotz dieser Nachfragesicherheit für den Hersteller treten interne Programmänderungen auf und verursachen Störungen für den weiteren

¹⁶⁷ Vgl. Stäblein (2008), S. 5 ff.

¹⁶⁸ Vgl. Stäblein (2008), S. 32.

¹⁶⁹ Vgl. Griffiths/Margetts (2000), S. 158; Harrison (1997), S. 76.

¹⁷⁰ Vgl. 5.2.1 Abrufhorizont.

¹⁷¹ Lösungsverfahren zur Berechnung der Sekundärbedarfsmengen finden sich bei Stäblein (2008) und Ohl (2000).

Planungsprozess. Eine Änderung der Datengrundlage (Primärbedarf) in den Planungsläufen hat dabei notwendigerweise abweichende Ergebnisse in der Bruttobedarfsrechnung zur Folge. Durch die rollierende Planung wird diese in definierten Abständen ausgeführt und überschreibt im gleichen Rhythmus die Vergangenheitswerte. Je nach voreingestellten Parametern in der Disposition können so durch kleine Abweichungen im Produktionsprogramm größere Änderungen in der abgerufenen Menge entstehen.¹⁷²

Der täglich aktualisierte Teilebedarf wird schließlich an den Lieferanten weitergegeben, welcher diesen zum gewünschten Zeitpunkt bereitstellen muss. Daraus ergeben sich zum Teil **stark unsichere und schwankende Nachfragemengen** für den Lieferanten. Trotz des kurzen Planungszeitraums können sich selbst die Mengen in den täglichen FAB noch ändern. Ein Zeitraum, in welchem Kundenwunschänderungen nicht mehr möglich sind, existiert dabei in der Regel faktisch nicht. Der Hersteller nimmt mitunter auch **sehr kurzfristige Anpassungen** der Abrufe vor. Eine Erhöhung oder Absenkung der Abrufmengen um bis zu einem Fünftel am Vortag der Auslieferung stellt in diesem Zusammenhang keine Ausnahme dar.¹⁷³ Neben den schriftlich übermittelten Abrufanpassungen kommen telefonische Änderungen durch den OEM hinzu. Typischerweise werden derartige informelle Information noch am Tag der Abholung mit der Disposition des Lieferanten abgestimmt.¹⁷⁴

Eine effiziente Produktionsplanung wird durch die teilweise äußerst kurzfristig veränderten Abrufe für den Lieferanten wesentlich beeinträchtigt. Exakte Bedarfsvorhersagen sind durch die vorhandene Planungsnervosität unmöglich. Der Lieferant „erkauft“ sich daher die Flexibilität im Kurzfristbereich, um stochastische und dynamische Nachfrage ausgleichen und die gewünschte Menge bereitstellen zu können. Er kann einerseits auf mittelfristiger Ebene die Unsicherheit und die Schwankungen antizipieren und **Überkapazitäten** in Form von Personal, Maschinen, Werkzeugen und Material vorhalten, um eventuelle Zusatzaufträge bedienen zu können. Andererseits kann er je nach Bedarf kurzfristige Maßnahmen zur **Erhöhung seiner Kapazität** ergreifen. Diese können beispielsweise in Sonderbeschaffungen von Material oder Überstunden liegen. Abbildung 3.6 gibt einen Überblick über die betroffenen Wirkungsbereiche eines Unternehmens, welche aufgrund von Abrufänderungen überschüssig vorgehalten oder im Fall einer Störung zusätzlich beansprucht werden

¹⁷² Vgl. Abbildung 3.3.

¹⁷³ Vgl. Gleich/Jacobsen (2002), S. 58.

¹⁷⁴ Vgl. Hollweg (2002), S. 14.

müssen. Die dargestellten Flexibilitätspotentiale werden teilweise unabhängig voneinander benötigt, da diese unterschiedliche Bereiche des Unternehmens betreffen. Beispielsweise können Bedarfsänderungen höhere Transportkapazitäten in der Beschaffung wie auch in der Distribution bedingen. Gleichzeitig stehen einige der Ressourcen in einem Abhängigkeitsverhältnis, während andere möglicherweise substituierbar sind. So steigt beispielsweise mit der Anzahl der Fertigungsmitarbeiter üblicherweise der planerische Aufwand. Nach den Prinzipien Synchronisation und Emanzipation werden Schwankungen entweder durch zusätzliches Fertigungspersonal oder durch einen entsprechenden Fertigwarenbestand ausgeglichen werden, so dass diese beiden Flexibilitätspotentiale austauschbar sind.

Besonders kritisch wird es für die Versorgungskette, wenn trotz der Flexibilitätspuffer die Nachfrage des OEM nicht befriedigt werden kann. Notwendige Materialien können in Folge dessen beim Automobilhersteller nicht verfügbar sein, um das geplante Produktionsprogramm aufrecht zu erhalten. In diesem Fall muss das Programm angepasst werden, was im nächsten Planungsdurchlauf möglicherweise zu weiteren Anpassungen der Abrufe führt, oder sogar einen Stillstand der Montagelinie auslöst.¹⁷⁵

	Beschaffung	Produktion	Distribution
Betriebsmittel	• Lagerbediengeräte • Lagerfläche	• Flurförderzeuge • Maschinen • Produktionsfläche	• Lagerbediengeräte • Versandfläche
Dispositive Tätigkeiten	• Personalplanung • Materialdisposition	• Personalplanung • Fertigungsplanung- und Steuerung • Logistikplanung	• Personalplanung • Auftragsabwicklung
Ausführende Tätigkeiten	• Sondertransporte	• Fertigungsmitarbeiter • Logistikmitarbeiter	• Sondertransporte • Fertigwarenhandling
Bestände	• Vormaterialbestand	• Umlaufbestand	• Fertigwarenbestand

Abbildung 3.6: Flexibilitätspotentiale durch abweichende Bedarfsmengen¹⁷⁶

¹⁷⁵ Vgl. Kimmich/Wahl (2007), S. 61.

¹⁷⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Waldruff (2007), S. 175; Filz/Hlubek/Kuhn (1987), S. 64 ff.

3.2.3 Unspezifische Abholtermine

Aufgrund des Bezugs der Bedarfstermine in den Materialabrufen auf das Wareneingangsdatum des Automobilherstellers hat der Lieferant die Steuerung des Materialflusses zu organisieren. Eine Integration der für den Transport verantwortlichen Logistikunternehmen in die Planungsprozesse findet lediglich unzureichend statt.¹⁷⁷ Es liegt demzufolge in der alleinigen Verantwortung des Zulieferunternehmens, den mengen- und zeitpunktbezogenen Bedarf durch eine fristgerechte Avisierung ausreichender Frachtkapazitäten erfüllen zu können. Durch die Erstellung und die Übersendung der Speditionsauftragsdaten an den Logistikdienstleister entsteht für den Lieferanten zunächst ein administrativer Steuerungsaufwand. Die anschließende Abholung durch den Spediteur erfolgt in der Regel innerhalb festgelegter Zeitintervalle, welche mehrere Stunden oder sogar ganze Tage betragen.¹⁷⁸ Der exakte Abholzeitpunkt ist für das Zulieferunternehmen daher oft nicht bekannt und muss in vielen Fällen aus Erfahrungswerten geschätzt werden. Die **unzureichende Festlegung der Versand- und Abholtermine** entzieht dem Lieferanten die Planungsgrundlage für eine effiziente Ausplanung der Kapazitäten und den zielgerichteten Einsatz des Personals an den Warenausgängen. Infolgedessen benötigt er Zusatzkapazitäten, um den Versand bei der Ankunft des Spediteurs jederzeit abwickeln zu können. Andernfalls entstehen Wartezeiten für die Fahrzeuge des Logistikpartners. Den daraus resultierenden betriebswirtschaftlichen Schaden für den Spediteur kann dieser unter Umständen wiederum in Form von Standgeldern an den Lieferanten weiterbelasten.¹⁷⁹ Die Problematik verstärkt sich für den Lieferanten durch die fehlende Möglichkeit auf die Ankunft der LKW koordinierend Einfluss nehmen zu können. So kann der Fall eintreten, dass das gleichzeitige Eintreffen mehrerer Spediteure zu Spitzenbelastungen im Warenausgang führt und Perioden mit Unterauslastung nach sich zieht. Eine weitaus kritischere Situation stellt sich für den Lieferanten ein, wenn zugesagte Liefertermine sich kurzfristig ändern. Dies kann im Fall unzureichender Fertigwarenbestände beträchtliche Änderungen der bisherigen Planungen nach sich ziehen und erhebliche Störungen im vorgelagerten Produktionsprozess verursachen.¹⁸⁰

¹⁷⁷ Vgl. Stommel (2007), S. 76.

¹⁷⁸ Eine statistische Auswertung zu der Länge von Abholzeitfenstern bei Tier-1 Lieferanten in der Automobilindustrie wird in 5.2.1 diskutiert.

¹⁷⁹ Vgl. Hompel/Heidenblut (2008), S. 272.

¹⁸⁰ Vgl. Czaja (2009), S. 226 ff.

3.3 Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung der Abrufsystematik

Zur Reduzierung der systeminhärenten Abrufdefizite zwischen Automobilhersteller und Zulieferunternehmen sind alternative (verbesserte) Abrufkonzepte erforderlich. Insbesondere steht in diesem Kontext der prozessuale Aspekt der Koordination im Mittelpunkt. Ziel es dabei, die bestehenden Prozesse in der Lieferkette zu analysieren und weiterzuentwickeln, um die Gesamtkosten ihrer Mitglieder zu reduzieren.¹⁸¹

In der Literatur und Praxis existieren bereits vereinzelte Lösungsansätze zur Verbesserung der gegenwärtigen Abrufsystematik. Die Ausgestaltung der einzelnen Koordinationsmaßnahmen variiert innerhalb der unterschiedlichen Ansätze, so dass eine eindeutige Definition für eine weitere Bewertung nicht möglich ist. Zudem enthalten einige Ansätze mehrere Einzelmaßnahmen und verhindern daher die trennscharfe Zuordnung möglicher Auswirkungen. Im Folgenden werden daher in Anlehnung an bereits bestehende Vorschläge alternative (koordinierte) Abrufkonzepte dargestellt und erläutert. Diese enthalten keine grundlegende Neukonzeption der bestehenden Abrufsystematik, sondern ergänzen die gegenwärtige Vorgehensweise an definierten Stellen. Planungszyklus, -horizont und -zeitraster bleiben folglich im Allgemeinen unverändert. Einige Hersteller versenden ihre Bedarfsmeldungen bereits nach ähnlichen Konzepten, so dass dies in den weiteren Ausführungen zu berücksichtigen gilt.

Die folgenden Konzepte dienen in den empirischen Untersuchungen als Ausgangspunkt für die weitere Wirksamkeitsprüfung der Koordination in Lieferketten. Im Zentrum der nachfolgenden Beschreibung der Konzepte steht die grundlegende Funktionalität und die damit verbundenen Vor- und Nachteile der jeweiligen Ansätze. Eine detaillierte Analyse der notwendigen Anpassungen für bestehende Planungs- und Dispositionsprozesse eines OEM zur Umsetzung der einzelnen Konzepte ist nicht Bestandteil der Diskussion. An einigen Stellen wird auf diese Thematik punktuell Bezug genommen.

¹⁸¹ Vgl. Stadler (2007), S. 18.

3.3.1 Frozen Zone

Durch eine Frozen Zone wird ein Zeitraum beschrieben, innerhalb dessen Abrufmengen und Anlieferzeitpunkte nicht mehr veränderbar sind.¹⁸² Ein Ausgleich auf veränderte Rahmenbedingungen in den Planungen des OEM durch Nachfrageanpassungen ist in diesem Konzept nicht möglich.¹⁸³

Der Zeitraum beginnt dabei mit dem Anliefertag beim Automobilhersteller, auf welchen in den Abrufen referenziert wird. Den Abholtermin durch den Spediteur errechnet der Lieferant weiterhin durch eine festgelegte Wiederbeschaffungszeit. Je kürzer der Transport dabei zwischen dem Werk des Lieferanten und dem Bedarfsort des OEM ausfällt, desto mehr Nachfragesicherheit verbleibt dem Lieferant dadurch für seine Planung und verringert die Notwendigkeit häufiger Planungswiederholungen. Die Übermittlung der Abrufe erfolgt rollierend, so dass auch die fixen Zeitfenster für den Lieferanten fortlaufend bestehen. Als entscheidender Gestaltungsparameter für die Frozen Zone ist die Länge des fixen Zeitfensters (Planungszeitraum) zu bestimmen.

Kennzeichnend für eine Frozen Zone ist die Mitteilung einer exakten Information für einen kurzen Zeitraum und eine daraus resultierende kurzfristige Sicherheit für den Lieferanten. Durch die zusätzliche Sicherheit ist der Lieferant in der Lage Sicherheitskapazitäten zum Ausgleich von Nachfrageunsicherheit zu reduzieren.

Zur Umsetzung einer Frozen Zone wird vielfach das Konzept der stabilen Auftragsreihenfolge diskutiert. Danach wird die geplante Reihenfolge in der Produktion frühzeitig fixiert und der dafür benötigte Teilebedarf als verbindlicher Abruf an die Zulieferer versandt.¹⁸⁴ Für die Produktionssteuerung der stabilen Auftragsreihenfolge können die beiden Ausprägungsformen Perlenkette und flexible Auftragszuordnung unterschieden werden. Beim Konzept der Perlenkette sind Kundenaufträge in die Produktionsreihenfolge vor dem Start im Karosseriebau fest eingeplant und können nicht mehr verändert werden. Somit wird die Sequenz über alle Gewerke eingehalten. Bei der flexiblen Auftragszuordnung wird die Produktionsreihenfolge durch die

¹⁸² Vgl. Barthel (2006), S. 79; Günther (2005), S. 27; Ihde (1998), S. 209. Die VDA Empfehlung „Pickup Prozess“ sieht die Übermittlung eines Versandabrufs mit einer Frozen Period vor. Da dieses Konzept bereits weiterführende Verbesserungsansätze aufgreift, ist diese jedoch auf den Abholtermin beim Lieferanten bezogen. Vgl. Verband der Automobilindustrie (2003), S. 17.

¹⁸³ Vgl. Jodlbauer (2007), S. 152.

¹⁸⁴ Eine qualitative Untersuchung der Nutzenpotentiale einer stabilen Auftragsreihenfolge für Automobilhersteller und Zulieferunternehmen lässt sich bei Günthner et al. (2009) finden.

Zuordnung von Kundenaufträgen zu Fahrzeugen erst später im Fertigungsprozess festgelegt.¹⁸⁵

Abbildung 3.7 verdeutlicht die Funktion einer Frozen Zone. Im dargestellten Beispiel sind die Abrufmengen fünf Tage vor dem Eintrefftermin beim OEM fixiert. Die Abrufprognosen entsprechen den Bedarfsprognosen des OEM für den Bedarfstag (19.02.) und weisen im Zeitverlauf unterschiedliche Mengen auf. Ab dem Erreichen der Frozen Zone bleiben diese unverändert.

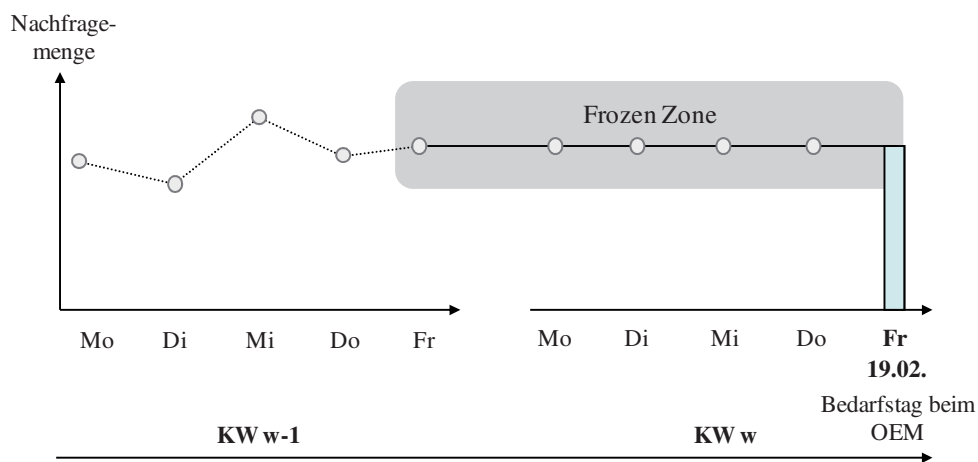


Abbildung 3.7: Entwicklung der Abrufvorschau für den Bedarfstag 19.02. im Konzept Frozen Zone¹⁸⁶

3.3.2 Definierte Abrufgrenzen

Beim Konzept der definierten Abrufgrenzen werden maximal zulässige Abweichungen von Abrufmengen festgelegt. Diese Abweichungen determinieren, welche Mengen am Versandtag maximal ausgeliefert werden müssen bzw. mindestens nachgefragt werden.¹⁸⁷ Für den Hersteller besteht weiterhin ein Handlungsspielraum in gewissen Grenzen, während der Zulieferer dennoch über eine relative Sicherheit für zukünftige Nachfragemengen besitzt.

Die Abrufmengen ändern sich x Wochen vor dem tatsächlichen Anliefertag beim Hersteller lediglich innerhalb eines vorgegebenen Spektrums. Die absoluten Grenzen des Schwankungsintervalls werden durch einen definierten prozentualen Auf- bzw.

¹⁸⁵ Eine Beschreibung der beiden Möglichkeiten liefert Meißner (2009), S. 27 ff.

¹⁸⁶ Eigene Darstellung.

¹⁸⁷ Vgl. Verband der Automobilindustrie (2008a), S. 15 f.; Kimmich/Wahl (2007), S. 62 f.; Tsay (1999), S. 1340; Filz/Hlubek/Kuhn (1987), S. 123 f.

Abschlag von der ersten Abrufmenge im Planungszeitraum festgelegt. Dadurch lassen sich Maximal- und Minimalmengen berechnen, welche der Lieferant in seine Planungen einbeziehen kann. Da für den Hersteller im Nahbereich eine genauere Disposition möglich ist, können Abrufgrenzen neben einer Ausgestaltung mit gleich bleibenden Abständen bei zeitlicher Annäherung an den Bedarfszeitpunkt trichterförmig kleiner werden.¹⁸⁸ Zur eindeutigen Definition einer Disposition mit definierten Abrufgrenzen sind die Länge des Planungshorizonts und die Größe des Abrufintervalls im Zeitverlauf festzulegen.

Eine Frozen Zone kann als Spezialfall der definierten Abrufgrenzen betrachtet werden, bei welcher für den Planungszeitraum keine Veränderungen des Ausgangswerts zugelassen werden. Die maximalen und minimalen Abweichungen sind in diesem Fall identisch.

Im Gegensatz zu einer Frozen Zone werden definierte Abrufgrenzen für einen längeren Planungshorizont (mehrere Wochen) festgelegt und bieten dem Lieferanten somit weitreichende Sicherheit. Durch mögliche Anpassungen der Nachfrage innerhalb bestimmter Schranken ist für den Abnehmer allerdings keine absolute Sicherheit gegeben, während die Flexibilität für den Hersteller im Vergleich zu einer Frozen Zone höher ist.

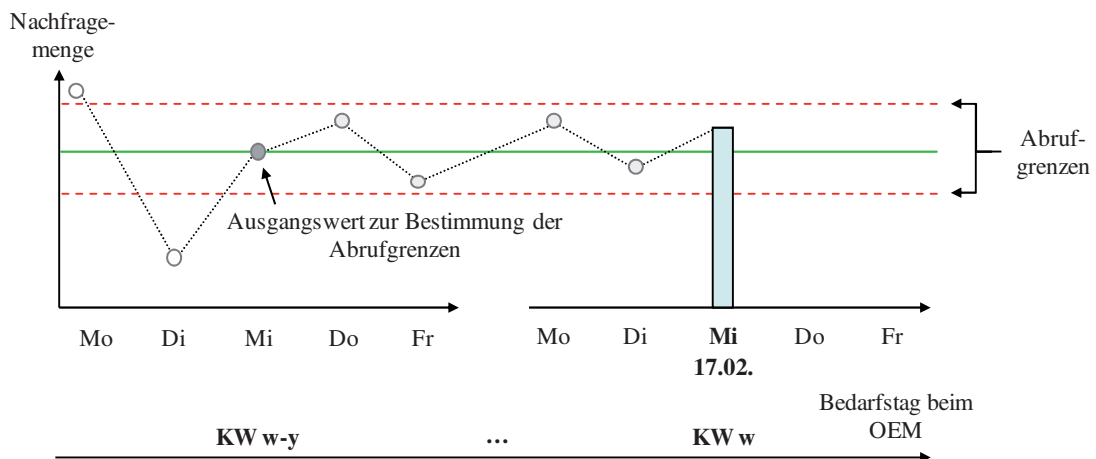


Abbildung 3.8: Entwicklung der Abrufvorschau für den Bedarfstag 17.02. im Konzept Definierte Abrufgrenzen¹⁸⁹

¹⁸⁸ Vgl. Filz/Hlubek/Kuhn (1987), S. 123 f.

¹⁸⁹ Eigene Darstellung.

Abbildung 3.8 veranschaulicht das Prinzip der definierten Abrufgrenzen. Die Bedarfsprognosen der Abrufe für den Bedarfstag (17.02.) offenbaren uneinheitliche Nachfragemengen im Zeitverlauf. Durch die definierten Abrufgrenzen werden diese jedoch nach oben und nach unten begrenzt. Die Werte der Grenzen determiniert ein prozentualer Auf- bzw. Abschlag auf den Prognosewert am Mittwoch in KW w-y.

3.3.3 Gleichmäßige Abrufe

Eines der Eckpfeiler in der Produktionsplanung japanischer Automobilhersteller besteht in der Glättung ihrer Produktion (Heijunka).¹⁹⁰ Neben einer gleichbleibenden Verteilung der Arbeitslast und somit Auslastung der Fertigungslinien führt dieses Konzept zu einem relativ gleichmäßigen Teilebedarf. Der Zulieferer kann die konstanten Nachfragemengen in seiner Produktionsplanung berücksichtigen und dadurch Flexibilitätspotentiale reduzieren.¹⁹¹

Für einen festgelegten Glättungszeitraum enthält jede Bedarfsmeldung eine relativ gleich bleibende Menge an Produkten. Die unveränderte Nachfragemenge bezieht sich dabei sowohl auf die Gesamtmenge eines Abrufs, als auch auf dessen einzelne Positionen. Die Verteilung der Teilenummern bleibt somit innerhalb des Glättungszeitraums in weiten Teilen konstant. Erst im nächsten Glättungszeitraum können sich die Gesamtmenge und der Mix der Teilenummern verändern. Der Lieferant erhält dabei die gleichmäßigen Abrufe für einen definierten Planungshorizont. Da sich der Glättungszeitraum vom Planungshorizont zeitlich unterscheiden kann, kann dessen Länge variieren.

In Abbildung 3.9 werden gleichmäßige Abrufe für einen Glättungszeitraum von zwei Wochen dargestellt. Für den abgebildeten Fall wird von einem dreiwöchigen Planungshorizont ausgegangen, wobei der Lieferant die vierte Woche bereits antizipieren kann. Das Ende eines Glättungszeitraums kann mit einer Verschiebung des geglätteten Nachfrageniveaus einhergehen. Allgemein muss gelten, dass der Planungshorizont länger als der Glättungszeitraum ausfällt oder diesem entspricht.

¹⁹⁰ Zur Beschreibung einer geglätteten Produktion siehe u.a. Takeda (2006), S. 41 ff.; Liker (2004), S. 113 ff; Monden (1998), S. 63 ff. Die Planung der Produktionsreihenfolge mit dem Ziel einer geglätteten Produktion wird in der Literatur als *Level Scheduling* bezeichnet. Vgl. Boysen/Flidner/Scholl (2006), S. 2.

¹⁹¹ Vgl. Monden (1998), S. 253; Womack/Jones/Roots (1990), S. 151; Shingo (1989), S. 132 f.

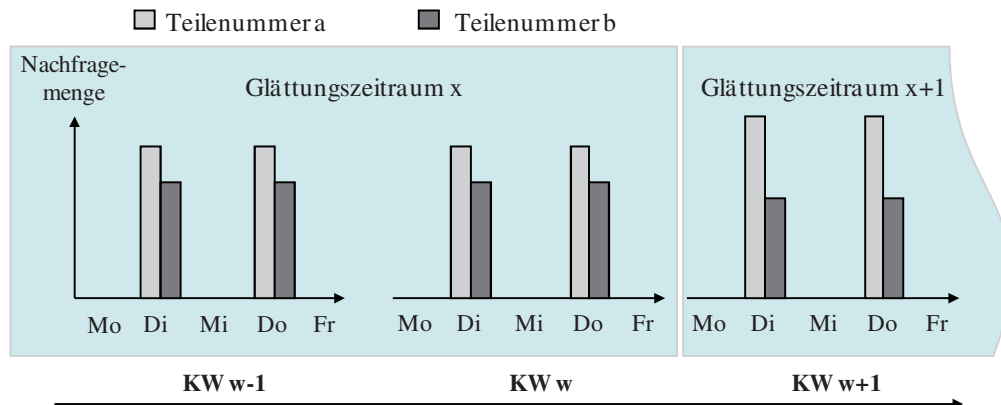


Abbildung 3.9: Verlauf der tatsächlichen Abrufmengen im Konzept Gleichmäßige Abrufe¹⁹²

Gleichmäßige Abrufe bringen für Zulieferunternehmen zwei Vorteile mit sich. Einerseits erhalten diese über den Glättungszeitraum eine gewisse Sicherheit über mögliche Abrufänderungen, andererseits wird die Variabilität der Nachfragemengen über einzelne Abrufe hinweg reduziert. Im Gegensatz zu den ersten beiden Konzepten findet bei gleichmäßigen Abrufen somit eine Anpassung der Nachfragedynamik statt. Während durch eine Frozen Zone und definierte Abrufgrenzen dem Lieferanten lediglich zusätzliche Nachfragesicherheit gegeben wird, werden durch eine gleich bleibende Verteilung der Bedarfsmengen überdies Nachfrageschwankungen reduziert.

Die Gleichmäßigkeit des Teileverbrauchs wird ursächlich produktionsseitig erwirkt. Hierzu steht in der Literatur eine breite Auswahl an Modellen zur Verfügung.¹⁹³ Am bekanntesten sind dabei die von Toyota entwickelten Goal-Chasing-Methoden.¹⁹⁴

Zur Gewährleistung gleichmäßiger Abrufe sind unter Umständen dispositive Angleichungen erforderlich. Entsprechend erstreckt sich der Planungszeitraum auf einige Tage bis wenige Wochen, um hohe Bestände zum Ausgleich von Ungleichmäßigkeiten des Teilebedarfs zu vermeiden. Eine vollständige Gleichverteilung der Nachfragemenge über die Abrufe hinweg ist jedoch nicht möglich, da diese aufgrund der hohen Varianz in automobilen Produktionsumgebungen nicht vollständig in der Fertigung erzielt werden kann und daher unverhältnismäßig hohe Bestände zur Folge hätte.

¹⁹² Eigene Darstellung.

¹⁹³ Einen umfassenden Überblick über vorhandene Modelle und Lösungsansätze zum Level Scheduling finden sich u.a. bei Boysen/Flidner/Scholl (2006); Joo/Wilhelm (1993); Kubiak (1993). Eine Bewertung mehrerer Methoden führen Sumichrast/Russel/Taylor (1992) durch.

¹⁹⁴ Ausführlich sind die Goal-Chasing-Methode I und die Goal-Chasing-Methode II bei Monden (1998), S. 256 ff. und Cakir/Inman (1993) beschrieben.

3.3.4 Definierte Abholtermine

Bei definierten Abholterminen wird dem Zulieferer vom OEM ein eng definiertes Zeitfenster vorgegeben, innerhalb dessen eine Abholung der nachgefragten Menge verbindlich stattfindet. Die Festlegung der Abholtermine ist somit nicht mehr das Ergebnis von Abstimmungsprozessen zwischen dem Spediteur und dem Zulieferer, sondern wird gemeinsam mit dem Hersteller bestimmt. Im Sinne einer angestrebten Standardisierung von Prozessen und der daraus resultierenden Prozesssicherheit sind die Ankunftszeiten des Spediteurs wöchentlich identisch, so dass ein zyklischer und getakteter Abholrhythmus entsteht.¹⁹⁵ Abholtage und -zeitpunkte werden demnach für einen definierten Planungszeitraum ausgelegt und müssen in regelmäßigen Abständen überprüft werden.

Vorraussetzung dafür ist die frühzeitige Einbindung des Logistikdienstleisters in den Transportplanungsprozess. Zur Erhöhung der dispositiven Flexibilität des Spediteurs erfolgt neben der Transportbeauftragung die Übermittlung des erwarteten Kapazitätsbedarfs. Dieser kann auf Basis der Abrufinformationen der Lieferanten errechnet werden; er ermöglicht dem Logistikunternehmen mittelfristige Planungen.¹⁹⁶

Eine mögliche Ausprägung dieses Konzepts ist im Pickup Prozess des VDA beschrieben.¹⁹⁷ Neben den Lieferabrufen, welche auf eine Vorschaufunktion reduziert werden, erhalten Zulieferer zusätzlich Versandabrufe (VAB). Diese enthalten außer den Abrufmengen relevante Frachtparameter wie die Transportzeit, die Transporteinheit, das Anlieferzeitfenster und das Abholzeitfenster.¹⁹⁸ Die Abholtermine sind damit eindeutig festgelegt. Widerspricht der Lieferant dem VAB inhaltlich innerhalb einer vorgegebenen Frist nicht, wird daraus ein Versandplan mit Transportabruf erstellt. Dieser wird durch den Hersteller erzeugt und bildet die Basis für die Tourenplanung, welche vom Spediteur oder vom OEM selbst durchgeführt werden kann.

Durch die zeitliche Fixierung des Abholtermins hat der Lieferant zuverlässige und detaillierte Informationen über den Eintreffzeitpunkt des Logistikdienstleisters und kann

¹⁹⁵ Vgl. Heizmann (2009), S. 37 ff.

¹⁹⁶ Vgl. Stommel (2007), S. 94.

¹⁹⁷ Der Pickup Prozess ist in der Richtlinie 5004 des VDA beschrieben. Vgl. Verband der Automobilindustrie (2003).

¹⁹⁸ Die Abrufmengen des VAB dürfen nach Eintreffen beim Zulieferer gemäß VDA 5004 nicht mehr geändert werden (frozen period). Vgl. Verband der Automobilindustrie (2003), S. 17. Da an dieser Stelle die Verbesserung der Abholprozesse beleuchtet wird und eine Kombination verschiedener Koordinationsansätze vermieden werden soll, bleibt der Ansatz *definierte Abholtermine* lediglich an die Richtlinie 5004 des VDA angelehnt und berücksichtigt diese Tatsache hier nicht.

dementsprechend Kapazitäten im Warenausgang allokalieren. Vorgelagerte Produktions- und Logistikprozesse können effizient auf den Abholzeitpunkt abgestimmt werden.

In Abbildung 3.10 sind Abrufe dargestellt, welche im Gegensatz zur gegenwärtigen Abrufsystematik auf den Abholzeitpunkt referenziert sind. Das Wareneingangsdatum ist für den Lieferanten in diesem Konzept unerheblich. Die Abholungen finden jeweils dienstags statt.

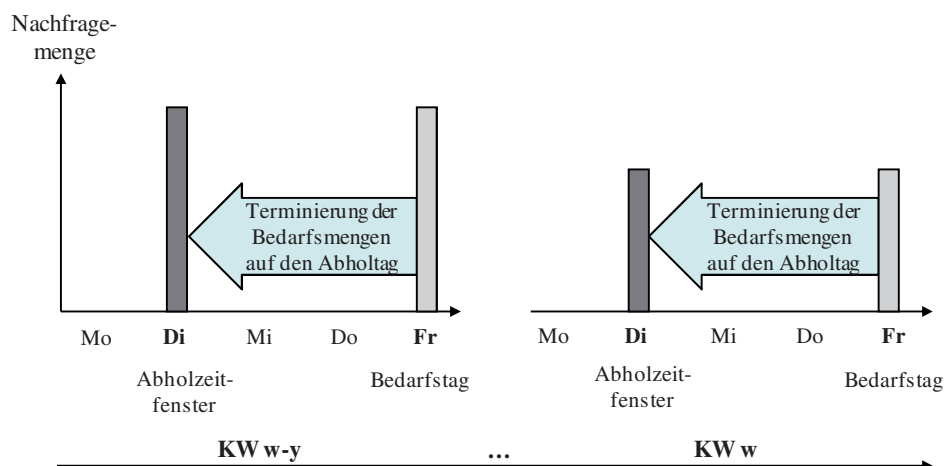


Abbildung 3.10: Bezug der Abrufmengen auf das Abholdatum im Konzept Definierte Abholtermine¹⁹⁹

3.3.5 Zusammenfassung

Die beschriebenen Abrufkonzepte unterscheiden sich im Ansatzpunkt, Planungshorizont und Ausmaß des Ausschlusses von stochastischer und dynamischer Nachfrage für den Zulieferer. Die Konzepte Frozen Zone, definierte Abrufgrenzen und gleichmäßige Abrufe zielen auf eine Reduktion von kurzfristigen zufallsbedingten Abrufmengen und Nachfrageschwankungen ab, während die definierten Abholtermine an der Problematik der ungenauen Ankunftszeiten durch Spediteure ansetzen.

Planabweichungen können in einer Frozen Zone gänzlich ausgeschlossen werden, welche in der Regel jedoch lediglich für wenige Tage festgelegt wird. Eine stochastische Nachfrage ist somit innerhalb der Frozen Zone nicht vorhanden. Allerdings können sich Nachfragemengen über die Zeit verändern, so dass die dynamische Nachfrage unverändert hoch ausfallen kann. Definierte Abrufgrenzen erstrecken sich über mehrere Wochen und bieten dem Lieferanten einen langen

¹⁹⁹ Eigene Darstellung.

Informationsvorlauf. Durch das Abrufintervall garantieren diese allerdings eine Nachfragesicherheit in Grenzen. Die Größe des Intervalls und der Verlauf der oberen und unteren Toleranzgrenze bestimmen, inwieweit Abrufmengen innerhalb des Planungshorizonts Änderungen unterliegen können und der Lieferant dadurch profitiert. Unterschiedliche Abrufmengen im Zeitverlauf sind möglich. Im Fall der gleichmäßigen Abrufe sind Mengenabweichungen nicht vorgesehen. Die Stochastizität der Nachfrage kann somit annähernd vollständig eliminiert werden. Gleichwohl können kleinere Abweichungen auftreten, so dass die Sicherheit für den Lieferanten mitunter geringer ausfällt. Durch die Übermittlung gleichmäßiger Abrufmengen im Glättungszeitraum werden dynamische Nachfragemengen in diesem Konzept ausgeschlossen. Gleichmäßige Abrufe werden über einige Tage bis wenige Wochen gebildet. Definierte Abholtermine werden über einen längeren Zeitraum (Wochen oder Monate) ausgeplant. Dieses Konzept sieht die Festlegung eindeutiger Ankunftszeitpunkte in regelmäßigen Abständen bei Lieferanten vor. Eine mögliche Reduktion der Nachfrageunsicherheit und der Nachfrageschwankungen bleibt durch diesen Ansatz daher unberührt. Tabelle 3.3 klassifiziert die vier Konzepte nach den diskutierten Kriterien.

Koordinationsansatz	Fokus	Horizont	Stoch. Nachfrage	Dynam. Nachfrage
Frozen Zone	kurzfristige Nachfrage	Tage	keine	hoch
Definierte Abrufgrenzen	kurzfristige Nachfrage	Wochen	mittel	hoch
Gleichmäßige Abrufe	kurzfristige Nachfrage	Tage/ Wochen	gering	keine
Definierte Abholtermine	unspezifische Abholtermine	Wochen/ Monate	-	-

Tabelle 3.3: Überblick der vier alternativen Abrufkonzepte

4 Analyse alternativer Abrufkonzepte

Die in 3.3 beschriebenen alternativen Abrufkonzepte postulieren einen negativen Zusammenhang zwischen koordinierter Abrufinformation und Entstehungskosten beim Lieferanten. Zur eingehenden Würdigung dieser Beziehung bedarf es der kritischen und ausführlichen Analyse bestehender Produktionsumgebungen. Ein geeignetes Instrument hierfür bietet die Fallstudienanalyse. Da logistische Strukturen von Zulieferbetrieben teilweise erheblich voneinander abweichen, können die verbesserten Abrufkonzepte in unterschiedlichem Maße Auswirkungen für Lieferanten haben. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen und eine verallgemeinerte Bewertung der Wirksamkeit der Koordinationsansätze zu erreichen, müssen geeignete Kriterien für eine Einteilung von Zulieferunternehmen definiert werden. Im Rahmen der Forschungsarbeit lassen sich daraus folgende zwei Fragestellungen ableiten:

Frage 1: Wie verändern sich die Ressourcenanforderungen für Zulieferunternehmen durch die alternativen Konzepte?

Frage 2: Welche Kenngrößen beschreiben die Wirkung der alternativen Konzepte im Kontext der logistischen und produktionswirtschaftlichen Umgebung des Lieferanten?

Zu Beginn wird die Fallstudienanalyse in den Kontext der empirischen Forschung eingeordnet (Abschnitt 4.1). Der weitere Aufbau des Kapitels sowie die Untersuchung orientiert sich am dreistufigen Forschungsprozess nach YIN (Abbildung 4.1).²⁰⁰ Als Basis der Untersuchung dienen die konzeptionellen Grundlagen aus Kapitel 3. Im ersten Schritt wird das Forschungsdesign beschrieben und geeignete Fälle ausgewählt (Abschnitt 4.2). Anschließend erfolgt die Darstellung der einzelnen Fallstudien (Within-Case Analyse; Beantwortung Frage 1) (Abschnitt 4.3). Abschließend wird aus den individuellen Ergebnissen eine fallübergreifende Synthese (Cross-Case Analyse; Beantwortung Frage 2) gezogen, aus welcher sich die Wirkzusammenhänge zwischen logistischen Kenngrößen und Kostenreduktionspotentialen ableiten lassen (Abschnitt 4.4).²⁰¹

²⁰⁰ Vgl. Yin (2009) S. 57.

²⁰¹ Zur sequentiellen Vorgehensweise der beiden Analysen vgl. Eisenhardt (1989), S. 539 f.

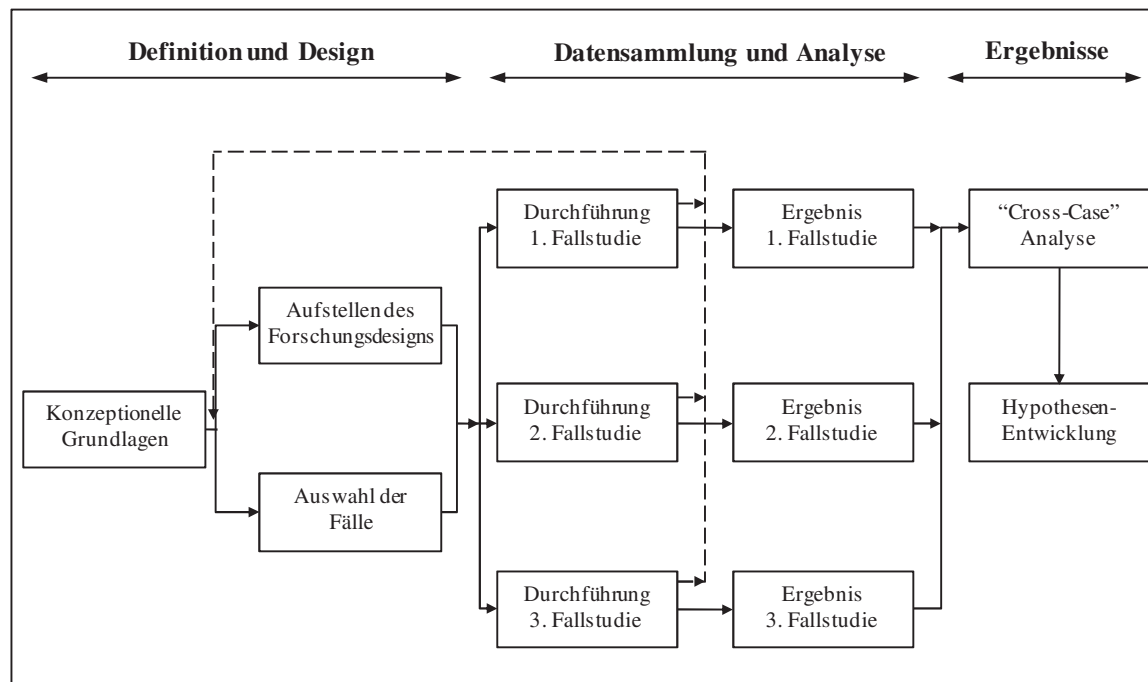


Abbildung 4.1: Ablauf des Forschungsprozesses für die Fallstudienanalyse²⁰²

4.1 Fallstudien als Forschungsansatz

Die Zielsetzung empirischer Untersuchungen kann grundsätzlich in drei Klassen unterteilt werden:²⁰³

- **Explanative** Untersuchung: Prüfung von Hypothesen
- **Deskriptive** Untersuchung: Beschreibung von Populationen
- **Explorative** Untersuchung: Entwicklung von Hypothesen

In der empirischen Literatur lassen sich über die Wirkung von Koordinationsansätzen bei Lieferanten der Automobilindustrie nur sehr wenige Quellen finden. Eine Erfassung der Effekte infolge der in 3.3 entwickelten Konzepte oder ähnlicher Ansätzen existiert bislang nicht. Für die Beschreibung des Zusammenhangs einer angepassten Information und den daraus resultierenden Effekten bei Lieferanten in Abhängigkeit vorliegender Produktionsstrukturen und logistischer Gegebenheiten gibt es keine weiterführenden Quellen.²⁰⁴

²⁰² Eigene Darstellung in Anlehnung an Yin (2009) S. 57.

²⁰³ Einteilung nach Bortz/Döring (2006), S. 50 ff.

²⁰⁴ Eine Übersicht der bestehenden Literatur findet sich in Abschnitt 2.3 wider.

Eine deskriptive Beschreibung der Ressourceneffekte und eine Hypothesen prüfende quantitative Analyse fallen somit zunächst aus. Die explorative Untersuchung der Koordinationseffekte und eine darauf aufbauende Herleitung von Einflussfaktoren zur Berücksichtigung unterschiedlicher Produktionsverfahren und -netzwerke sind somit notwendig. Durch eine anschließende Formulierung der Wirkzusammenhänge in Form von Hypothesen sind weitere Auswertungen in quantitativen Studien möglich.²⁰⁵

Die Aufnahme und Widergabe der tatsächlichen Sachlage in Fabriken und Betrieben erfolgt unter Rückgriff auf die Methoden der empirischen Forschung. Im Gegensatz zur theoretischen Forschung ist es ein Kennzeichen empirischer Arbeiten, die Wirklichkeit bei der Ableitung oder Prüfung von theoretischen Annahmen einzubeziehen. Die reale Welt soll durch die empirische Wissenschaft besser verstanden und teilweise erklärt werden können.²⁰⁶ Dies impliziert gleichzeitig, dass jeder empirische Erklärungsversuch an den tatsächlichen Begebenheiten grundsätzlich als belegbar oder unbegründet einzuordnen ist.²⁰⁷

Empirische Studien lassen sich mit Hilfe quantitativer und qualitativer Methoden bearbeiten. Hierbei kann nicht einfach zwischen einer der beiden Forschungsarten gewählt werden, sondern die Forschungsperspektive und die Forschungsfrage legt fest, welche der beiden Arten für die Beantwortung als geeignet erscheint.²⁰⁸ Um eine geeignete Methode zur Beantwortung der eingangs gestellten Fragestellung finden zu können, wird im Folgenden vorab eine knappe Einführung in die quantitative und qualitative Sozialforschung gegeben.

Die **quantitative Forschung** hat das Ziel, universell valide Zusammenhänge mit Hilfe naturwissenschaftlicher Methoden (statistischer Analyseverfahren) erklären zu können.²⁰⁹ Da die abgeleiteten Beziehungen globale Aussagekraft für eine bestimmte Gruppe haben sollen, stehen für quantitative Methoden die Objektivität des Forschers einerseits und die standardisierte Auswertung der erhobenen Daten andererseits im

²⁰⁵ Die Prüfung der aufgestellten Hypothesen erfolgt in Kapitel 5 anhand quantitativ erhobener Datensätze. Eine endgültige Verifizierung von Hypothesen kann durch die empirische Wissenschaft jedoch nicht erfolgen. Die Tatsache, dass eine Hypothese angenommen wird, führt noch nicht zu deren tatsächlichen Gültigkeit. Vielmehr kann vorläufig davon ausgegangen werden, dass sich die Hypothese bestätigt. Erst bei weiteren Belegen kann vorsichtig von einer bewährten Aussage gesprochen werden. Vgl. Kromrey (2002), S. 37 f.

²⁰⁶ Vgl. Brüsemeister (2008), S. 14; Diekmann (2008), S. 18 ff.; Atteslander (2006), S. 3ff.; Kromrey (2002), S. 23 f.

²⁰⁷ Vgl. Stier (1996), S. 6; Popper (1994), S. 15.

²⁰⁸ Vgl. Atteslander (2006), S.12. Eine überschneidungsfreie Abgrenzung der beiden Forschungsansätze ist dabei nicht möglich. Beiden liegen jedoch Zielsetzungen zu Grunde, welche schwerpunktmäßig verfolgt werden. Vgl. Wrona (2005), S. 2 ff.

²⁰⁹ Vgl. Wrona (2005), S. 3.

Vordergrund.²¹⁰ Die Quantitative Forschung eignet sich somit besonders zur Überprüfung bereits bestehender Theorien und Hypothesen in Form eines deduktiven Ableitens allgemeingültiger Aussagen.²¹¹ Als Schwäche der quantitativen Erhebung beschreibt LAMNEK (1995a), dass vielschichtige und komplizierte Strukturen nicht vollständig erfasst und nur stark verkürzt abgebildet werden können.²¹² In der Stärke der **qualitativen Methoden** liegt die Auflösung dieses Problems. Die qualitativen Forschungstechniken setzen an der Wirklichkeit an und versuchen darüber hinaus theoretische Hypothesen zu konstruieren.²¹³ Der Fokus dieser Ansätze liegt in der Erfassung von Abhängigkeiten zwischen Umfeld und Untersuchungszweck. Die Ableitung kausaler Zusammenhänge steht im Mittelpunkt qualitativer Forschung, deren verallgemeinernde Begründung ist nebensächlich. Diese induktive Vorgehensweise ermöglicht es komplexere Zusammenhänge erfassen und darstellen zu können, welche zudem die Realität besser abbilden.²¹⁴ Qualitative Analysen eignen sich daher gut zum Aufdecken neuer Zusammenhänge, welche im Anschluss für quantitative Untersuchungen verwendet werden können.²¹⁵ Abbildung 4.2 veranschaulicht die unterschiedliche Herangehensweise beider Forschungsperspektiven.

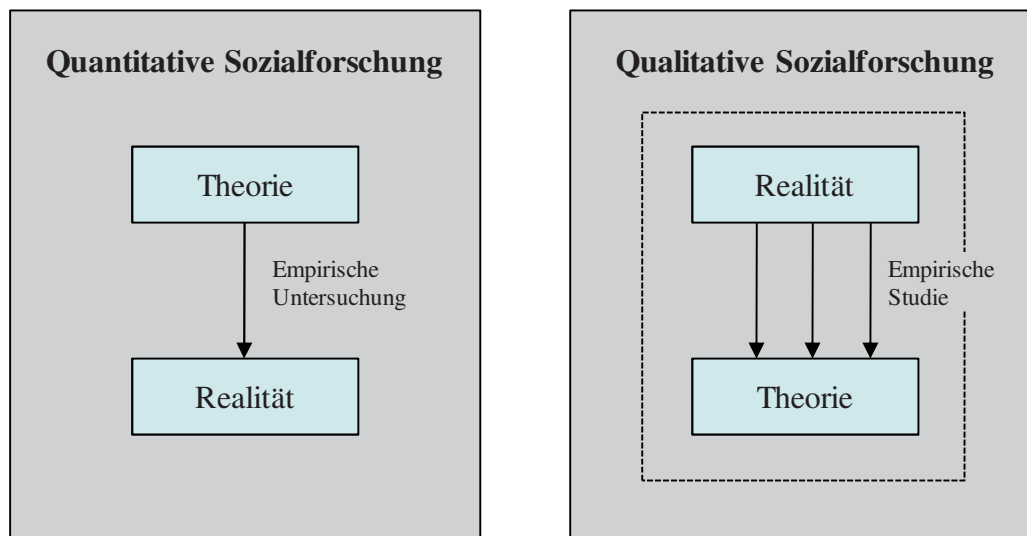


Abbildung 4.2: Forschungsperspektiven quantitativer und qualitativer Sozialforschung²¹⁶

²¹⁰ Vgl. Flick/Kardorff/Steinke (2008), S. 25

²¹¹ Vgl. Brüsemeister (2008), S. 9 f.; Popper (1994), S. 7 f.

²¹² Vgl. Lamnek (1995a), S. 4.

²¹³ Vgl. Mayring (2007), S. 16 ff.; Erzberger (1998), S. 36 ff.

²¹⁴ Vgl. Kromrey (2002), S. 529; Locke (2001), S. 95; Lamnek (1995a), S. 129.

²¹⁵ Vgl. Wrona (2005), S. 3 f.; im Bezug zu den von BORTZ/DÖRING (2006) unterteilten Klassen empirischer Forschungsziele werden quantitative Methoden vor allem für explanative Untersuchungen eingesetzt, während qualitative Verfahren in explorativen Studien Verwendung finden.

²¹⁶ Darstellung nach Lamnek (1995a), S. 129.

Verwandte empirische oder modellorientierte Literatur liefern gegebenenfalls Anhaltspunkte für mögliche Auswirkungen auf Lieferanten durch angepasste Bedarfsinformationen. Die daraufhin abgeleiteten Hypothesen würden jedoch bestenfalls eine sehr ungenaue Einschätzung der tatsächlichen Zusammenhänge wiedergeben.²¹⁷ Die Entwicklung einer Theorie mittels induktiver Vorgehensweisen führt in der Regel zu besseren Ergebnissen, da die Bedürfnisse und Gegebenheiten der Realität bei der Erstellung der Behauptung bewertet wurden.²¹⁸ Zudem liegt aufgrund der Komplexität der Thematik bei der Klassifizierung von Lieferanten in Folge der beschriebenen Abrufänderungen der Schluss nahe, auf qualitative Forschungsmethoden zurückzugreifen. Qualitative Forschungsmethoden sind nach LAMNEK (1995b) die Einzelfallstudie, das qualitative Interview, die Gruppendiskussion, die Inhaltsanalyse, die teilnehmende Beobachtung, das qualitative Experiment und die biographische Methode.²¹⁹ Innerhalb der qualitativen Methoden nehmen Fallstudien eine Sonderstellung ein, da für die Erhebung der Daten ausdrücklich quantitative Erhebungsinstrumente vorgesehen sind.²²⁰ Um das breite Spektrum qualitativer Forschungsmethoden zur Beantwortung der Forschungsfrage verwenden zu können, wird zur weiteren Durchführung auf **Fallstudien** zurückgegriffen. Des Weiteren ergeben sich durch die Merkmale von Fallstudienanalysen weitere Vorteile, die eine Anwendung nahe legen:

- Fallstudien unterscheiden sich von den übrigen Ansätzen dahingehend, dass es sich nicht um ein eigenständiges methodologisches Prinzip oder eine Erhebungstechnik, sondern eher um einen Forschungsansatz handelt, in welchem die übrigen Methoden Verwendung finden können.²²¹ EISENHARDT (1989) definiert ein erweitertes Verständnis für Fallstudienanalysen, indem sie auch quantitative Ansätze als mögliche Methoden einbezieht.²²² Dies erlaubt dem Anwender eine große Fülle an

²¹⁷ Die bestehende Literatur deckt die zu beschreibenden Zusammenhänge nicht ab. Aus diesem Grund müsste auf verwandte Literatur zurückgegriffen werden und daraus analoge Schlüsse gezogen werden.

²¹⁸ Vgl. Glaser/Strauss (1980), S. 5.

²¹⁹ Vgl. Lamnek (1995b). Andere Übersichten geben unter anderem Flick (2009), S. 11 ff. und Bortz/Döring (2006), S. 50 f.

²²⁰ Die Anwendung quantitativer Methoden in Fallstudien ist umstritten. Vgl. Borchardt/Göthlich (2007), S. 34. Der Großteil der betriebswirtschaftlichen Forschung und auch andere Sozialwissenschaften orientieren sich dabei an YIN, welcher quantitative Techniken explizit einschließt. Vgl. Yin (2009), S. 102.

²²¹ Da es sich nicht bei Fallstudien nicht um eine Erhebungstechnik oder Methodik handelt, hat sich die Bezeichnung „approach“ durchgesetzt. Vgl. Witzel (1982), S. 78.

²²² Vgl. Eisenhardt (1989), S. 534 f.

Anwendungsmöglichkeiten, für welche jeweils das **passende methodische Instrument** ausgewählt werden kann.

- Ein übergreifendes Merkmal für Fallstudienanalysen ist die Erfassung **komplexer Sachverhalte** innerhalb bestimmter Grenzen.²²³ Die Beleuchtung weniger Variablen und Stellgrößen steht im Mittelpunkt der Analyse; die Beschränkung auf wenige „Dimensionen“ erlaubt dem Forscher eine tiefgreifende Erfassung der Sachverhalte.²²⁴
- Aufgrund der Möglichkeit viele Methoden einsetzen zu können und die Beschränkung auf eine gezielte Auswahl weniger Variablen, welche in vielschichtigen Beziehungen zueinander stehen können, bietet es sich an, **multimethodisch** vorzugehen.²²⁵ Der gleichzeitige Einsatz mehrerer Methoden bietet außerdem die Chance Erhebungsfehler zu erkennen und zu beseitigen.
- Bei der Beantwortung einer Forschungsfrage mit Fallstudien können ein **Einzelfall oder mehrere Einzelfälle** zum Einsatz kommen.²²⁶ Eine Entscheidung über die Anzahl der Fälle hängt von den zur Verfügung stehenden Ressourcen und Fällen ab. Eine pauschale Aussage über die notwendige Anzahl zu untersuchender Fälle kann nicht getroffen werden und muss je nach Situation erfolgen.
- Fallstudienanalysen können für wissenschaftliche Untersuchungen zur **Prüfung, Beschreibung oder Generierung von Theorien** eingesetzt werden.²²⁷ Dies geschieht jedoch stets im Bezug auf die zu untersuchenden Phänomene. Statistische Generalisierbarkeit ist dabei nicht das Ziel der Untersuchung.²²⁸

²²³ Vgl. Eisenhardt (1989), S. 534.

²²⁴ Vgl. Lamnek (1995b), S. 5.

²²⁵ Die Anwendung einer einzigen Methode würde dem Anspruch einer Fallstudie nicht gerecht und diese auf eine einfache Erhebungstechnik reduzieren. Vgl. Lamnek (1995b), S. 5. Eine Beschreibung ausgewählter qualitativer Erhebungstechniken findet man u.a. bei Yin (2009), S. 101 ff.; Schnell/Hill/Esser (2008), S. 319 ff.; Lamnek (1995b).

²²⁶ Vgl. Yin (2009), S. 46 ff.

²²⁷ Vgl. Yin (2009), S. 21; Eisenhardt (1989), S. 535.

²²⁸ Vgl. Borchardt/Göthlich (2007), S. 36.

4.2 Entwicklung und Durchführung der Studie

4.2.1 Forschungsdesign

Erhebungsmethode

Zur Erhebung empirischer Daten können Inhaltsanalysen, Beobachtungen und Befragungen eingesetzt werden.²²⁹ Die Stärke von Fallstudien liegt in der Methodentriangulation. Entsprechend wird zur Untersuchung der Fälle auf **schriftliche und mündliche Befragungen** (standardisierter Fragebogen und problemzentriertes Interview) und **Beobachtungen** (semistrukturierte offene Beobachtung) zurückgegriffen. Die Inhaltsanalyse wird stärker zu Analysezwecken als zur Datenerhebung eingesetzt und wird für die Untersuchung nicht angewendet.²³⁰

Befragungen können mündlich (Interview) oder schriftlich durchgeführt werden. Mündliche Befragungen können weiterhin in persönliche und telefonische Interviews unterschieden werden.²³¹ Schriftliche Befragungen sind besonders geeignet, wenn dem Befragten ausreichend Zeit eingeräumt werden soll, um sich mit der Fragestellung beschäftigen zu können und sorgfältige Antworten geben zu können.²³² In den vorliegenden Fällen wurde die Variante des **Email-Survey** eingesetzt.²³³ Die Befragten erhalten dabei einen standardisierten Fragebogen per Email und senden diesen auf dem gleichen Übertragungsweg wieder an den Versender zurück.

Falls über den Forschungsgegenstand noch keine genauen Kenntnisse vorhanden sind und eine nähere Beleuchtung der Fragestellung angebracht ist, sind Interviews sinnvoll.²³⁴ Im Besonderen eignen sich qualitative Interviews für die Identifikation von Zusammenhängen, da auf eine Standardisierung der Fragen weniger Wert gelegt wird und somit Antworten außerhalb der antizipierten Kategorien möglich sind. Eine Übersicht der qualitativen Interviews zeigt Abbildung 4.3.

²²⁹ Vgl. Stier (1996), S. 163. ATTESLANDER (2006) ergänzt als vierte Möglichkeit zur Abbildung der sozialen Wirklichkeit das Experiment. Vgl. Atteslander (2006), S. 54.

²³⁰ Vgl. Stier (1996), S. 163.

²³¹ Zur Klassifizierung von Befragungsformen vgl. Kromrey (2002), S. 376 ff. DIEKMANN (2008) nimmt eine andere Einteilung vor, indem er das telefonische und persönliche Interview auf einer Ebene mit der schriftlichen Befragung sieht. Vgl. Diekmann (2008), S. 437.

²³² Die Vor- und Nachteile schriftlicher Befragungen werden eingehend in 5.1.1 diskutiert.

²³³ Vgl. Schnell/Hill/Esser (2008), S. 378.

²³⁴ Vgl. Schnell/Hill/Esser (2008), S. 322.

Methodologische Prämissen	Narratives Interview	Problem-zentriertes Interview	Fokussiertes Interview	Tiefen-interview	Rezeptives Interview
Offenheit	völlig	weitgehend	nur bedingt	kaum	völlig
Kommunikation	erzählend	zielorientiert fragend	Leitfaden	fragend/ erzählend	erzählend/ beobachtend
Prozesshaftigkeit	gegeben	gegeben	nur bedingt	gegeben	gegeben
Flexibilität	hoch	relativ hoch	relativ gering	relativ hoch	hoch
Explikation	ja	ja	ja	ja	bedingt
Theoretische Voraussetzungen	relativ ohne	Konzept vorhanden	weitgehendes Konzept	Konzept vorhanden	relativ ohne; nur Vorverständnis
Hypothesen	Generierung	Generierung/ Prüfung	eher Prüfung/ auch Generierung	eher Prüfung/ auch Generierung	Generierung/ Prüfung
Perspektive der Befragten	gegeben	gegeben	bedingt	bedingt	absolut

Abbildung 4.3: Formen qualitativer Interviews²³⁵

Die Daten für die Fallstudien wurden mittels **problemzentrierter Interviews** gewonnen. Kennzeichnend für diese Art der mündlichen Befragung ist die Orientierung an einem Leitfaden mit hoher Flexibilität, so dass von einer offenen, halbstrukturierten Befragung gesprochen wird.²³⁶ Typischerweise werden problemzentrierte Interviews mit quantitativen Erhebungsmethoden verknüpft, um die Stärke der Fallstudienforschung in Gänze auszuspielen.²³⁷ Dies ist dadurch gegeben, dass die schriftliche Befragung im Interview Verwendung findet.

²³⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Lamnek (1995b), S. 91. Eine ähnliche Einteilung ist bei Flick (2009), S. 193 ff. zu finden.

²³⁶ Vgl. Wrona (2005), S. 25.

²³⁷ Vgl. Diekmann (2008), S. 542 f.

Beobachtungen lassen sich an einer Vielzahl von Kriterien klassifizieren.²³⁸ Eine allgemeine Theorie der Beobachtung existiert dabei nicht.²³⁹ ATTESLANDER (2006) teilt Beobachtungen wie in Abbildung 4.4 dargestellt ein:

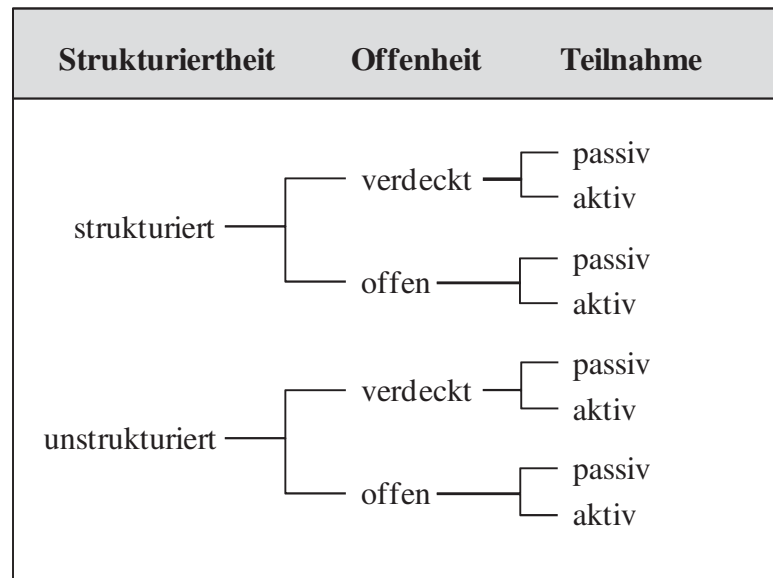


Abbildung 4.4: Einteilung der Beobachtungsformen²⁴⁰

In der Untersuchung wird mit einer **offenen strukturierten Beobachtung mit passiver Teilnahme** gearbeitet. In der Fallstudie tritt der Beobachter offensichtlich als Forscher auf, so dass von einer offenen Beobachtung auszugehen ist. Die Erfassung der Daten kann in einem Kontinuum zwischen völliger Strukturlosigkeit bis zur vollkommenen Standardisierung erfolgen. In diesem Fall ist eine semistrukturierte Vorgehensweise gewählt worden, da eine weitgehend systematische Erfassung der Daten notwendig erscheint. Durch die fehlende aktive Beteiligung im beobachtenden Bereich wird die Beobachtung als eine passiv teilnehmende eingeordnet.²⁴¹

Grundsätzlich verbleibt dabei den Beobachtern die Aufgabe, Daten aufzunehmen, zu beurteilen und zu protokollieren.²⁴² Wissenschaftliche Beobachtungen grenzen sich von Alltagsbeobachtungen dadurch ab, dass sie „a) einem bestimmten Forschungszweck

²³⁸ Zur Einordnung der Formen von Beobachtungen siehe u.a. Schnell/Hill/Esser (2008), S. 390 ff.; Kromrey (2002), S. 339 f.; Lamnek (1995b), S. 139 ff.

²³⁹ Vgl. Stier (1996), S. 170.

²⁴⁰ Darstellung in Anlehnung an Atteslander (2006), S. 87.

²⁴¹ Vgl. Lamnek (1995b), S. 247 ff.

²⁴² Vgl. Schnell/Hill/Esser (2008), S. 400.

dienen, b) systematisch geplant [...] werden, c) systematisch aufgezeichnet [...] werden und d) wiederholten Prüfungen und Kontrollen [...] unterworfen werden“.²⁴³

Untersuchungsgegenstand

Die weiterentwickelten Abrufkonzepte aus Kapitel 3 bilden die Grundlage für die Untersuchung im Rahmen der Fallstudie. Ausgehend von den oben beschriebenen Fragestellungen soll daran die Wirkung auf die Ressourcenanforderung bei Lieferanten beschrieben werden. Daneben werden Kenngrößen hergeleitet, welche die Zulieferunternehmen nach der Wirksamkeit der Abrufe einteilen.

Eine hohe Detailgüte der Ergebnisse setzt eine leicht nachzuvollziehende Bewertungssituation für den Lieferanten voraus. Die isolierte Betrachtung der einzelnen Konzepte ist dabei ohne Weiteres möglich, hat jedoch durch die ausführliche Vorgehensweise einen ungleich höheren Zeitaufwand zur Folge. Dies kann Akzeptanzprobleme bei den Untersuchungsobjekten hervorrufen, womit eine trennscharfe Unterscheidung der einzelnen Konzepte erschwert wird. Entsprechend wurden die Einzelkonzepte in einer neuen, hypothetischen Abrufsituation beschrieben. Diese wurde aus den kombinierten Ausprägungen der einzelnen Abrufkonzepte gebildet. Bei der Festlegung der Parameter wurde eine vorsichtige Einschätzung hinsichtlich der kurzfristigen Umsetzbarkeit der Konzepte getroffen.

Für die Abrufsituation der Fallstudie sind Bestellmengen für fünf Tage rollierend fixiert (Frozen Zone). Definierte Abrufgrenzen sind nicht festgelegt. Die Abrufe einer Arbeitswoche (Glättungszeitraum) enthalten zusätzlich gleichmäßige Abrufmengen. Die Abholtermine sind durch den OEM zeitlich festgelegt und finden in wiederkehrend gleichem Rhythmus statt. Ein Planungshorizont für gleichmäßige Abrufe und zur Festlegung neuer Routen wurde nicht definiert. Die Abrufsituation war durch die schlanke Konzeption einfach für die Teilnehmer zu verstehen. Auf Verständnisschwierigkeiten konnte im Gespräch eingegangen werden. Tabelle 4.1 fasst die Einzelkonzepte mit den jeweiligen Gestaltungsparametern und Ausprägungen zusammen.

Ein Rückschluss auf Vorteilhaftigkeit und Relevanz der einzelnen Konzepte wird am Ende einer Falluntersuchung mit dem Lieferanten anhand der hypothetischen

²⁴³ Jahoda/Deutsch/Cook (1966) S. 77.

Abrufsituation gezogen. Aussagen über die Konzepte sind somit in begrenztem Umfang möglich.

Koordinationsansatz	Gestaltungsparameter	Ausprägung
Frozen Zone	• Länge des Planungshorizonts	5 Arbeitstage
Definierte Abrufgrenzen	• Länge des Planungshorizonts • Größe des Abrufintervalls	- -
Gleichmäßige Abrufe	• Länge des Glättungszeitraums • Länge des Planungshorizonts	1 Woche -
Definierte Abholtermine	• Länge des Planungshorizonts	unbestimmt

Tabelle 4.1: Hypothetische Abrufsituation für die Fallstudienanalyse

Datenerhebung

Der Datenerhebungsprozess gliedert sich in zwei Teile. Zunächst wurde der Gesprächspartner für die Fragestellung im Vorfeld sensibilisiert, während der eigentliche Erkenntnisprozess beim Lieferanten vor Ort durchgeführt wurde (Abbildung 4.5).

Ablauf	Durchführungsschritt	Erhebungsmethode
Vorbereitende Maßnahmen	Einführungspräsentation	
	Telefonische Einführung	
	Fragebogen	Schriftliche Befragung
Erhebung der Daten	Workshop beim Lieferanten	Beobachtung Problemzentriertes Interview

Abbildung 4.5: Darstellung des Datenerhebungsablaufs²⁴⁴

Die ausgewählten Lieferanten wurden telefonisch kontaktiert und über den Zweck und das Ziel der Analyse in Form einer parallel zugesandten Einführungspräsentation informiert. Die schriftlichen Unterlagen enthielten weiterhin die oben beschriebene

²⁴⁴ Eigene Darstellung.

Abrufsituation und den Ablauf des Forschungsprojekts. Nach zwei Wochen folgte ein telefonisches Gespräch, in welchem offene Fragen zum Projekt allgemein und zur Abrufsituation im Speziellen geklärt wurden. Wie in der Einführungspräsentation beschrieben, wurde den teilnehmenden Unternehmen im Anschluss daran ein kurzer Fragebogen als Email-Survey zugesendet. Dieser enthielt Fragen zur Einschätzung des Unternehmensbedarfs für definierte Ressourcen in der gegenwärtigen und in der hypothetischen Abrufsituation für einen zuvor festgelegten Hersteller.²⁴⁵ Außerdem konnten die Lieferanten weitere Ressourcen ergänzen, falls die vorgegebenen die jeweilige Unternehmenssituation nicht ausreichend wiedergaben.²⁴⁶ Die Klärung von Rückfragen war jederzeit telefonisch möglich. Mit Hilfe des Fragebogens sollte innerhalb des Zulieferunternehmens Sensibilität für das Thema entstehen und eine Gesprächsgrundlage für einen Workshop vor Ort geschaffen werden. Der Fragebogen diente ausdrücklich nicht zur Auswertung von Daten, sondern war lediglich eine unverbindliche Grundlage der weiteren Analyse. Zur Beantwortung der eigentlichen Forschungsfrage vereinbarte man dafür nach Rücksendung des Fragebogens einen eintägigen Besuch bei den Lieferanten.

Für eine umfangreiche Erfassung der umgebungsspezifischen Logistik- und Produktionsgegebenheiten und eine adäquate Einschätzung der Effekte wurde der Termin gemeinsam mit Experten aus der Automobilindustrie durchgeführt. Nach einer Darstellung des Arbeitsziels und einer nochmaligen Vorstellung der zu vergleichenden Abrufsituation, erfolgte eine Werksbegehung. Dabei wurden die Fertigungsumgebung und Informationsprozesse aufgenommen und offene Fragen notiert. Die erhobenen Daten durch die semistrukturierte, offene Beobachtung verschafften dabei einen Überblick zu Funktionsweise, Stärken und Schwächen der Fertigungsumgebung.

Im Anschluss daran wurde zum gemeinsamen Verständnis mit Vertretern des Lieferanten der Material- und Informationsfluss in Form einer einfachen Wertstromanalyse graphisch dargestellt.²⁴⁷ Diese Darstellung bildete die Grundlage für ein problemzentriertes Interview, welches sich im Wesentlichen an den Ressourcen des

²⁴⁵ Untersucht wurden die Elementarfaktoren (produktive Faktoren) Arbeitsleistungen und Werkstoffe, sowie die dispositiven Faktoren Geschäfts- und Betriebsleitung, Planung und Betriebsorganisation. Der Elementarfaktor Betriebsmittel ist nicht Gegenstand der Betrachtung. Vgl. Gutenberg (1983), S. 2 f. Eine Ausnahme bilden Flächen, da diese kundenspezifisch belegt werden und eine Änderung der Prozesse eine Umgestaltung der Flächenbelegung hervorrufen kann. Auf die Ressourcen wird in den Fallstudien im Einzelnen eingegangen. In den Abbildung 4.7-Abbildung 4.9 sind diese überblickshaft dargestellt.

²⁴⁶ Von dieser Möglichkeit machte kein Unternehmen Gebrauch, so dass alle beschriebenen Ressourcen auch jede in der Realität vorkommende Kostenursache abdeckte.

²⁴⁷ Eine Beschreibung der Wertstromanalyse findet sich u.a. bei Erlach (2010).

zu Eingangs gesendeten Fragebogens orientierte. In diesem Gespräch gab der Lieferant Auskunft über die Ressourcenwirkungen durch die beschriebene Abrufsituation und bemaß anschließend den Einfluss der einzelnen Konzepte.

4.2.2 Datengrundlage

Der Fallauswahl wird in der Fallstudienforschung eine hohe Bedeutung zugemessen. Im Gegensatz zu Ergebnissen aus quantitativen Untersuchungen nehmen Erkenntnisse der Fallstudienforschung keine Repräsentativität für sich in Anspruch. Die Ziehung einer statistisch belastbaren Sample wird demzufolge bei der Entscheidung vernachlässigt.²⁴⁸ Aufgrund der explorativen Fragestellung und einer intensiven Auseinandersetzung mit den einzelnen Teilnehmern der Stichprobe steht für Fallstudienanalysen jedoch stärker die Auswahl bedeutsamer Fälle hinsichtlich untersuchungsrelevanter Merkmale im Fokus. Demnach werden in erster Linie Fälle ausgewählt, um die theoretisch gelegten Fundamente möglichst komplex, differenziert und ausführlich begründen zu können.²⁴⁹ Aufgrund der wenigen betrachteten Fälle haben Stichprobenfehler erheblichen Einfluss. Die gewonnenen Erkenntnisse können so ein verzerrtes Bild der Realität widergeben.²⁵⁰ Dementsprechend ist es essentiell, die Fälle einer systematischen Auswahl zu unterziehen.²⁵¹ Für das kriteriengesteuerte Sampling stehen mehrere Strategien zur Verfügung. Die vorliegenden Fälle wurden durch **theoretical sampling** identifiziert.²⁵² Dabei wird im ersten Schritt ein für die Problemstellung relevanter Fall ausgewählt. Dieser dient als Ausgangsbasis für die weitere Suche. Die Entscheidung für die Aufnahme weiterer Untersuchungseinheiten erfolgt entweder nach der Ähnlichkeit (maximale Kontrastierung) oder den Unterschieden (minimale Kontrastierung) zwischen den betrachteten Kandidaten.²⁵³ Die Auswahl eines neuen Falls und die Übernahme in die Stichprobe verlaufen in der Regel sukzessiv.

²⁴⁸ Vgl. Stake (1995), S. 4.

²⁴⁹ Vgl. Lamnek (1995b), S. 21 f. Ein besonderer Aspekt bei der Auswahl der Fälle stellt in diesem Zusammenhang die Möglichkeit nach einer transparenten Erfassung des Forschungsfortschritts dar. Vgl. Pettigrew (1990), S. 275.

²⁵⁰ Vgl. Kelle/Kluge (2010), S. 42; Wrona (2005), S. 23.

²⁵¹ Zur Einordnung der bewussten Auswahl in die nicht zufallsgesteuerten Auswahlverfahren vgl. Kromrey (2002), S. 272 ff. Diese Vorgehensweise kann im Gegensatz zur Zufallsauswahl (statistical sampling) eingeordnet werden. Vgl. Lamnek (1995b), S. 22.

²⁵² Neben dem *theoretical sampling* sind für systematische Fallauswahlverfahren insbesondere noch die *Suche nach Gegenbeispielen* aus der „Chicagoer Schule“ und die *qualitativen Stichprobenpläne* zu erwähnen. Vgl. Kelle/Kluge (2010).

²⁵³ Vgl. Wrona (2005), S. 23.

Die Analyse einer veränderten Abrufsystematik und die anschließende Extraktion logistischer Kenngrößen zur weiteren Berücksichtigung der Heterogenität in der Zulieferlandschaft der Automobilindustrie bedingt eine Auswahl möglichst unterschiedlicher Fälle. Da dies aufgrund der Vielfalt der Lieferantentypen in der Automobilindustrie mit einem nicht wirtschaftlichen Forschungsaufwand einhergeht, werden in der folgenden Analyse Erkenntnisse anhand vergleichbarer Fälle gewonnen. Durch die Auswahl von Untersuchungseinheiten nach dem Ähnlichkeitskriterium ist es möglich, unterschiedliche Forschungserkenntnisse zu einer entsprechenden Ausgangsbasis in Relation zu setzen und Schlüsse daraus zu ziehen. Dadurch können letztendlich differenzierte und allgemeine Handlungsmuster abgeleitet werden.²⁵⁴

Als Ähnlichkeitskriterien sind Informationen über die Produktion und das hergestellte Produkt des Lieferanten relevant. Da a priori keine detaillierten Kennzahlen zur Produktionsumgebung und den logistischen Kenngrößen der Zulieferbetriebe zur Verfügung stehen, wurde folglich eine substituierende Einordnung vorgenommen. Ersatzweise wurden Standorte von Lieferanten nach den hauptsächlich eingesetzten Fertigungsverfahren²⁵⁵ und Werkstoffen²⁵⁶ klassifiziert.

	Lieferant 1	Lieferant 2	Lieferant 3
Fertigungsverfahren	• Fügen	• Fügen	• Stoffeigenschaft ändern • Fügen
Werkstoffe	• Kunststoffe • Metalle	• Kunststoffe • Metalle	• Kunststoffe • Metalle

Abbildung 4.6: Betrachtete Fälle für die Analyse²⁵⁷

²⁵⁴ Vgl. Lamnek (1995b), S. 23.

²⁵⁵ Nach KIENZLE (1966), lassen sich Fertigungsverfahren in die sechs Hauptgruppen *Urformen* (z.B. Gießen, Sintern), *Umformen* (z.B. Schmieden, Walzen), *Trennen* (z.B. Fräsen, Bohren), *Fügen* (z.B. Montieren, Schweißen), *Beschichten* (z.B. Lackieren, Galvanisieren), *Stoffeigenschaft ändern* (z.B. Härten, Magnetisieren) unterteilen. Vgl. Kienzle (1966), S. 169 ff.

²⁵⁶ Werkstoffe können die vier Gruppen *Metalle* (z.B. Eisen), *Keramische Stoffe* (z.B. Glas), *Kunststoffe* (z.B. Gummi) und *Verbundwerkstoffe* (z.B. Stahlbeton) eingeteilt werden. Daneben existieren Werkstoffgruppen, die Zwischenstellungen einnehmen wie die Halbleiter oder die Supraleiter, welche zwischen den keramischen Stoffen und den Metallen anzusiedeln sind. Vgl. Hornbogen (2006), S. 5 f.

²⁵⁷ Eigene Darstellung.

In der folgenden Untersuchung werden drei Fälle betrachtet, welche in Zusammenarbeit mit der AUDI AG ausgewählt wurden.²⁵⁸ Abbildung 4.6 zeigt die verwendeten Fertigungsverfahren und die eingesetzten Werkstoffe der analysierten Umfänge.

4.3 Ergebnisse

Im Weiteren erfolgt die Darstellung der Fallstudienresultate. Dabei wird im Einzelnen auf die Bereiche Programmplanung und Disposition, Beschaffung, Produktion und Distribution eingegangen. Am Ende jeder Fallstudie erfolgt eine Zusammenfassung der Effizienzvorteile zu einzelnen Abrufkonzepten. In der Beschreibung der Fälle beziehen sich alle Angaben auf die lieferantenseitigen Prozesse zur Versorgung eines Beispielherstellers.²⁵⁹ Ebenso sind alle weiteren Daten des Lieferanten Kenngrößen für die untersuchten Prozesse.

4.3.1 Fallstudie 1

Das Werk des Lieferanten 1 stellt das untersuchte Bauteil für mehrere Automobilhersteller her, wobei die vom Kunden bezogene Menge mehr als die Hälfte des Gesamtausbringungsvolumens darstellt. Die Endprodukte des Lieferanten sind jedoch kundenspezifisch und können nicht OEM übergreifend vertrieben werden. Dadurch sind gleiche Beschaffungsmaterialien und Vorprodukte für unterschiedliche Hersteller lediglich in geringem Maße verwendbar.²⁶⁰ Am untersuchten Standort werden ausschließlich Montagetätigkeiten durchgeführt.

Programmplanung und Disposition

Die Produktionsplanung wird auf Basis der FAB durchgeführt. Der Feinabruf am Ende einer Woche ist Grundlage für das Fertigungsprogramm der gesamten Folgewoche. Der Lieferant löst sich durch seinen Planungsrythmus wöchentlich von den Abrufen des Herstellers und fokussiert sich stattdessen auf die bestmögliche Ausgestaltung seiner Fertigungsabläufe. Die Abrufe des OEM sind jedoch als aktualisierte Versandinformation weiterhin wichtig und müssen mit den Mengen des FAB der

²⁵⁸ Eine Analyse fand bei mehr als drei Lieferanten statt.

²⁵⁹ Im Weiteren wird der jeweilige Beispielhersteller als Kunde „bezeichnet“.

²⁶⁰ Eine Verwendung von Gleichteilen oder carryover parts für mehrere OEM ist problematisch, da sie die Produktgestaltung und -entwicklung des Automobilherstellers in erheblichen Maß einschränken würde. Vgl. Clark (1989).

Planungswoche täglich verglichen werden. Diese Überprüfungen und Abstimmungen mit der Logistik im Fertigwarenlager erzeugen Aufwand für die Programmplaner, welcher bei unzureichendem Bestand in zusätzliche Koordinationsarbeit für die Umorganisation des bestehenden Produktionsprogramms mündet. Lieferant 1 emanzipiert sich weitgehend von den Abrufen des OEM und nutzt tägliche Aktualisierungen im Wesentlichen zur Versandsteuerung. Da ein Eingreifen in den Produktionsplan möglich ist, kann hier von einem offenen Vertriebs- und Produktionssystem gesprochen werden.²⁶¹

Der Programmplaner erstellt bei Lieferant 1 die Produktionsreihenfolge und agiert zugleich als Disponent für den OEM. Durch die Möglichkeit sich ändernder Bestellmengen bis zur Abholung hat er die Aufgabe, täglich den aktuellen Bestand mit dem Abruf abzugleichen und bei Bedarf den Produktionsplan anzupassen. Unter Umständen müssen daraufhin durch die interne Logistik die ursprünglichen Versorgungsabläufe korrigiert werden. Feste Abrufmengen machen diese Tätigkeiten überflüssig. Zusätzlich entfallen Abstimmungen mit dem Disponenten des Herstellers aufgrund von Mengenanpassungen. Da Probleme in dieser Hinsicht nur selten auftraten, werden die Verbesserungspotentiale als gering eingeschätzt.

Beschaffung

Für die internen Logistikprozesse in der Beschaffung treten durch die angepassten Abrufbedingungen keine spürbaren Verbesserungen ein. Die bestehenden Vormaterialbestände sind das Ergebnis effizienter Belieferungsprozesse und fallen bereits sehr niedrig aus. Weitere Absenkungsmöglichkeiten dieses Bestands infolge geringerer Verbrauchsschwankungen durch eine Kurzfriststabilität sind nicht gegeben. Eine Verbesserung der langfristigen Vorschauqualität würde hier jedoch Spielräume für Optimierungsansätze eröffnen. Besonders die Vorprodukte von Lieferanten mit langen Wiederbeschaffungszeiten könnten genauer disponiert werden. Die aktuelle Bestandshöhe ist notwendig, um die laufende Produktion bedienen zu können, sich gegen Umweltrisiken abzusichern oder bei Qualitätsproblemen reagieren zu können. Ebenso sind die bestehenden Lagerflächen im gleichen Umfang wie bisher notwendig. An der Anzahl der erforderlichen operativen Mitarbeiter im Wareneingangsbereich ändert sich durch die neue Abrufsituation nichts. In der näheren Vergangenheit waren auch für kurzfristige Kundenwünsche ausreichend Vormaterialien für die Fertigung

²⁶¹ Vgl. Abbildung 2.6.

vorhanden, so dass keine außerplanmäßigen Transporte von Vorlieferanten notwendig waren.

Produktion

Lieferant 1 musste sich in der Vergangenheit nicht mit größeren Mengenänderungen auseinandersetzen. Die relativ hohe Qualität der Abrufe erlaubte ihm sein geplantes Programm ohne nennenswerte Anpassungen durchzuführen. Kleine Losgröße, eine niedrige Durchlaufzeit und geringe Varianz ermöglichen dem Lieferanten ferner Nachfrageänderungen in der Produktion ohne größeren Planungsaufwand zu integrieren. Die zusätzliche Sicherheit durch die Frozen Zone sowie eine Verwendung der Information aus der Gleichmäßigkeit der Abrufe ist für den Lieferanten in der Produktion nicht relevant, da das Programm des Lieferanten einer Woche weitgehend unabhängig von den aggregierten Wochenbedarfsmengen des OEM ist. Der Lieferant stellt zwar sicher, zum Zeitpunkt der Abholung ausreichend Teile auf Lager zu haben, um den Abruf erfüllen zu können, die Einplanung der Reihenfolge auf seiner Linie geschieht jedoch nach produktionsoptimalen Gesichtspunkten. Durch diese lose Verknüpfung auf Wochenbasis und der bestehenden Abrufgüte ist eine längere Abrufstabilität Voraussetzung, um zusätzliche Effekte für den Lieferanten in der Fertigung zu erzeugen. Er ist daraufhin in der Lage, sein Produktionsprogramm besser auf den Bedarf im Abrufhorizont abzustimmen und durch Losgrößenanpassungen Fertigungs- und Logistikaufwand zu reduzieren. Die Höhe der benötigten Fertigungsmitarbeiter, Logistikmitarbeiter, Umlaufbestände und Produktions- und Logistikflächen bleibt von einer rollierenden Abruffestsetzung für fünf Tage unberührt. Aus gleichen Gründen bleibt der Ressourcenbedarf durch gleichmäßige Abrufe für den Zeitraum einer Woche konstant.

Distribution

Durch die Entkopplung des Produktionsprogramms von den Abrufen muss der Lieferant kurzfristige Abweichungen in den Bestellungen im derzeitigen Prozess aus dem Fertigwarenbestand bedienen können. Dieser beinhaltet einen Sicherheitsbestand für Abrufänderungen und Qualitätsprobleme, sowie die Menge für den nächsten Abruf. Ein Entfallen von Nachfrageänderungen durch den festen Abrufhorizont ermöglicht es dem Lieferanten den Bestand um etwa 15% zu senken. In etwa gleichem Maße kann auf Versandfläche verzichtet werden. Mit 3,5 Tagen ist dieser jedoch bereits sehr gering. Dies ist darauf zurückzuführen, dass eine flexible Planung und effiziente interne Logistikprozesse bei größeren Schwankungen weitere Anpassungen durchführen

können, um die abgerufenen Teile bereitstellen zu können. Obwohl die Abrufe für den Lieferanten in der Regel sehr geringen Fluktuationen unterliegen, waren dennoch Sonderfahrten aufgrund kurzfristiger Mengenerhöhungen zum Hersteller notwendig. Durch die fünftägige Mengenzusage des OEM würden diese vollständig entfallen. Änderungen vor dem fünftägigen Horizont können durch den Fertigwarenbestand oder Produktionsprogrammänderungen aufgefangen werden.

Der Spediteur holt im Regelfall dreimal pro Woche Teile für den Kunden ab. Da dieser nur ungenaue Angaben zum Eintreffzeitpunkt gibt und diese mitunter nicht einhält, muss der Warenausgang ständig besetzt sein. Allerdings gilt es hier zwischen einer Abholung durch einen direkten Transport und nach dem Gebietsspediteur-Konzept zu unterscheiden.²⁶² Der Spediteur hält die vorgegebenen Zeitfenster auf der Direktrelation wesentlich zuverlässiger ein, so dass auch die Planungen für den Lieferanten vereinfacht werden. Für den Warenausgang müssen Mitarbeiter abgestellt werden, um die schwer kalkulierbare Ankunft des Spediteurs zu koordinieren und die Waren zu verladen. Ein fest vorgegebener Eintreffzeitpunkt entlastet die Mitarbeiter im Warenausgang wesentlich und kann deren Kapazitätsbedarf bedeutend reduzieren.

Bewertung der einzelnen Konzepte für Lieferant 1

Die garantierte Fixierung der Abrufe bringt für den Lieferanten den größten Vorteil. Damit lassen sich für ihn Abstimmungs- und Anpassungsvorgänge reduzieren. Zudem lässt die dadurch entstehende Sicherheit eine Absenkung des Fertigwarenbestands zu.

Zusätzlich zu einer einfachen Festsetzung der Abrufe haben gleichmäßige Abrufe weitere Effekte, sofern die Glättungsperiode mindestens zwei Wochen beträgt und damit die Planungsperiode des Lieferanten übersteigt. Diese Form der Verbesserung beinhaltet zum einen die Vorteile einer gewissen Sicherheit und bietet zum anderen die Möglichkeit innerhalb eines Glättungszeitraums den Programmplanungsaufwand nur einmalig durchzuführen und für weitere Perioden zu übernehmen. Für diesen Lieferanten ist es entscheidend, dass die Menge der einzelnen Teilenummern innerhalb der Glättungsperiode je Abrufe konstant bleiben. Dies kann damit begründet werden, dass innerhalb seiner Produktion farbgebende Prozesse wesentlich zur Bildung der Varianz beitragen.

²⁶² Zur Einordnung bestehender Transportkonzepte vgl. 4.4.

Die Festlegung des Abholtermins ermöglicht dem Lieferanten seine Prozesse im Warenausgang wirtschaftlicher auszulegen. Im Zuge dessen ist er in der Lage, dortige Mitarbeiter effizienter einzusetzen, Flächen zu reduzieren und auf Sondertransporte zu verzichten. Eine Zusammenfassung der Effekte ist in Abbildung 4.7 dargestellt.

Den nicht bewerteten, jedoch angesprochenen Ansatz der definierten Abrufgrenzen sieht der Lieferant als weitere Möglichkeit sich vor Kapazitätsengpässen zu schützen und Vormaterialbestände zu reduzieren.

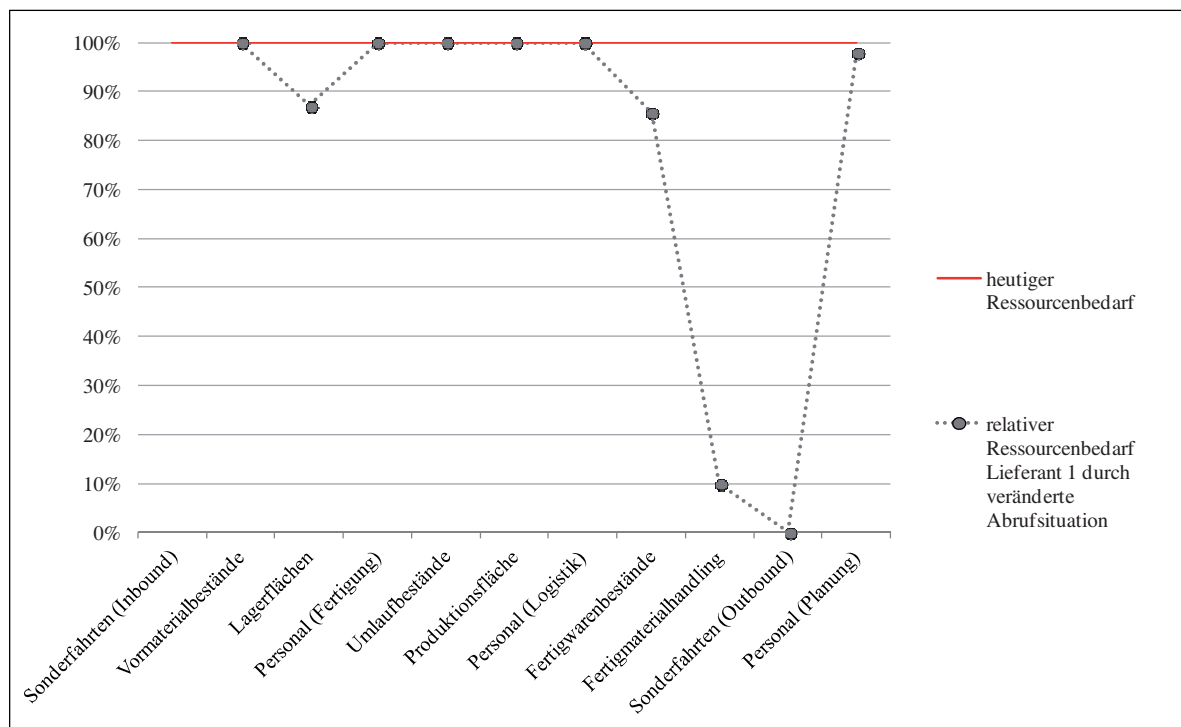


Abbildung 4.7: Prozentuale Ressourcenbedarfsunterschiede für Lieferant 1 durch die hypothetische Abrufsituation²⁶³

4.3.2 Fallstudie 2

Lieferant 2 stellt mehrere Produkte her, mit welchen dieser die Werke des Kunden beliefert. Die Nachfrage nach diesen Teilen wird für bestimmte Modellreihen vollständig vom Lieferanten gedeckt. An der Gesamtausbringung des Werks nimmt das Volumen des Kunden eine untergeordnete Rolle ein, da andere Abnehmer den Großteil der Produktionskapazitäten in Anspruch nehmen. Die Endprodukte sind herstellerspezifisch und können nicht an andere OEM vertrieben werden. Entsprechend

²⁶³ Eigene Darstellung.

finden gleiche Vormaterialien bei Einkaufsteilen nicht bei den Produkten anderer Hersteller Verwendung.

Programmplanung und Disposition

Die Erstellung eines Produktionsprogramms basiert auf den wöchentlichen Abrufen des Automobilherstellers. Auf Grundlage des LAB wird der Fertigungsplan der nächsten Woche angepasst. Für die darauffolgende Woche wird auf der gleichen Basis ein neuer Plan erstellt. Unterwöchige Bedarfsänderungen stimmt der Disponent des OEM mit dem Lieferanten ab. Zur Erfüllung der aktuellen Nachfrage werden diese in der Abholwoche ständig mit dem Fertigwarenbestand und dem Produktionsprogramm abgeglichen. Tritt die Situation einer möglichen Unterversorgung auf, werden Umplanungsmaßnahmen in Form von Taktzeiterhöhungen oder sogar Sonderschichten eingeleitet. Ferner kann es notwendig sein, Sondertransporte zu beauftragen, um fehlendes Vormaterial zu beschaffen. Durch die Verwendung des Fertigwarenbestands zur Sicherung der Lieferfähigkeit bei gleichzeitiger Anpassungsmöglichkeit der vorgelagerten Prozesse verläuft die Anpassung der Nachfragemengen und der Produktionsplanung analog eines offenen Vertriebs- und Produktionssystems.²⁶⁴ Die Programme werden bereits mit einer gewissen Flexibilität geplant und können eine gewisse Nachfrageunsicherheit und -schwankung abdecken, wofür entsprechende Kapazitäten vorgehalten werden.

Am Umfang der planerischen und dispositiven Tätigkeiten ändert sich durch eine veränderte Abrufsituation nichts. Ein Entfallen der kurzfristigen Änderungsmöglichkeit von Abrufmengen reduziert jedoch dessen bedarfsmengeninduzierte Problembhebungsmaßnahmen. Ungefähr 10% der Arbeitszeit wird für diese Aktivitäten aktuell in Anspruch genommen.

Beschaffung

Durch die Fixierung der Abrufe erhält der Lieferant zusätzliche Sicherheit, welche er heute durch höhere Vormaterialbestände ausgleicht. Diese benötigt er, um bei einem kurzfristigen Zusatzbedarf des Automobilherstellers eine ausreichende Menge an Zukaufteilen verfügbar zu haben. Durch den Wegfall dieser Möglichkeit, kann der Lieferant die notwendigen Komponenten genauer für den gewünschten Bedarf des OEM disponieren. Dies ist jedoch nur dann gegeben, falls die Stabilitätsdauer der

²⁶⁴ Vgl. Abbildung 2.6.

Abrufe hinlänglich lang ausfällt, um bei Vorlieferanten Waren zu bestellen. Da die Wiederbeschaffungszeit für Lieferant 2 größtenteils gering ist, kann der fixe Abrufhorizont weitergegeben werden und der Vormaterialbestand dadurch entsprechend um etwa 15% gesenkt werden. Im Zuge dessen sinken die erforderlichen Lagerflächen für Roh- und Zukaufteile. Aufgrund der Lagerung in Hochregalen fällt diese Anpassung entsprechend geringer aus. Auf etwa 40% der Extra-Touren zu Vorlieferanten kann durch die fünftägige Abrufzusage verzichtet werden. Bedarfsabweichungen für diese Vorlieferanten sind in der Regelversorgung berücksichtigungsfähig, da die Wiederbeschaffungszeiten weniger als fünf Tage sind und die Belieferungszyklen dies zulassen. Die Transportdauer der anderen Vorlieferanten ist länger als der stabile Abrufhorizont, so dass diese weiterhin notwendig sind. An der Anzahl der zur Entladung und Einlagerung des Vormaterials benötigten Mitarbeiter ändert sich nichts.

Produktion

Dem Lieferanten ist es möglich durch eine Variation der Mitarbeiterzahl in seiner Fertigung seine Taktzeit anzupassen und somit seine Produktionsmenge zu beeinflussen. Unterschiedliche Teilenummern verursachen dabei keine Zeitspreizung, so dass lediglich die zu fertigende Gesamtmenge die Kapazität der Linie bestimmt.²⁶⁵ Da sich jedes Produkt in wenige Varianten aufteilt, beträgt die Fertigungszeit eines Loses mehrere Stunden. Infolge einer kurzfristigen Erhöhung des Bedarfs war es für den Lieferanten in der Vergangenheit notwendig, die Arbeitszeiten zu verlängern und in zusätzlichen Schichten zu fertigen. Eine frühe Fixierung der Abrufe würde diese Situation vermeiden, wenn die Bedarfshöhe und der damit verbundene Personalbedarf determiniert werden. Der Lieferant kann stattdessen täglich gleiche Stückzahlen mit einer konstanten Mitarbeiteranzahl in seiner Fertigung produzieren, wodurch einschließlich der Programmplanung erhebliche konzeptionelle Arbeit entfällt. Durch eine Festsetzung der Abrufe für fünf Tage benötigt der Lieferant keine Erweiterung der regulären Arbeitszeit. Umgerechnet auf die durchschnittliche Anzahl der Mitarbeiter bedeutet dies, dass etwa fünf Prozent des Personals in der Fertigung nicht mehr für Produktionstätigkeiten beansprucht wird und für andere Tätigkeiten zur Verfügung steht.

²⁶⁵ Das Phänomen der unterschiedlichen Fertigungszeiten für ein Teil wird auch als Zeitspreizung bezeichnet. Vgl. Klug (2010), S. 168 f.

Zur Versorgung der Produktion fahren Logistiker ihre definierten Bereiche ab und bestücken bei Bedarf die Linien mit Vollgut. Bei kurzfristigen Produktionserhöhungen kann die Logistik nicht flexibel reagieren, sondern muss analog dazu ihr Personal anpassen. In der Vergangenheit hat dies dazu geführt, dass Unterauslastungsperioden durch kurzfristige Abruferrhöhungen Arbeitstage mit einem Personalbedarf über der Normalauslastung nach sich gezogen haben. Durch eine Fixierung der Abrufe können Logistikmitarbeiter aus den gleichen Gründen und in selber Höhe wie deren Kollegen in der Produktion für andere Zwecke eingesetzt werden. Da die neue Informationslage zu keinen Umstellungen am grundsätzlichen Fertigungsprozess führt, bleiben die Produktionsflächen und der Umlaufbestand unverändert.

Distribution

Der Bestand an Fertigwaren beträgt wenige Tage, wobei etwa die Hälfte als Sicherheitsbestand dient, während die andere Hälfte als Transportlosgrößenbestand für die wöchentlichen Lieferungen bereit steht.²⁶⁶ Auf den Sicherheitsbestand kann der Lieferant bei außerplanmäßigen Ereignissen zurückgreifen. Diese können unter anderem Abrufänderungen, Qualitätsprobleme oder Transportprobleme umfassen. Einem steigenden Bedarf kann der Lieferant zusätzlich wegen des flexiblen Produktionssystems durch eine Erhöhung der Output-Menge entgegenwirken. Die Hauptaufgabe des Sicherheitspuffers ist daher eine Absicherung gegen Risiken, welche im Produktions- oder Transportprozess auftreten können. Eine Stabilisierung der Abrufe ist daher unmittelbar in der Fertigung spürbar und bringt keine Möglichkeiten einer Anpassung des Bestands mit sich. Für die gleichbleibenden Materialmengen werden sowohl im Lager als auch im Versandbereich unveränderte räumliche Kapazitäten beansprucht. Außerplanmäßige Transporte zum OEM traten in der Vergangenheit keine auf.

Für den Transit werden aufgrund der Abholung durch einen Gebietsspediteur mehrere Tage benötigt. Der Lieferant avisiert die Ankunft des Spediteurs, woraufhin ihm dieser ein Zeitfenster von mehreren Stunden für sein Eintreffen übermittelt. Um in diesem Zeitraum den Warenausgang zu besetzen, stellt der Lieferant die notwendigen Kapazitäten zur Verfügung. Durch ein engeres Abholzeitfenster könnte der Lieferant die Zusammenstellung der Fertigwaren im Versandbereich und die Abfertigung des

²⁶⁶ Weitere Risiken wie Qualitätsprobleme oder Transportunsicherheiten müssen weiterhin durch den Sicherheitsbestand abgesichert werden. Der notwendige Losgrößenbestand in Abhängigkeit der Belieferungszyklen bleibt ebenfalls erhalten. Zur Einordnung der Bestandsarten vgl. Fleischmann (2008), S. 11.

Spediteurs effizienter organisieren. Zudem wird eine gezielte Zuteilung des Personals für die tatsächlichen Verladevorgänge ermöglicht. Annähernd 10% des Zeitaufwands im Auslieferungsbereich kann durch eine genaue Angabe des Eintreffzeitpunkts verringert werden.

Bewertung der einzelnen Konzepte für Lieferant 2

Da der Lieferant lediglich einmal pro Woche vom Spediteur angefahren wird und somit lediglich einen Bedarfstag hinterlegt hat, entstehen diesem keine Vorteile durch wöchentlich gleichmäßige Abrufmengen. Eine Ausweitung des Planungsrythmus auf zwei Wochen ändert das Bild. Ähnliche Abrufmengen über zwei (oder mehrere) Wochen geben dem Lieferanten zusätzliche Planungssicherheit. Dieser kann dadurch seine Produktions- und Logistikabläufe im Planungszeitraum gleichmäßig und konstant ausführen und den damit verbundenen Aufwand wesentlich vermindern. Für den Lieferanten ist es dabei unerheblich, ob sich die Gleichmäßigkeit auf einzelne Teilenummern oder die gesamte Nachfragemenge je Abruf erstreckt.

Für eine bessere Ausplanung der internen Prozesse ist die Einhaltung zugesagter Abrufmengen essentiell. Innerhalb eines Zeitraums von fünf Tagen können die Kapazitäten optimal auf die Nachfragemenge ausgelegt werden. Durch eine Frozen Zone können insbesondere Vor- und Fertigwarenbestände, Lagerflächen, Sondertransporte, Planungs- und Dispositionsaufgaben und operative Produktionstätigkeiten reduziert werden.

Die Abholung der fertigen Produkte zu fest vorgegebenen Zeitpunkten entlastet insbesondere Mitarbeiter im Fertigwarenbereich. Ein Überblick aller Effekte zeigt Abbildung 4.8.

Definierte Abrufgrenzen sind nicht Teil der hypothetischen Abrufsituation. Eine Verbesserung für Vormaterialbestände könnte jedoch durch eine weitgehende Einhaltung der Abrufe für mehrere Wochen erreicht werden. Eine langfristige Vorschau gibt zudem eine Tendenz für die zukünftige Bedarfsentwicklung. Der Lieferant kann daraufhin Personalplanungen besser durchführen und kostspielige Überstunden überwiegend vermeiden.

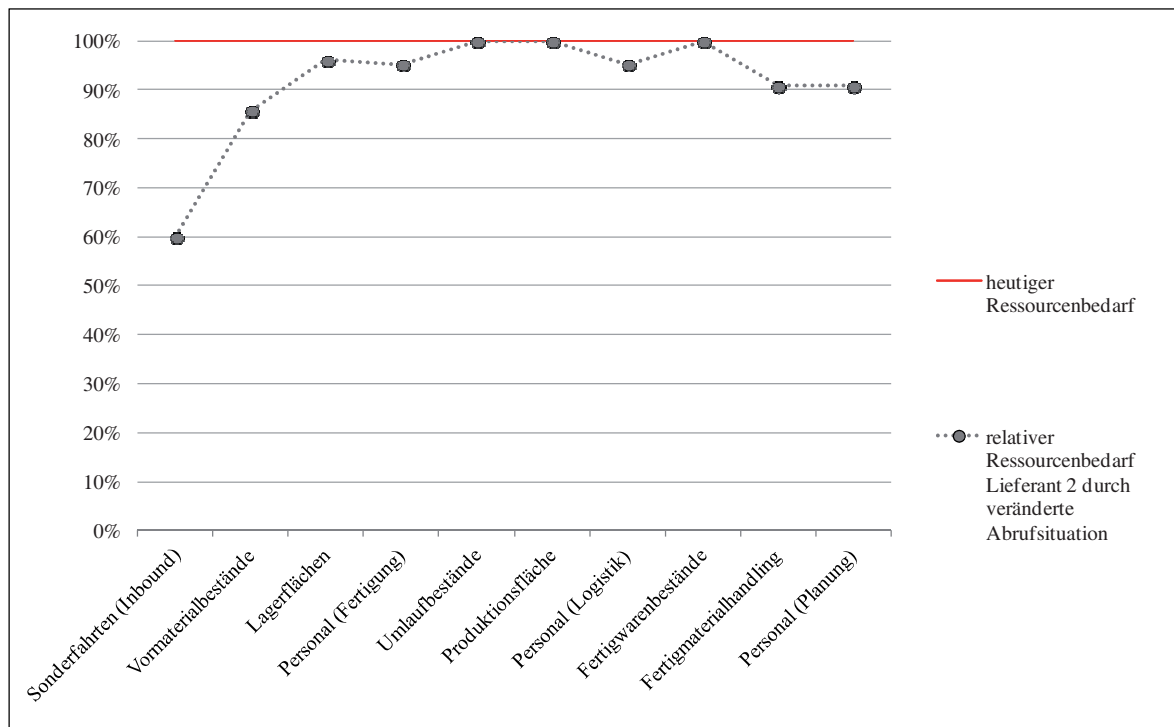


Abbildung 4.8: Prozentuale Ressourcenbedarfsunterschiede für Lieferant 2 durch die hypothetische Abrufsituation²⁶⁷

4.3.3 Fallstudie 3

Die Prozesse und Anlagen des Lieferanten 3 sind teilautomatisiert und spezifisch auf einen einzigen Abnehmer abgestimmt. Durch Umrüstvorgänge einer Produktionslinie können demnach lediglich neue Produkttypen des gleichen Kunden gefertigt werden. Standardbauteile sind im betrachteten Endprodukt im geringen Maß vorhanden.

Programmplanung und Disposition

Zur Erstellung des Produktionsprogramms werden die Abrufdaten des wöchentlichen LAB verwendet. Sind die Differenzen der einzelnen Teilenummern zum letzten Abruf kleiner als eine definierte Abweichung, werden die Positionen direkt in das Programm der nächsten Woche übertragen. Eine größere Abweichung bedingt eine manuelle Freigabe des Auftrags. Die Produktionsreihenfolge wird für zwei Wochen bestimmt, wobei die jeweils nächste Woche bei Bedarf angepasst und die übernächste neu geplant wird. Zur Erfüllung der Nachfrage werden die FAB des OEM täglich überprüft. Zusätzlich werden über die Disponenten des Automobilherstellers und des Lieferanten

²⁶⁷ Eigene Darstellung.

telefonisch Mengenanpassungen weitergegeben. Der Lieferant entkoppelt sich in einem wöchentlichen Rhythmus von den Abrufen des OEM. Er bevorzugt hierbei die Möglichkeit, Änderungen des Bedarfs durch ein Bestandslager aufzufangen anstatt Anpassungen an der geplanten Produktionsreihenfolge vorzunehmen. Die Produktion arbeitet im Fall des Lieferanten 3 weitgehend emanzipiert von der Nachfragemenge des OEM (Versandsteuerungsverfahren).²⁶⁸

Der Disponent gleicht täglich die Abrufmengen des Kunden mit seinem geplanten Produktionsprogramm ab. Können Aufträge nicht aus dem Fertigwarenbestand erfüllt werden, müssen die Fehlmengen in den Fertigungsplan integriert werden. Aufgrund der losgelösten Fertigungsplanung ist eine kurzfristige Berücksichtigung zusätzlicher Bedarfsmengen schwierig und kann zu einer verspäteten Fertigstellung der Produkte führen, wodurch außerplanmäßige Transporte notwendig werden. Eine Stabilität innerhalb einer Woche hat einen verminderten Abstimmungs- und Planungsaufwand von annähernd 20% zur Folge.

Beschaffung

Kurzfristige Bedarfsänderungen durch den Kunden und die fehlende Bündelung von Zulieferströmen bedingen einen Bestand an Vormaterial von mehreren Wochen. Bereits ein fixer Abrufzeitraum von fünf Tagen erlaubt es dem Lieferanten seinen Vormaterialbestand um annähernd ein Drittel zu reduzieren. Um die Vorteile geringerer Vormaterialbestände zu heben, müssen die Abrufinformationen des OEM an die vorgelagerte Stufe in der Wertschöpfungskette nutzbar weitergegeben werden können. Eine unmittelbare Verminderung des Lagerbestands ist bei Unterlieferanten gegeben, deren Transportwege den Stabilitätshorizont nicht übersteigen und mindestens wöchentlich liefern. Für alle weiteren Vorlieferanten können die Zusatzinformationen in weitreichende Planungen und Bedarfsmeldungen einfließen und infolgedessen Nutzen generieren. Durch die Reduktion der Lagergüter wird etwa ein Drittel der Abstellflächen für Vormaterial zur alternativen Verwendung frei. Personalanpassungen im Lagerbereich treten nicht auf. Die Menge der einzulagernden Teile pro Woche ändert sich durch die hypothetische Abrufsystematik nicht. Der Aufwand für die Mitarbeiter in diesem Bereich bleibt somit unverändert. Durch die beschriebene Bestandshöhe kam es in der Vergangenheit zu keinen Sondertransporten, um fehlende Zukaufteile oder Rohstoffe kurzfristig zu beschaffen.

²⁶⁸ Vgl. Abbildung 2.6.

Produktion

Eine Erhöhung der Abrufmenge soll vollständig aus dem Fertigwarenbestand bedient werden können. In der Regel ist ein spontaner Mehrbedarf somit nicht in der Produktion bemerkbar, welche sich auf Wochenbasis von den Abrufen des OEM entkoppelt. Dennoch werden Mitarbeiter beschäftigt, um abrufinduzierte Änderungen im Produktionsprogramm operativ zu koordinieren und umzusetzen. Kleinere Anpassungen werden dagegen nicht angeleitet und können selbständig von den Mitarbeitern in der Produktion umgesetzt werden. Die Abrufsicherheit bietet die Möglichkeit für einen relativ starren wöchentlichen Fertigungsplan und dem gleichzeitigen Entfall koordinierender Tätigkeiten von Mitarbeitern in der Produktion, welche in diesem Bereich etwa vier Prozent der Arbeitszeit betragen. Der Versorgungsaufwand der Linie durch die Logistik ist durch einen stabileren Produktionsablauf nicht betroffen und bleibt konstant. Dasselbe gilt für Flächen und den Work in Process (WIP), welche ebenso gleich bleiben.²⁶⁹

Distribution

Da der Prozess des Lieferanten ein großes Fertigwarenlager für kurzfristige Bedarfsanpassungen vorsieht, kann er wesentliche Vorteile aus einem Wegfall sich ändernder Abrufmengen ziehen. Durch den wöchentlichen Planungszyklus kann er seinen Sicherheitsbestand um etwa die Hälfte reduzieren. Insgesamt sinken dadurch Bestände und Lagerflächen um nahezu 33%.

Im Produktionsbereich werden andere Behältertypen verwendet als für den Versand der Produkte, wodurch im Warenausgangsbereich ein zusätzlicher Arbeitsschritt notwendig ist. Im täglichen Abgleich mit der Nachfrage müssen fertige Teile in die Versandbehälter umgepackt werden. Da veränderte Abrufmengen beständig auftreten können, ist eine Bündelung dieser Arbeitsvorgänge nicht möglich und werden je nach Bedarf ausgeführt. Durch eine Festsetzung der Abrufmengen können alle relevanten Umpackvorgänge einer Bedarfsmeldung zu Beginn des Stabilitätshorizonts durchgeführt werden. Weitere Behälterwechsel sind nicht notwendig. Etwa 10% der dafür aufgewendeten Zeit kann durch stabile Abrufmengen alternativ verwendet werden.

²⁶⁹ Der Umlaufbestand wird auch als Work in Process (WIP) bezeichnet.

Für die Abholung vereinbart ein Spediteur mit dem Lieferanten ein enges Zeitfenster, innerhalb dessen er bei diesem eintrifft. Eine Abweichung vom vereinbarten Abholfenster trat bisher nicht auf. Von dort werden die Produkte anschließend direkt in das Werk des Kunden transportiert. Im der Vergangenheit waren zusätzliche Sondertransporte notwendig, um den Bedarf des OEM zu befriedigen. Die Hälfte der außerplanmäßigen Sendungen ist auf kurzfristige Abrufänderungen zurückzuführen, während in den anderen Fällen Qualitätsprobleme als Grund zu nennen sind. Sondertransporte durch einen nachfragebedingten Zusatzbedarf entfallen durch die Fixierung der Abrufmengen, womit 50% dieser Lieferungen nicht mehr beansprucht werden.

Bewertung der einzelnen Konzepte für Lieferant 3

Durch die Erstellung eines wöchentlich unabhängigen Produktionsprogramms bringt die Übermittlung gleichmäßig verteilter Abrufmengen innerhalb einer Woche keine wesentlichen Vorteile für den Lieferanten, da diese Information im Fertigungsplan nicht verarbeitet werden kann. Die implizite Zusage relativ konstanter Abrufmengen durch eine gleichbleibende Nachfrage je Teilenummer in einem längeren Glättungszeitraum verschafft diesem jedoch Planungssicherheit und ermöglicht eine zyklische Ausplanung seiner Prozesse. Der Vorteil für seine Planung ist dabei umso größer und wertvoller, je länger der Glättungszeitraum ausfällt.

In der beschriebenen Abrufsituation ist für den Lieferanten die Einhaltung der Abrufmengen entscheidend. Er kann durch eine höhere Sicherheit seine Planungen effizienter gestalten und auf Zusatzkapazitäten verzichten. Dieser Vorteil steigt mit der Länge der Frozen Zone. Könnte er seinen Vormaterialbestand und seine Flächen im Wareneingang durch eine Fixierung der Abrufe für fünf Tage bereits auf zwei Drittel der Ausgangswerte senken, so benötigte er bei einer Erhöhung der Frozen Zone auf zehn Tage lediglich ein Drittel des Bestands und der Fläche. Durch eine kurzfristige Abrufstabilität ist der Lieferant in der Lage Bestände, Planungs-, Fertigungs-, Logistikaufwand und Sonderfahrten wesentlich zu reduzieren.

Einen annähernd fixen Abholzeitpunkt bekommt der Lieferant durch das knapp bemessene Zeitfenster des Spediteurs und dessen Einhaltung bereits im aktuellen Zustand. Weitere Vorteile sind durch die hypothetische Abrufsituation für Lieferant 3 daher nicht zu erwarten. Eine Zusammenfassung der weiteren Effekte ist in Abbildung 4.9 dargestellt.

Bei langen Wiederbeschaffungszeiten von Vorlieferanten und wegen der damit verbundenen Risiken bringen mittelfristig valide Vorschauen für Lieferant 3 Verbesserungspotentiale mit sich. Die Vorlieferanten können frühzeitig und genauer informiert werden, welcher Bedarf zu erwarten ist. Dadurch können Bestände an Rohteilen massiv gesenkt werden. Es besteht die Möglichkeit, teure Sondertransporte aus Überseegebieten damit stark zu reduzieren.

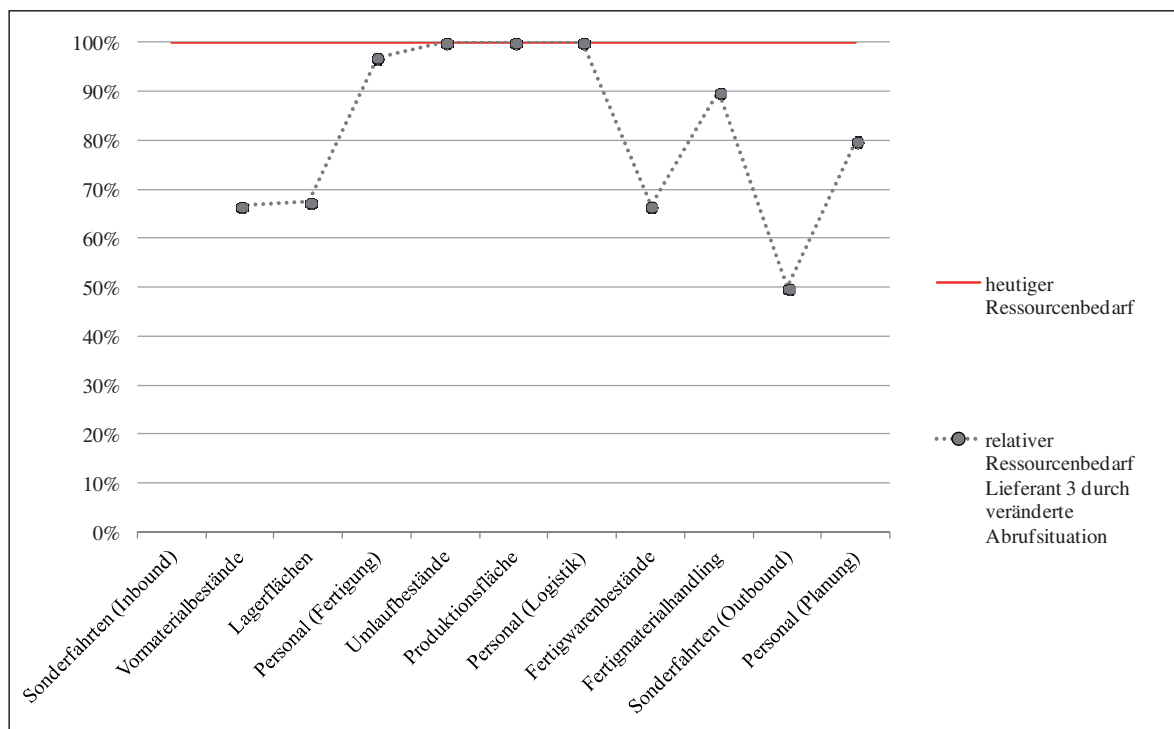


Abbildung 4.9: Prozentuale Ressourcenbedarfsunterschiede für Lieferant 3 durch die hypothetische Abrufsituation²⁷⁰

4.4 Einflussfaktoren auf die Erfolgspotentiale alternativer Konzepte

Die Ergebnisse aus den einzelnen Fallstudien machen deutlich, dass Lieferanten von der postulierten Abrufsituation in unterschiedlichem Umfang und Bereichen profitieren. Während die Lieferanten 1 und 3 Abrufänderungen im Wesentlichen durch hohe Fertigwarenbestände abdecken, versucht Lieferant 2 unsichere und schwankende Nachfragemengen in seiner Produktion aufzufangen. Eine Berücksichtigung der verschiedenen logistischen und produktionscharakteristischen Einflussfaktoren ist bei

²⁷⁰ Eigene Darstellung.

der Bewertung der lieferantenindividuellen Vorteilhaftigkeit einer veränderten Abrufweise daher unerlässlich. Aus der fallübergreifenden Analyse (Cross-Case Analyse) wurden zu diesem Zweck geeignete Kenngrößen abgeleitet, welche

- Zulieferunternehmen erschöpfend charakterisieren und einfach erfassbar sind, um eine anschließende Klassifikation zu ermöglichen, und
- Rückschlüsse auf die Entwicklung der Erfolgspotentiale der alternativen Konzepte zulassen.

Folgende Größen wurden dabei identifiziert:

- Anzahl der Teilenummern
- Wiederbeschaffungszeit von Vorlieferanten
- Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses
- Losgröße in der Endmontage
- Anzahl der wöchentlichen Abholungen
- Transportkonzept
- Nachfrageunsicherheit und Nachfrageschwankung
- Länge und Abweichungen des Abholzeitfenster

Mit Hilfe dieser Merkmale werden nachstehend Abhängigkeiten formuliert, welche in Form einfacher Beziehungen dargestellt sind.²⁷¹ Die Bewertung der Erfolgswirkung eines Konzepts basiert demnach auf der Veränderung einer einzelnen Kenngröße. Der daraus entstehende Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Kostendifferenz (bisherige Kosten und Kosten infolge des verbesserten Konzepts) und einer Kenngröße gibt eine Entscheidungshilfe für die Klassifizierung eines Lieferanten. Abbildung 4.10 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

Mit der einfachen Abhängigkeit sollen somit trotz der komplexen und vielfältigen Lieferantenstrukturen überschaubare Zusammenhänge aufgezeigt werden. Aufgrund der spezifischen Ausgestaltung der vier Koordinationsansätze haben die Kenngrößen unterschiedliche Relevanz bei der Erklärung der Potentiale. Es gilt somit im Einzelfall zu überprüfen, inwiefern ein logischer und inhaltlicher Zusammenhang zwischen einer Kenngröße und dem Konzept besteht.

²⁷¹ Die Überprüfung der Hypothesen erfolgt in 5.3.1.

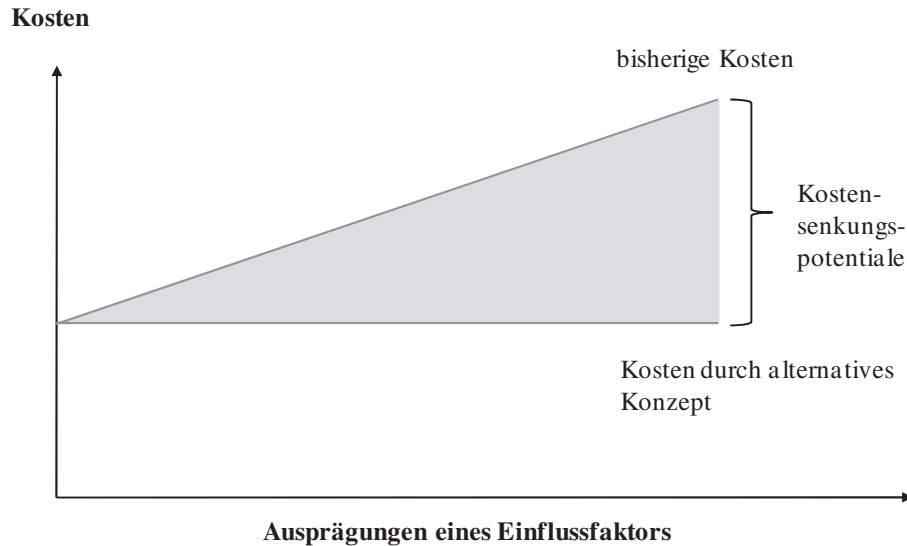


Abbildung 4.10: Einordnung der Kostensenkungspotentiale anhand von Einflussfaktoren²⁷²

Anzahl der Teilenummern

Teilenummern dienen der eindeutigen Kennzeichnung eines Teils.²⁷³ Sie lassen sich inhaltlich einem Produkt zuordnen und können als dessen Varianten interpretiert werden. Die theoretischen Ausprägungsmöglichkeiten eines Produkts werden folglich durch die Anzahl an produzierbaren Teilenummern festgelegt. Ein breites und heterogenes Teilespektrum bringt für den Lieferanten die Herausforderung mit sich, trotz einer Vielzahl unterschiedlicher Lose ein optimales Produktionsprogramm zu erstellen. Treten Änderungen in der Zusammenstellung eines Abrufs auf, gehen diese mit einem hohen Reorganisationsaufwand in der Produktionsplanung einher. Gleichzeitig muss der Lieferant für alle Teilenummern einen ausreichenden Bestand an Vormaterial und Fertigwaren vorhalten, um Nachfrageänderungen adäquat bedienen zu können.²⁷⁴ Mit steigender Anzahl an Teilenummern steigt somit die Planungskomplexität im Betrieb.

Die Reduzierung von Mengenänderungen führt bei Lieferanten zu einer besseren Planungssituation und niedrigeren Beständen. Dieser Vorteil fällt umso größer aus, je

²⁷² Eigene Darstellung.

²⁷³ Vgl. Glaser/Geiger/Rohde (1992), S. 10.

²⁷⁴ Zwischen den einzelnen Einflussfaktoren können teilweise Abhängigkeiten bestehen, welche im Einzelfall mehr oder weniger stark ausgeprägt sind.

höhere Zusatzkapazitäten ein Zulieferunternehmen durch hohe Teileheterogenität zur Beseitigung oder Vermeidung von Störungen vorhält. Eine Frozen Zone, definierte Abrufgrenzen und gleichmäßige Abrufe eignen sich als Ansatzpunkte zur Verringerung von Nachfrageunsicherheit und als Grundlage für genauere Planungen von Lieferanten.

H_{1.1}:	Mit steigender Anzahl an Teilenummern fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch eine Frozen Zone in zunehmendem Maße.
H_{1.2}:	Mit steigender Anzahl an Teilenummern fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch definierte Abrufgrenzen in zunehmendem Maße.
H_{1.3}:	Mit steigender Anzahl an Teilenummern fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch gleichmäßige Abrufe in zunehmendem Maße.

Wiederbeschaffungszeit der Vorlieferanten

Unter der Wiederbeschaffungszeit versteht man den Zeitraum zwischen dem Auslösen eines Bestellauftrags bis zum Eintreffen des bestellten Materials.²⁷⁵ Sie setzt sich aus der Zeit für die Bestellvorbereitung, Produktionszeit beim Lieferanten, Qualitätskontrollen, Transportzeit und Warenvereinnahmung zusammen.²⁷⁶ Bei Nachfrageanpassungen seitens des OEM benötigt der Lieferant ausreichend Vormaterial, um die Aufträge erfüllen zu können. Je geringer die Wiederbeschaffungszeit zum Tier-2 Lieferanten ausfällt, desto weniger kostspieliger Bestand muss im Unternehmen vorgehalten werden. Stattdessen kann der Zulieferer auf veränderte Anforderungen reagieren und angepasste Bedarfsmengen des OEM in den Abrufen an seine Vorlieferanten reflektieren. Bei unsicherer Nachfrage bedingen lange Wiederbeschaffungszeiten daher einen hohen Sicherheitsbestand.

Der Tier-1 Lieferant kann bei geringeren Mengenveränderungen das Vormaterial für weiter entfernte Vorlieferanten genauer disponieren und damit die Lagerreichweite reduzieren. Er profitiert dabei umso mehr, je länger die Dauer der Wiederbeschaffung und der dafür vorgesehene Sicherheitsbestand sind. Bei sehr hohen Wiederbeschaffungszeiten kann der Zulieferer die qualitativ höhere Abrufinformation nutzen, indem er diese für seine interne Prognose einsetzt. Die Planungssicherheit erhält

²⁷⁵ Vgl. Gudehus (2010), S. 276. Von einigen Autoren wird die Meinung vertreten, dass bereits mit der Kenntnis einer notwendigen Bestellung durch das Erreichen des Meldebestands die Wiederbeschaffungszeit beginnt. Siehe dazu u.a. Kopsidis (1997), S. 163.

²⁷⁶ Vgl. Pulham (2008), S. 10.

der Lieferant durch definierte Abrufgrenzen. In einer Frozen Zone und bei gleichmäßigen Abrufen ist die Bedarfsinformation für den Tier-1 Lieferanten zu kurz, um diese an die Lieferkette weiterzugeben.

H_{2,2}: Mit steigender Wiederbeschaffungszeit fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch definierte Abrufgrenzen in zunehmendem Maße.

Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses

Die Durchlaufzeit eines Auftrags im Prozess ist definiert als die „Zeitspanne von der Bereitstellung für den ersten bis zum Abschluss des letzten Arbeitsgangs“.²⁷⁷ Diese beinhaltet sowohl die wertschöpfende Bearbeitungszeit als auch die nicht-wertschöpfenden Warte-, Liege- und Transportzeiten. Ist die Summe dieser Zeiten gering (niedrige Durchlaufzeit), so ist ein Unternehmen in der Lage Marktveränderungen in seinem Herstellungsprozess zeitnah abzubilden und den gewünschten Output schnell zu produzieren.²⁷⁸

Lieferanten mit hoher Durchlaufzeit müssen dagegen hohe Bestände vorhalten oder Sondermaßnahmen ergreifen, um bei hohen Mengenänderungen die Erfüllung der Abrufmengen gewährleisten zu können. Somit profitieren durch verlässliche Nachfragemengen in erster Linie Zulieferer mit einem langen Fertigungsprozess. Die sichere Abrufinformation kann bereits zu einem früheren Zeitpunkt im Programmplanungsprozess eingesetzt werden, um überflüssige Ressourcen zu vermeiden. Diese Informationen werden durch eine Frozen Zone, definierte Abrufgrenzen und gleichmäßige Abrufe gewährleistet.

H_{3,1}: Mit steigender Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch eine Frozen Zone in zunehmendem Maße.

H_{3,2}: Mit steigender Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch definierte Abrufgrenzen in zunehmendem Maße.

²⁷⁷ Küpper/Helber (2004), S. 24.

²⁷⁸ Vgl. Jung (2006), S. 542 f.

H_{3.3}: Mit steigender Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch gleichmäßige Abrufe in zunehmendem Maße.

Losgröße in der Endmontage

Ein Los beschreibt eine bestimmte Stückzahl einer Produktvariante, welche ohne Unterbrechung hergestellt wird.²⁷⁹ Nach Auflage eines Loses sind in der Regel Umrüstvorgänge vorzunehmen, wodurch Rüstkosten anfallen. Demgegenüber stehen Lager- und Kapitalbindungskosten.²⁸⁰ Die Festlegung von Losgrößen muss folglich unter dem Gesichtspunkt der Minimierung beider Kostenblöcke erfolgen. Ein Lieferant mit großen Losen fertigt unter Umständen zu seinem geringsten Kostensatz, hat allerdings bei Auftragsänderungen wenige Möglichkeiten auf die veränderten Anforderungen zu reagieren. Er muss Nachfrageabweichungen durch den Fertigwarenbestand abdecken, welche bei hoher Teilevarianz dadurch mitunter sehr hoch ausfallen können. Bei unzureichendem Fertigwarenbestand führen Änderungen im Produktionsprogramm zu erheblichen Planungsaufwand.

Unter weitgehender Sicherheit bezüglich zu erwartender Abrufmengen bedarf es bei steigender Losgröße keiner hohen Sicherheitsbestände. Zudem kann die Losgrößenplanung über einen längeren Zeitraum erfolgen und zu niedrigeren Stückkosten führen, wobei Umplanungsmaßnahmen nicht mehr notwendig sind. Eine Frozen Zone, definierte Abrufgrenzen und gleichmäßige Abrufe sind geeignete Konzepte, um die notwendige Abrufstabilität sicherzustellen.

H_{4.1}: Mit steigender Losgröße in der Endmontage fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch eine Frozen Zone in zunehmendem Maße.

H_{4.2}: Mit steigender Losgröße in der Endmontage fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch definierte Abrufgrenzen in zunehmendem Maße.

H_{4.3}: Mit steigender Losgröße in der Endmontage fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch gleichmäßige Abrufe in zunehmendem Maße.

²⁷⁹ Vgl. Gutenberg (1983), S. 201.

²⁸⁰ Vgl. Küpper/Helber (2004), S. 39.

Anzahl der wöchentlichen Abholungen

Materialien werden bei Lieferanten in unterschiedlicher Frequenz abgeholt. Diese bestimmt sich unter anderem aus dem zu transportierenden Frachtvolumen und Ladungsgewicht, sowie aus dem eingesetzten Transportkonzept.²⁸¹ Ein Lieferant versucht im Fall häufiger Abholungen, die Abrufmengen des OEM synchron zu produzieren. Mit steigenden wöchentlichen Abholungen ist es für diesen effizienter die Bedarfsinformationen direkt in seinen Produktionsplan zu implementieren und sich von diesem nicht zu entkoppeln. So kann der Lieferant Fertigwarenbestände reduzieren und die Nachfrage befriedigen. Gleichzeitig muss er in seiner Losgrößenplanung jedoch für seinen Betrieb kosteneffiziente Lose unter Berücksichtigung des Bedarfstermins und seiner Kapazitäten zusammenstellen.²⁸² Zudem bringen zahlreiche Transporte einen höheren Abstimmungsaufwand für den Lieferanten mit sich. Notwendige Kapazitäten im Warenausgang sind aufgrund der vielen Zeitfenster schwer einzuschätzen und werden daher in großem Maße vorgehalten.

Die Nachfragesicherheit durch gleichmäßige Abrufe ermöglicht es dem Lieferanten, die Bestände in seinem Fertigwarenlager zu reduzieren. Gleichzeitig kann dieser die konstanten Mengen bei der Planung seiner Produktionslose verwenden, um so einen Nutzen aus dem verringerten Steuerungsaufwand zu ziehen. Je öfter ein Lieferant seine Planung dabei ausführt und auf die gleiche Bedarfsinformation jeweils zurückgreifen kann, desto größer sind dessen Kostenvorteile.

Definierte Abholtermine geben dem Lieferanten eindeutige Ankunftszeiten des Spediteurs vor, ohne diese vorher abstimmen zu müssen. Je öfters bei einem Lieferanten abgeholt wird und dieser dafür Ressourcen aufgrund ungenauer Ankunftszeiten bereit stellen muss, desto größere Potentiale erwachsen ihm im Zuge definierter Abholtermine.

- H_{5.3}:** Mit steigender Anzahl wöchentlicher Abholungen fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch gleichmäßige Abrufe in zunehmendem Maße.
- H_{5.4}:** Mit steigender Anzahl wöchentlicher Abholungen fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch definierte Abholtermine in zunehmendem Maße.

²⁸¹ Siehe 4.4 Einflussfaktoren auf die Erfolgspotentiale alternativer Konzepte: Transportkonzept.

²⁸² Vgl. Günther/Tempelmeier (2009), S. 180 ff.

Transportkonzept

In der Automobilindustrie unterscheidet man zwischen den beiden Transportkonzepten direkter Transport und Gebietsspediteur-Konzept.²⁸³ Bei einem direkten Transport wird in konstanter Lieferfrequenz ohne Umschlagsstufen vom Lieferanten an den OEM geliefert, dessen kompletten Frachtraum der Hersteller durch eine entfernungsabhängige Pauschale bezahlt. Er ist somit darauf bedacht, durch eine möglichst hohe Auslastung der LKW und exakte Planung der Routen möglichst geringe Stückkosten zu erzielen. Der Gebietsspediteur fährt dagegen in unregelmäßigen Abständen verschiedene Quellen an und transportiert geringe Volumina zu einem Umschlagpunkt. Von dort fährt er anschließend volle Ladungen in das Werk des Herstellers. Im Gegensatz zum direkten Transport kann der Gebietsspediteur seine Routen selber ausplanen.²⁸⁴

Zur Auslastung ihres Frachtraums geben Gebietsspediteure den Lieferanten größere Zeitfenster als die direkten Transporteure, um diese als Freiheitsgrade zur Ausplanung ihrer Sendungen verwenden zu können. Größere Zeitfenster bedeuten jedoch, dass Kapazitäten im Warenausgang nicht effizient ausgeplant werden können und zusätzlich vorgehalten werden müssen. Definierte Abholtermine sind daher ein möglicher Ansatz, um Abholzeitpunkte genauer festzulegen und infolgedessen die Ressourcen für Abholungen gezielter auslegen zu können.

H_{6.4}: Im Vergleich zu Abholungen durch direkte Transporte fallen die Kosten von Zulieferunternehmen im Gebietsspediteur-Konzept durch definierte Abholtermine geringer aus.

Nachfrageunsicherheit und Nachfrageschwankung

Neben produktionsspezifischen und logistischen Merkmalen kann die Wirksamkeit der Konzepte anhand des bestehenden Abrufverhaltens bewertet werden. Nachfrageunsicherheit (stochastische Nachfrage) kann der Lieferant nur bedingt antizipieren und gleicht diese dementsprechend durch Flexibilitätspotentiale aus. Zudem können sich die Abrufmengen im Zeitverlauf verändern (dynamische Nachfrage). In diesem Fall versucht ein Zulieferunternehmen durch eine Entkopplung seiner Produktion von den Abrufen des OEM (Emanzipation) oder durch eine

²⁸³ Vgl. Klug (2010), S. 220 ff. Das oftmals separat aufgeführte Milkrun Konzept kann bei täglich gleichen Touren als Spezialfall des Gebietsspediteur-Konzepts interpretiert werden. Vgl. Fleischmann (2008), S. 14.

²⁸⁴ Vgl. Pfohl (2010), S. 179 f.

Anpassung seines Produktionsprogramms (Synchronisation) die wechselnden Nachfragemengen zu befriedigen.²⁸⁵ Sowohl für unsichere Abrufe als auch für sich ändernde Mengen sind entsprechende Ressourcen erforderlich, womit in der Regel höhere Kosten einhergehen. Diese fallen dabei umso höher aus, je größer die Unsicherheit und Veränderungen der Abrufmengen sind.

Je höher die Nachfragevariabilität und Mengenschwankungen bei einem Lieferanten ausfallen, desto mehr Ressourcen benötigt dieser um die tatsächlichen Bedarfsmengen des Herstellers dennoch rechtzeitig bereitstellen zu können. Eine Verstetigung der Abrufe führt folglich überwiegend bei jenen Lieferanten zu Verbesserungen, welche erheblich ungleichmäßige oder unbeständige Abrufe ausgleichen müssen.²⁸⁶ Ein Einfluss der Nachfrageschwankung ist jedoch nur für Gleichmäßige Abrufe gegeben, da lediglich dieses Konzept an der Problematik der dynamischen Nachfrage ansetzt.

H_{7.1}:	Bei höherer Nachfrageunsicherheit fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch eine Frozen Zone in zunehmendem Maße.
H_{7.2}:	Bei höherer Nachfrageunsicherheit fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch definierte Abrufgrenzen in zunehmendem Maße.
H_{7.3}:	Bei höherer Nachfrageunsicherheit fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch gleichmäßige Abrufe in zunehmendem Maße.
H_{8.3}:	Bei höherer Nachfrageschwankung fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch gleichmäßige Abrufe in zunehmendem Maße.

Länge und Abweichungen des Abholzeitfensters

Der Ankunftszeitpunkt des Spediteurs beim Lieferanten bleibt durch die Anpassungen der Abrufmengen seitens des OEM unberührt. Eine Erfassung dessen Eintreffgenauigkeit innerhalb des vereinbarten Zeitrahmens und ein systematischer Vergleich mit den Potentialen aus dem Konzept der definierten Abruftermine kann dagegen mittels der Länge und der Abweichungen des Abholzeitfensters gewährleistet werden. Lange Zeitfenster sind für den Lieferanten mit einer hohen Unsicherheit bezüglich des Eintreffens eines Spediteurs verbunden. Während dieser Zeitspanne muss jener die notwendigen Ressourcen (Fläche, Personal, Bestand, Lagerbediengeräte)

²⁸⁵ Siehe Abbildung 2.5.

²⁸⁶ Dieser Zusammenhang ist jedoch nur dann gewährleistet, wenn der Planungshorizont des betrachteten Konzepts mit einem Nachfragezeitraum der gleichen Länge verglichen wird.

verfügbar halten, um die Abwicklung des Transports durchführen zu können. Ein langes Zeitfenster führt schließlich dazu, dass diese Kapazitäten in besonderem Maße unwirtschaftlich gebunden werden. Trifft ein Spediteur regelmäßig außerhalb des geplanten Zeitfensters ein, so sind zusätzliche Maßnahmen durch den Zulieferer zu ergreifen.

Eng definierte Abholzeitfenster sind vorrangig von Nutzen, wenn aufgrund der bestehenden Abholungen hohe Flexibilitätspotentiale erforderlich sind. Diese steigen mit der Länge und den Abweichungen des Abholzeitfensters, so dass ein Unternehmen umso stärker profitiert, desto ungenauer der Spediteur seine Ankunft heute kommuniziert und einhält.

- H_{9.4}:** Mit der Länge der bestehenden Abholzeitfenster fallen die Kosten von Zulieferunternehmen durch definierte Abholtermine in zunehmendem Maße.
- H_{10.4}:** Bei einer höheren Abweichung des Abholzeitfensters fallen die Kosten des Zulieferunternehmens durch definierte Abholtermine in zunehmendem Maße.

Eine Zusammenfassung der Hypothesen ist in Abbildung 4.11 dargestellt. Anstelle des absoluten Kostenbezugs werden diese hierbei jedoch in Form einer Differenzbetrachtung zwischen aktueller und veränderter Kosten infolge der Konzepte (Kostensenkungspotentiale) beschrieben. Die sich daraus ergebende Beziehung verläuft vordergründig invers, hat tatsächlich jedoch keine inhaltliche Abwandlung zur Folge.²⁸⁷ Die Richtung des mutmaßlichen Zusammenhangs zwischen einer Einflussgröße und den Erfolgspotentialen aus einem Konzept drücken die Vorzeichen aus. Positive Beziehungen werden durch „+“ symbolisiert, während negative durch „–“ dargestellt werden.

²⁸⁷ Fallende absolute Kosten sind mit steigenden Kostensenkungspotentialen äquivalent.

		Kostensenkungspotentiale			
		1	2	3	4
		Froze Zone	Definierte Abrufgrenzen	Gleichmäßige Abrufe	Definierte Abholtermine
1	Anzahl der Teilenummern	+	+	+	
2	Wiederbeschaffungszeit von Vorlieferanten		+		
3	Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses	+	+	+	
4	Losgröße in der Endmontage	+	+	+	
5	Anzahl der wöchentlichen Abholungen			+	+
6	Transportkonzept				+
7	Nachfrageunsicherheit	+	+	+	
8	Nachfrageschwankung			+	
9	Länge des Abholzeitfensters				+
10	Abweichungen des Abholzeitfensters				+

Abbildung 4.11: Zusammenfassung der Hypothesen²⁸⁸²⁸⁸ Eigene Darstellung.

5 Identifizierung und Quantifizierung der Kostenwirkung alternativer Abrufkonzepte

Die Einzelfalluntersuchungen zeigen, dass aufgrund der Defizite in der bestehenden Abrufsystematik Flexibilitätspotentiale bei Lieferanten notwendig sind. Eine Reduktion dieser benötigten Ressourcen ist durch die definierte Abrufsituation mit verlässlicheren Nachfragemengen und festen Abholterminen möglich, welche letztendlich zu Kostenvorteilen für den Lieferanten führen. Die dabei erzielten Erkenntnisse weisen jedoch zwei Schwächen auf:

- Zur Analyse wurde lediglich auf die Ergebnisse von drei Lieferanten zurückgegriffen. Für detaillierte Erkenntnisse im Rahmen der Fallstudienforschung ist diese Testgröße ausreichend, allerdings kann dabei **nicht von einer statistisch belastbaren Stichprobe** gesprochen werden. Ein Rückschluss auf allgemeine Erfolgspotentiale ist somit nicht möglich.
- Die vier Einzelkonzepte sind in 4.2.1 in der beschriebenen Abrufsituation aus didaktischen und forschungsmethodischen Gründen zusammengefasst. Die Konzepte sind folglich **separat nicht quantitativ bewertbar**.

Aus diesen Gründen wurde eine breit angelegte Untersuchung unter Verwendung eines standardisierten Fragebogens durchgeführt, welche Aufschluss über die Kostenreduktionspotentiale der einzelnen Konzepte gibt. Eingangs wird das gewählte Forschungsdesign und die verwendete Datenbasis beschrieben und begründet (Abschnitt 5.1). Im Weiteren erfolgt die Darstellung der Ergebnisse. Dazu wird die bestehende Abrufsituation in der Automobilzulieferindustrie beschrieben, bevor die Erfolgswirkung durch die Abrufkonzepte dargestellt wird (Abschnitt 5.2). Schließlich werden die Hypothesen aus 4.4 überprüft und weitere Zusammenhänge beleuchtet (Abschnitt 5.3). Die Untersuchung teilt sich demnach in einen deskriptiven Teil und einen Hypothesen prüfenden Abschnitt auf.²⁸⁹

²⁸⁹ Zur Einordnung von Untersuchungszielen der empirischen Forschung siehe u.a. Diekmann (2008), S. 33 ff.

5.1 Entwicklung und Durchführung der Untersuchung

5.1.1 Forschungsdesign

Erhebungsmethode

Ziel der Untersuchung ist es repräsentative Aussagen zu den Erfolgspotentialen der alternativen Abrufkonzepte zu treffen. Die dafür durchzuführenden statistischen Auswertungen bedingen jedoch eine ausreichend große Menge an Daten. Diese können lediglich durch das Instrument der **Befragung** gewährleistet werden. Beobachtungen und Inhaltsanalysen scheiden als Erhebungsmethoden aus, da diese eher zur Erhebung kleiner Datensätze geeignet sind.²⁹⁰

In der vorliegenden Untersuchung wurde auf eine **vollstandardisierte und schriftliche Online-Befragung** (Web Survey) zurückgegriffen. Befragungen können mündlich (Interview) oder schriftlich durchgeführt werden.²⁹¹ Eine Sonderform der mündlichen Befragung stellt das telefonische Interview dar.²⁹² Schriftliche Befragungen weisen gegenüber Interviews Vor- und Nachteile auf, die in Abbildung 5.1 zusammengefasst sind.

Für eine schriftliche Befragung in Form von Web-Surveys sprachen mehrere Gründe. Bei der Beantwortung der Fragestellung werden Kostenbewertungen durch die Unternehmen durchgeführt. Durch die Sensibilität der Antworten ist zu erwarten, dass Lieferanten lediglich unter Zusicherung absoluter Anonymität Daten in der zu erwartenden Güte zur Verfügung stellen. Die Erfahrungen aus den Fallstudien zeigten, dass in persönlichen Gesprächen Kostenaspekte aus Gründen der Geheimhaltung und Wettbewerbsaspekten nicht diskutiert werden. Zudem galt es den Befragten eine möglichst durchdachte Antwortmöglichkeit einzuräumen. Diese sollten ausreichend Zeit haben, um die Fragen zu erfassen und zwanglos antworten zu können. Gleichzeitig soll die Web-Oberfläche eine komfortable Eingabe der Daten ermöglichen. Schließlich gehen in die Grundgesamtheit (target population) der Untersuchung alle Lieferanten ein, welche einen Automobilhersteller direkt mit Materialien versorgen. Für die Untersuchung wurde eine große Auswahlgesamtheit (frame population) aus dieser

²⁹⁰ Wie in 4.2.1 beschrieben, unterscheidet man für die Erhebung empirischer Daten die drei Instrumente Befragung, Inhaltsanalyse und Beobachtung. Vgl. Stier (1996), S. 163 ff.

²⁹¹ Online-Untersuchungen können als Spezialfallfall der schriftlichen Befragung aufgefasst werden. Vgl. Diekmann (2008), S. 521 f.

²⁹² Zur Klassifizierung von Befragungsformen vgl. Kromrey (2002), S. 376 ff.

Gruppe gezogen.²⁹³ Online-Befragungen sind durch ihre geringen Kosten daher gut für die Erhebung einer großen Anzahl von Daten geeignet. Zudem kann die benötigte Zeit für einzelne Frageblöcke nachvollzogen werden und die Abbruchrate bestimmten Themengebieten zugeordnet werden, so dass bereits im Pretest gezielt auf Probleme eingegangen werden kann. Interviews fallen aus kapazitativen und ökonomischen Gründen aus.

Vorteile	Nachteile
• Vermeidung von Interviewfehlern • „Ehrlichere“ Antworten durch Abwesenheit eines Interviewers • „Überlegtere“ Antworten mangels Zeitdrucks • Höhere Konzentration für das Thema • Höhere Motivation der Teilnahme • Zusicherung der Anonymität glaubwürdiger • Geringe Kosten	• Höhere Ausfallquoten • Keine Erfassung spontaner Antworten • Bedingte Eignung für komplexe Fragestellungen

Abbildung 5.1: Vor- und Nachteile der schriftlichen Befragung²⁹⁴

Untersuchungsgegenstand

Zu Beginn einer jeden Studie steht die Präzisierung des zu erforschenden Problems.²⁹⁵ In der folgenden Untersuchung werden die Kostensenkungspotentiale infolge der Abrufkonzepte aus 3.3 für Tier-1 Lieferanten quantifiziert, welche anschließend als Basis für die Prüfung der Hypothesen aus 4.4 verwendet werden. Im Gegensatz zu der Erfassung der Erfolgspotentiale in Kapitel 4 werden im Folgenden die Wirkungen der einzelnen Konzepte erfasst. Die Kostensenkungspotentiale ergeben sich hierbei aus einem Vergleich der Konzepte mit der gegenwärtigen Abrufsystematik der

²⁹³ Zur Beschreibung der Auswahlgesamtheit siehe 5.1.2. Neben dem Begriff Auswahlgesamtheit hat sich auch der Begriff Erhebungs-Grundgesamtheit und Auswahl-Grundgesamtheit durchgesetzt. Vgl. Kromrey (2002), S. 263.

²⁹⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Schnell/Hill/Esser (2008), S. 359 f.; Stier (1996), S. 199 f.

²⁹⁵ Vgl. Diekmann (2008), S. 187.

Zulieferunternehmen. Eine detaillierte Differenzbetrachtung und damit eine einhergehende Aufnahme der bestehenden Nachfragesituation jedes Lieferanten ist dabei irrelevant. Gegenstand der Studie ist eine Durchschnittsbetrachtung der Automobilindustrie; auf Einzelfälle wird nicht eingegangen. Da die einzelnen Konzepte in Abhängigkeit der Ausgestaltung ihrer veränderbaren Parameter verschiedene Potentiale erwarten lassen, gilt es zunächst **eindeutige Ausprägungen** zu definieren.

Der Planungshorizont für das Konzept der Frozen Zone wurde auf fünf Arbeitstage festgelegt. In den Fallstudien zeigte sich für die Lieferanten eine Verbesserung der Planungssituation in diesem Zeitraum, so dass dieses Abrufkonzept in der gleichen Ausprägung beibehalten wurde.

Definierte Abrufgrenzen waren in der kombinierten Abrufsituation der Fallstudien nicht vorgesehen und müssen somit für die weitere Analyse definiert werden. Quantitative Abrufintervalle sind oftmals im Bereich zwischen $\pm 15\%$ vertraglich festgelegt.²⁹⁶ Diese bilden jedoch nur Richtmaße, da kurzfristig höhere Ausschläge möglich sind. Für die Untersuchung der Kostenwirkung von definierten Abrufgrenzen bildet dieses Intervall jedoch harte Ober- und Untergrenzen für Abrufabweichungen, wobei dieses über den Planungshorizont konstant bleibt. Die Länge des Planungshorizonts beträgt sechs Wochen. Durch dieses Zeitfenster wird ein großer Abschnitt abgedeckt, in welchem der OEM anhand konkreter Kundenaufträgen planen kann.²⁹⁷

Koordinationsansatz	Gestaltungsparameter	Ausprägung
Frozen Zone	• Länge des Planungshorizonts	5 Arbeitstage
Definierte Abrufgrenzen	• Länge des Planungshorizonts • Größe des Abrufintervalls	6 Wochen $\pm 15\%$
Gleichmäßige Abrufe	• Länge des Glättungszeitraums • Länge des Planungshorizonts	2 Wochen 3 Wochen
Definierte Abholtermine	• Länge des Planungshorizonts	unbestimmt

Tabelle 5.1: Ausprägungen der Abrufkonzepte für die Untersuchung

Gleichmäßige Abrufe innerhalb einer Woche zeigten in den Fallstudien keine Wirkung bei den Lieferanten. Für die Untersuchung wird daher für dieses Konzept ein

²⁹⁶ Vgl. Voigt/Wildemann (2007), S. 131 f.

²⁹⁷ Vgl. Stäblein (2008), S. 4 f.

Glättungszeitraum von zwei Wochen zugrunde gelegt. Visuell wurde ein Planungshorizont von drei Wochen dargestellt.

Für das Konzept der definierten Abholtermine wurden mehrere Wochen als Planungshorizont festgelegt. Der Planungshorizont wurde bewusst unkonkret formuliert, um die Effekte einer zeitgenauen Abholung und die Vorteile durch wiederkehrende Touren in den Mittelpunkt zu stellen. Mögliche Anpassungen des Transportplans sind nicht dadurch Gegenstand der Betrachtung. Tabelle 5.1 fasst die untersuchten Ausprägungen der Abrufkonzepte zusammen.

Aufbau des Web-Survey

Der Aufbau der Online-Befragung gliedert sich in **vier Teile**:

- 1. Teil: Beschreibung der Untersuchung
- 2. Teil: Allgemeine Angaben
- 3. Teil: Aktuelle Situation der Lieferabrufe
- 4. Teil: Bewertung der alternativen Konzepte

Der Web-Survey ist durchgängig auf Deutsch und Englisch verfügbar. Für ein einfacheres Verständnis der Fragen konnten die Teilnehmer eingangs die Sprache festlegen. Zunächst nannte man den Teilnehmern knapp das Ziel der Untersuchung beschrieben und das durchführende Institut.²⁹⁸ Zudem wurden diesen für eine eindeutige Beantwortung der Fragen Hinweise gegeben. Im Falle der Belieferung mehrerer Automobilhersteller mit Waren bat man diese, ihre Angaben auf einen OEM mit deutschem Mutterunternehmen zu beziehen. Damit sollte erreicht werden, dass die zu vergleichende Abrufsystematik der in Kapitel 3 beschriebenen Systematik folgt. Bei der Herstellung von mehreren Teilen, sollte die Produktgruppe mit dem größten Umsatz ausgewählt werden. In Teil 2 der Untersuchung machten die Teilnehmer allgemeine Angaben zu ihrer Unternehmenssituation und gaben produktionswirtschaftliche und logistische Kennzahlen an. Eine Einordnung der gegenwärtigen Lieferabrufsituation wurde in Teil 3 erfragt. Schließlich erfolgte im letzten Abschnitt die Bewertung der jeweiligen Abrufkonzepte. Die Lieferanten wurden ausdrücklich auf die Unabhängigkeit der Konzepte hingewiesen. Die Konzepte wurden aufeinander folgend bearbeitet, wobei den Fragen jeweils eine Beschreibung und graphische Darstellung

²⁹⁸ Der Begrüßungsbildschirm soll den Teilnehmer zur Teilnahme an der Untersuchung motivieren. Eine Beschreibung des Inhalts muss daher in wenigen Worten erfolgen, wobei die Forschungseinrichtung und der Untersuchungszweck klar erkennbar sein müssen. Vgl. Schnell/Hill/Esser (2008), S. 383.

vorangestellt wurde. Am Ende von Teil 4 priorisierten die Teilnehmer die alternativen Konzepte hinsichtlich der Bedeutung für ihr Unternehmen und legten dar, inwieweit diese in der gegenwärtigen Systematik bereits zum Tragen kommen. Somit ist zum einen eine Validierung der Kostensenkungspotentiale anhand der priorisierten Reihenfolge möglich, zum anderen können daraus Bewertungsunterschiede in Abhängigkeit des Umsetzungsstands der Konzepte abgeleitet werden.

Quantifizierung des Untersuchungsgegenstands

Die notwendige Detailgüte der Daten für die Auswertung der Ergebnisse legt die Art der Messung von Variablen fest.²⁹⁹ Grundsätzlich lassen sich zur Operationalisierung von Eigenschaften vier Skalenniveaus unterscheiden, welche in Abbildung 5.2 widergegeben sind.

Skalentyp	Beschreibung	Interpretation der Skalenwerte	Beispiele
Nominalskala	Klassifizierung qualitativer Eigenschaftsausprägungen	gleich oder verschieden	Familienstand
Ordinalskala	Rangwert mit Ordinalzahlen	größer, kleiner oder gleich	Zufriedenheit
Intervallskala	Skala mit gleich großen Abständen ohne natürlichen Nullpunkt	Vergleichbarkeit von Differenzen	Temperatur in Celsius
Ratioskala	Skala mit gleich großen Abständen mit natürlichem Nullpunkt	Aussagen über Verhältnisse, Länge prozentuale Vergleiche	

Abbildung 5.2: Arten von Skalenniveaus³⁰⁰

Zur Beschreibung der logistischen Umgebung und bestehenden Bestellpraxis wurden **nominal-, ordinal- und ratioskalierte** Antwortmöglichkeiten vorgegeben.³⁰¹ Bei der Auswahl der Skalentypen wurde versucht einen hohen Informationsgehalt durch ein

²⁹⁹ Vgl. Bortz (2005), S. 9.

³⁰⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an Backhaus et al. (2008), S. 10; Diekmann (2008), S. 291; Schnell/Hill/Esser (2008), S. 144.

³⁰¹ Für die beiden ratioskalierten Variablen *Wiederbeschaffungszeit von Vorlieferanten* und *Durchlaufzeit des Fertigungsprozess* wurde eine zusätzliche Kategorie eingefügt, um den Teilnehmern die Angabe von Extremwerten zu ermöglichen (vgl. Fußnote 309). Bei der Kennzahl Durchlaufzeit wurde diese Klasse (Durchlaufzeit >100 Tage) nicht benötigt. Im Falle der Wiederbeschaffungszeit (Wiederbeschaffungszeit >30 Tage) machten 13 Teilnehmer davon Gebrauch. Werte mit dieser Ausprägung und fehlender Monatsangabe wurden durch den Durchschnittswert (= 47,83 Tage) ersetzt.

möglichst hohes Messniveau zu erreichen. Gleichzeitig sollten die subjektiven Kosten für die Befragten möglichst gering gehalten werden (Total Design Method).³⁰² Unter anderem wurden bei einzelnen Fragen mehrere Einheiten (z.B. Stunde und Minuten) als Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Die Normierung der Daten auf eine Einheit erfolgte durch den Forscher.

Die Auswirkungen der Konzeptänderung auf einzelne Ressourcen wurden auf einer **Ordinalskala** gemessen. Dazu stand eine sechsstufige Rating-Skala zur Verfügung, mit Hilfe derer abgestufte Ressourceneffekte für die Funktionsbereiche Beschaffung, Produktion und Distribution beurteilt werden konnten. Die Zuteilung der untersuchten Ressourcen zu den Bereichen wurde dabei wie folgt vorgenommen:

- Beschaffung: Wareneingangshandling, Sonderfahrten (Inbound), Vormaterialbestand, Disposition
- Produktion: Flächenbedarf, Personalaufwand, Auftragseinplanung und -steuerung, Umlaufbestand
- Distribution: Fertigwarenbestand, Sonderfahrten (Outbound), Fertigwarenhandling

Zusätzlich hatte der Befragte die Möglichkeit einen Mehrbedarf auszuweisen oder die Auswirkungen als unbekannt einzustufen.³⁰³ Die Frage nach der idealen Anzahl an Kategorien kann nicht pauschal beantwortet werden und muss im Einzelfall neu entschieden werden.³⁰⁴ Sechs Kategorien sind für die Fragestellung jedoch ausreichend, um eine differenzierte Aussage zu erhalten und andererseits den Probanden nicht zu Scheininformationen zu verleiten.³⁰⁵ Einen Auszug aus dem Fragebogen mit der verwendeten Rating-Skala zeigt Abbildung 5.3.

BACKHAUS ET AL. (2008) weisen zu Recht darauf hin, dass Ratingskalen als Ordinalskalen zu behandeln sind. Erst das Vorliegen gleicher Skalenabstände lässt eine

³⁰² Eine nähere Beschreibung der Total Design Method findet sich bei Dillman (1978), S. 12 ff.

³⁰³ Rating-Skalen mit Ausweichkategorien werden als nicht-forcierte Ratings bezeichnet. Vgl. Stier (1996), S. 71. Der Proband ist in diesem Fall nicht gezwungen ein Urteil zu fällen und kann Unwissenheit durch eine gesonderte Kategorie zum Ausdruck bringen.

³⁰⁴ Vgl. Porst (2008), S. 76. Die Anzahl der zu wählenden Skaleneinheiten ist für ein spezifisches Problem ist nach JÄPEL abhängig von den Einflussfaktoren *Diskriminierungsfähigkeit der Versuchsperson, spezifische Befragungssituation, Differenziertheit der Beurteilungsstimuli, Zweck der Datenerhebung* (Aufbereitung oder Weiterverarbeitung der Daten) und *Kriterium der Beurteilung* (Fokus auf hohe Reliabilität oder Validität). Vgl. Jäpel (1985), S. 141 ff.

³⁰⁵ Vgl. Stier (1996), S. 69. Außerhalb der akademischen Welt werden Skalen mit weit mehr als fünf Kategorien oft auch als unbrauchbar betrachtet; vgl. Rohrmann (1978), S. 238. Die sechsstufige Skala stellt lediglich eine geringfügige Detaillierung der fünfstufigen dar, um eine gerade Anzahl an Kategorien zu erhalten. Somit ist diese auch für außerakademische Untersuchungen geeignet.

Interpretation als Intervallskala zu.³⁰⁶ Da bei der verwendeten Skala durch die Bezeichnung der Antwortkategorien keine äquidistanten Abstände impliziert werden, ist der Vergleich von Differenzen innerhalb der Skala und die Bildung eines Mittelwerts somit ausgeschlossen.³⁰⁷

Bitte geben Sie, **gemessen an Ihrer Ausgangssituation**, mögliche **Auswirkungen** dieses Szenarios **auf Ihr Unternehmen** an.

	Reduktion							
	unbekannt	Zunahme	keine Auswirkung	sehr gering	gering	mittel	stark	sehr stark
Wareneingangshandling	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vormaterialbestand	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sonderfahrten (Inbound)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Disposition	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 5.3: Rating-Skala im Web-Survey³⁰⁸

Die Bewertung der Kostensenkungspotentiale durch die alternativen Konzepte wurde durch eine **Ratioskala** erfasst. Dabei wurden die Teilnehmer gebeten, die erwarteten Effekte durch die höhere Informationsgüte als prozentuale Reduktion der Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Gesamtkosten anzugeben.³⁰⁹ Es muss darauf hingewiesen werden, dass es sich dabei um Einschätzungen von Experten handelt und keine tatsächliche Messung der Auswirkungen infolge eines Experiments durchgeführt wird. Die Daten können somit eine gewisse Unschärfe aufweisen, wobei durch die Bildung eines Mittelwerts bei der deskriptiven Beschreibung der Ergebnisse Verzerrungen weitgehend ausgeschlossen werden. Für die explanative Prüfung der Zusammenhänge werden diese klassifiziert und auf ein ordinales Niveau transformiert. Tabelle 5.2 fasst die in der Untersuchung verwendeten Variablen, deren Ausprägungen und Skalenniveaus zusammen.

³⁰⁶ Vgl. Backhaus et al. (2008), S. 9.

³⁰⁷ Vgl. Diekmann (2008), S. 291.

³⁰⁸ Eigene Darstellung; Ausschnitt aus dem Web-Survey.

³⁰⁹ Die Teilnehmer konnten Kostensenkungspotentiale bis zu 50% in halben Prozentschritten aus einem Drop-Down Menü auswählen. Höhere Werte konnten durch die Eingabemöglichkeit >50% angegeben werden. Grundsätzlich handelt es sich durch die Verwendung einer Relationsgröße im strengen Sinn um eine Ordinalskala. Da der Großteil der Daten sich im ratioskalierbaren Bereich bewegt und detaillierte Aussagen über Kostensenkungspotentiale einzelner Teilnehmer nur mit einer gewissen Unschärfe zu erwarten sind, können Werte >50% auf 50% gesetzt werden, so dass für deskriptive Auswertungen von einer Ratioskala ausgegangen werden.

Kenngröße	Variable	Kategorien	Skala
Teilenummern	TEILENR	Anzahl	Ordinal
Wiederbeschaffungszeit von Vorlieferanten	WIEDBES	Tage	Ratio
Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses	FERTDLZ	Tage	Ratio
Losgröße in der Endmontage	LOSGR	Stunden	Ratio
Wöchentliche Abholungen	ANZABH	Anzahl	Ordinal
Transportkonzept ³¹⁰	DISTORG	Gebietsspediteur, Direktrelation	Nominal
Nachfrageunsicherheit (5 Tage)	ABWT5	Prozent vom Vergleichsabruf	Ratio
Nachfrageunsicherheit (30 Tage)	ABWT30	Prozent vom Vergleichsabruf	Ratio
Nachfrageschwankung	ABWABH	Prozent der Abrufmengen	Ratio
Länge des Abholzeitfensters	ZEITFLAE	Stunden/Tage	Ordinal
Abweichungen des Abholzeitfensters	ZEITFABW	Stunden/Tage	Ordinal
Frozen Zone	FROZONE	Prozent der Gesamtkosten	Ratio
Definierte Abrufgrenzen	DEFABGR	Prozent der Gesamtkosten	Ratio
Gleichmäßige Abrufe	GLEICHAB	Prozent der Gesamtkosten	Ratio
Definierter Abruftermin	DEFINAB	Prozent der Gesamtkosten	Ratio

Tabelle 5.2: Operationalisierung der Daten

Sämtliche Fragen innerhalb der Untersuchung wurden in Form **geschlossener Fragen** gestellt. Diese Form der Fragestellung erleichtert zum einen die Auswertung der Ergebnisse durch den Entfall von Kodiertätigkeiten und erhöht zum anderen die Objektivität der Ergebnisse.³¹¹ Der Nachteil geschlossener Fragen besteht jedoch darin,

³¹⁰ Direktrelationen wurden im Web-Survey in klassische Direktrelationen in Fremddispatch und in Transporte durch einen eigenen Fuhrpark unterteilt.

³¹¹ Vgl. Bortz/Döring (2006), S. 254.

dass der Befragte sich in den gegebenen Antwortmöglichkeiten nicht wiederfindet.³¹² Aus diesem Grund wurde für die Beantwortung der Fragen in Teil 3 die Möglichkeit der Anmerkungen eingeräumt.

Datenerhebung

Die Herstellung des Kontakts mit den Mitgliedern der Auswahlgesamtheit erfolgte durch die Zusendung eines **personalisierten Anschreibens**, welches in Form einer Email zuging.³¹³ In diesem wurde die Thematik der Untersuchung knapp umrissen und ein Hyperlink bereitgestellt, über den die Teilnehmer zum Web-Survey weitergeleitet wurden.

Vor der Durchführung der Erhebung wurde der Web-Survey einem **Pretest** unterzogen. Aus diesem ergab sich kein Anpassungsbedarf, da die Teilnehmer in der Testerhebung alle Fragen stimmig beantworteten. Die Verständlichkeit von Fragen und die Klarheit der Kategorien wurde vor der Versendung des Pretests mit Experten besprochen.³¹⁴

5.1.2 Datengrundlage

Der Zweck der Untersuchung ist die Bewertung der Kostenwirkung bei Zulieferunternehmen durch die verbesserten Abrufkonzepte. Berücksichtigt werden muss jedoch, dass ein Lieferant unter Umständen mehrere Produktionsstandorte unterhält, für welche er Abrufe vom OEM erhält. Die **Grundgesamtheit** besteht somit aus allen beliefernden Betrieben, welche direkt mit einem Automobilhersteller in Kontakt stehen. Die Möglichkeit, die Kontaktdaten aller direkten Zulieferer in die Untersuchung einzubeziehen, scheint aus nachvollziehbaren Gründen unmöglich.

Aus diesem Grund wurde aus der Menge der Grundgesamtheit eine **Auswahlgesamtheit (N)** gezogen. Die Repräsentativität ist durch die Auswahl aller direkten Lieferantenkontakte eines Automobilherstellers gewährleistet. Ein Ausschluss einzelner Datensätze fand nicht statt. Einige Unternehmen waren mit mehr als einer Kontaktadresse in den Daten vertreten. Dies war unter anderem dem Umstand geschuldet, dass diese sich auf unterschiedliche Produktionsstandorte eines Lieferanten bezogen. Zudem befand sich unter den Ansprechpartnern ein beträchtlicher Anteil an Mitarbeitern im Vertrieb, welche nicht als primäre Ansprechpartner für logistische und

³¹² Vgl. Porst (2008), S. 53.

³¹³ Das Schreiben wurde auf Deutsch und Englisch verfasst.

³¹⁴ Kriterien zur Überprüfung der Güte eines Pretest finden sich u.a. bei Atteslander (2006), S. 278.

produktionswirtschaftliche Fragestellungen gelten. Wegen einer denkbaren Doppelfunktion einiger Mitarbeiter und der Möglichkeit den Web-Survey an zuständige Kollegen weiterzuleiten, wurden diese jedoch im Datensatz beibehalten.

Die Untersuchung wurde im Zeitraum Juni bis August 2010 durchgeführt und an 3.435 Personen versendet. Mit 137 Teilnehmern liegt die Rücklaufquote bei 4%. Die vordergründig niedrige Rücklaufquote relativiert sich dadurch, dass aus der Adressliste mit den zahlreichen Vertriebskontakten nur eingeschränkt mit Rückläufern gerechnet werden konnte. Statistische Auswertungen sind bei einer Stichprobe von 137 dennoch ohne Weiteres legitim und gültig.³¹⁵

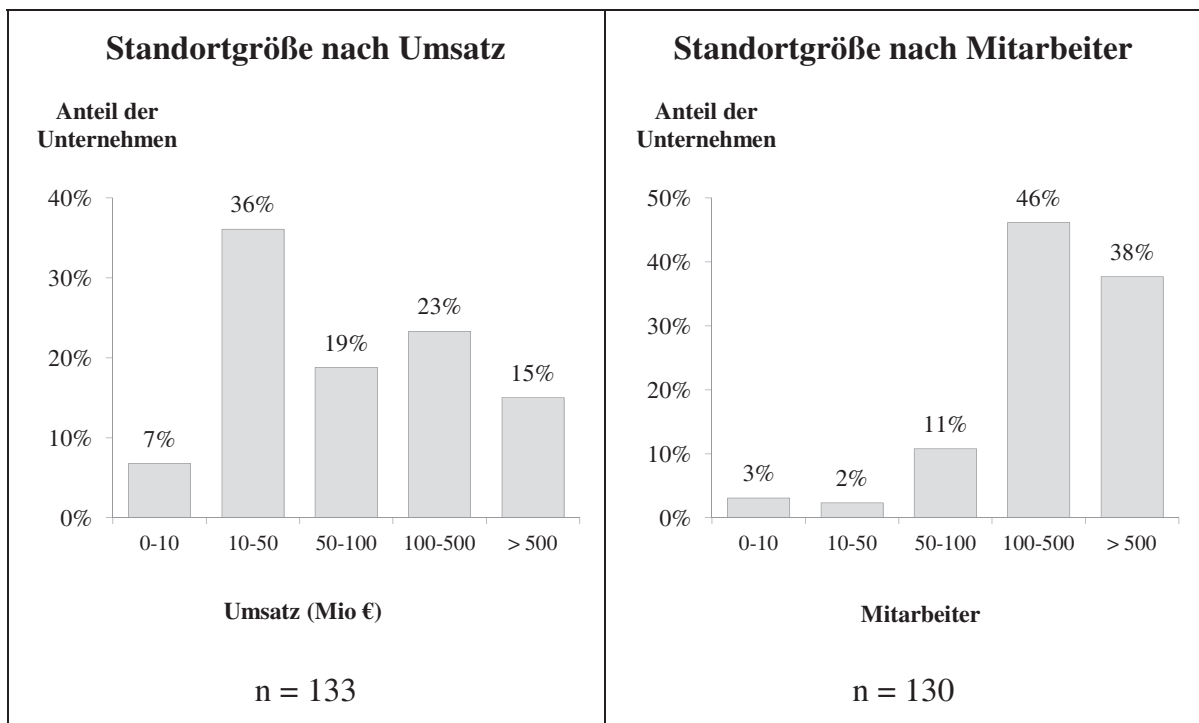


Abbildung 5.4: Größe der teilnehmende Unternehmen³¹⁶

An der Untersuchung nahmen Lieferanten mit unterschiedlichen Jahresumsätzen teil. Wie in Abbildung 5.4 ersichtlich wird, liegt eine systematische Häufung der Teilnehmer in einzelnen Unternehmensklassen dabei nicht vor. Eine Verzerrung der Stichprobe ist daher nicht gegeben. Mehr als 80% der teilnehmenden Unternehmen beschäftigen am betrachteten Produktionsstandort über 100 Mitarbeiter. Diese Zahl scheint für

³¹⁵ Teilweise weisen Datensätze an einigen Stellen Lücken auf (Missing Values). Imputationsverfahren werden aufgrund der Gefahr einer Verzerrung der Daten jedoch nicht angewendet. Zum Umgang mit fehlenden Daten siehe u.a. Göthlich (2007).

³¹⁶ Eigene Darstellung.

Unternehmen im produzierenden Gewerbe durchaus üblich und bekräftigt die Validität der Stichprobe.

Etwa 87% der teilnehmenden Unternehmen beliefern ihre Kunden mit sortenreinen Zukaufteilen. Davon lassen sich annähernd die Hälfte (55%) der Zulieferer als JIT-Lieferanten einstufen, da ein täglicher Transport erfolgt. Bei den restlichen 45% dieser Lieferanten werden Transporte in niedrigerer Frequenz durchgeführt, welche somit als lagerhaltige Belieferungen bezeichnet werden können. 13% der Teilnehmer stellen die Produktionsreihenfolge des OEM bereits in ihrem Werk her und versenden diese sequenziert (JIS-Lieferanten).

An der Studie beteiligten sich lokale und international operierende Zulieferer. Mehr als die Hälfte der Unternehmen (57%) sind geographisch unweit vom betrachteten Automobilhersteller verortet. Deren Produktion befindet sich innerhalb eines Radius von acht Transportstunden zum Werk des OEM, wobei 12% dieser Gruppe eine Entfernung von zwei Stunden oder weniger aufweisen. Weitere 30% benötigen 8-24 Stunden reine Fahrzeit, um ihre Kunden zu erreichen. 13% sind global agierende Zulieferunternehmen und betreiben ihren Standort mehr als 24 Fahrstunden entfernt vom Hersteller.

Durch die untersuchte Fragestellung werden insbesondere Teilnehmer aus dem Unternehmensbereich Logistik angesprochen. Diese nehmen mit 68% den größten Teil der Antworten ein. Weitere 12% lassen sich als Experten aus der Beschaffung und der Produktion der Lieferanten zuordnen. Damit setzt sich der Teilnehmerkreis überwiegend aus Personen zusammen, welche direkt mit dem Untersuchungsgegenstand konfrontiert sind. 20% können durch sonstige oder verwaltende Tätigkeiten Aussagen über den Sachverhalt treffen (siehe Abbildung 5.5).

54% der Teilnehmer füllen in ihren Unternehmen eine leitende Funktion aus. Die zweitgrößte Gruppe bilden Sachbearbeiter (28%), welche in der Regel direkt mit der untersuchten Problematik beschäftigt sind. Fast ein Zehntel der Antworten stammt von Unternehmensführern. Lediglich 9% der Teilnehmer kann sich keiner Fraktion zuordnen. Unter den Antworten sind somit alle Unternehmenspositionen zu finden. Die Prozesse der Lieferanten können folglich adäquat wiedergeben werden.

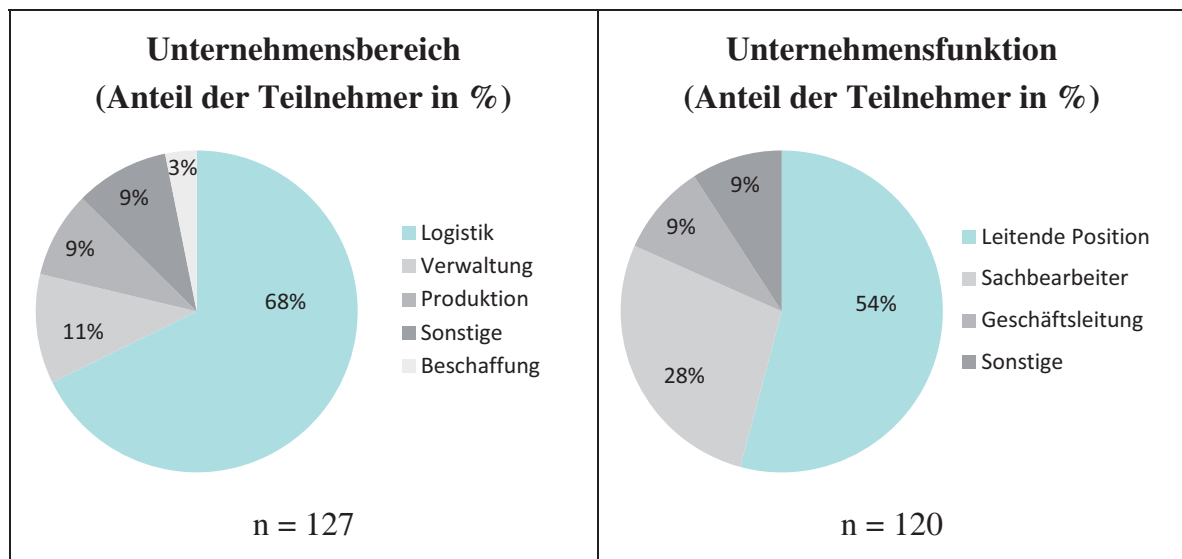


Abbildung 5.5: Unternehmensbereich und hierarchische Ebene der Teilnehmer³¹⁷

5.2 Deskriptive Ergebnisse

5.2.1 Abrufgüte in der Automobilindustrie

In diesem Abschnitt werden die wesentlichen Informationsdefizite zwischen dem OEM und dem Tier-1 Lieferanten aus der empirischen Untersuchung dargestellt. Wie in den theoretischen Ausführungen in Kapitel 3 beschrieben sind diese maßgeblich auf kurz- und mittelfristig unsichere und schwankende Abrufmengen sowie auf undefinierte Abholtermine zurückzuführen. Die Erkenntnisse aus den Fallstudien in Kapitel 4 bestätigen die vorhandene Problematik, wobei sich die Erkenntnisse dabei lediglich auf drei Beispiele stützen. Eine repräsentative Übersicht der bestehenden Abrufsituation für Automobilzulieferunternehmen wird im Folgenden anhand der Ergebnisse aus Teil 2 der Befragung vorgestellt.

Abrufhorizont

Im Durchschnitt steht Tier-1 Lieferanten (n=131) eine mittelfristige Abrufvorschau mit einem Horizont von 5,95 Monaten zur Verfügung. Der Zeitraum variiert dabei unter den Zulieferern, wobei die Standardabweichung 3,29 beträgt. Anhand der merklichen Standardabweichung wird deutlich, dass der Prognosezeitraum für Lieferanten teilweise erheblich variiert. Immerhin 28% der Betriebe erhalten Informationen von 3 Monaten

³¹⁷ Eigene Darstellung.

oder weniger und bekommen somit im geringen Umfang Zukunftsdaten der Hersteller übermittelt. Dagegen können 18% der Zulieferunternehmen auf Herstellerdaten von 9 Monaten und darüber hinaus zurückgreifen. 3% können sogar mit Abrufdaten für einen Planungszeitraum von mehr als 12 Monaten planen.

Kurzfristig abweichende Nachfragemengen

Die Abweichung der Nachfragemenge wurde aus zwei Blickwinkeln hinterfragt. Zum einen wurde die durchschnittliche Veränderung der Nachfragehöhe eines Abrufs innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums im Vergleich zum ersten Abruf in dieser Periode aufgenommen (stochastische Nachfrage). Die dafür untersuchten Abstände betrugen 5, 30 und 60 Werktage. Zum anderen wurde die durchschnittliche Abweichung der Nachfragemengen aufeinander folgender Abrufe erfasst (dynamische Nachfrage). Während die Abweichungen der Prognosewerte Rückschlüsse auf die Zuverlässigkeit der Abrufinformationen zulassen, geben die Abweichungen der Abholmengen Aufschluss über die Gleichmäßigkeit des Bedarfs. Abbildung 5.6 und Abbildung 5.7 stellen die bestehenden Nachfrageabweichungen graphisch dar.

Für den **Zeitraum von 60 Tagen (12 Wochen)** vor dem tatsächlichen Abruf existiert eine durchschnittliche Nachfrageunsicherheit von 34,43%. Die Lieferanten müssen folglich damit rechnen, im Mittel etwa ein Drittel mehr oder weniger an den OEM liefern zu müssen als 60 Tage vor dem tatsächlichen Bedarfstag in Aussicht gestellt wurde. Die Verteilung der Abweichungen kennzeichnet eine relativ flache Struktur, so dass einige Zulieferunternehmen sehr gute Informationen für den dreimonatigen Horizont erhalten, während andere erhebliche Unsicherheiten einplanen müssen. Auffällig ist die hohe Anzahl an Lieferanten, bei welchen Mengenabweichungen über 50% auftreten. Dies lässt darauf schließen, dass einige Betriebe besonders volatile Bedarfsinformationen erhalten und mit diesen operieren müssen.

Im **30-tägigen Horizont (6 Wochen)** ist eine Reduzierung der Nachfrageunsicherheit erkennbar. Dies manifestiert sich im Mittelwert der Abweichungen, welche 27,39% betragen und damit etwas mehr als ein Viertel der tatsächlichen Abrufmenge ausmachen. Zum anderen verschiebt sich die Verteilungsmasse nach links. Eine kleinere Gruppe von Lieferanten (11%) hat jedoch auch in diesem Zeitabschnitt noch sehr unsichere Abrufe von über 50% zu verarbeiten.

Innerhalb von **5 Tagen (1 Woche)** ergeben sich für die Hälfte der Lieferanten (49%) keine oder sehr geringe Anpassungen. Dennoch müssen 29% der Unternehmen Abweichungen von über 15% durch Flexibilitätspotentiale in diesem Zeitraum

kompensieren. Im Durchschnitt beläuft sich die Nachfrageunsicherheit im fünftägigen Horizont auf 16,98%.

Aus den berechneten Durchschnittswerten und dem Verlauf der Abweichungen in Abbildung 5.6 ist eindeutig ersichtlich, dass die Volatilität der Nachfrageinformation mit fallendem Horizont abnimmt. Allerdings sind selbst Bedarfsmeldungen für einen sehr kurzfristigen Abrufhorizont mit beträchtlicher Unsicherheit behaftet und weichen teilweise erheblich von der Ausgangsinformation ab. Immerhin müssen 8% der Unternehmen mit Fluktuationen von über 50% im 5-Tages Zeitfenster agieren.

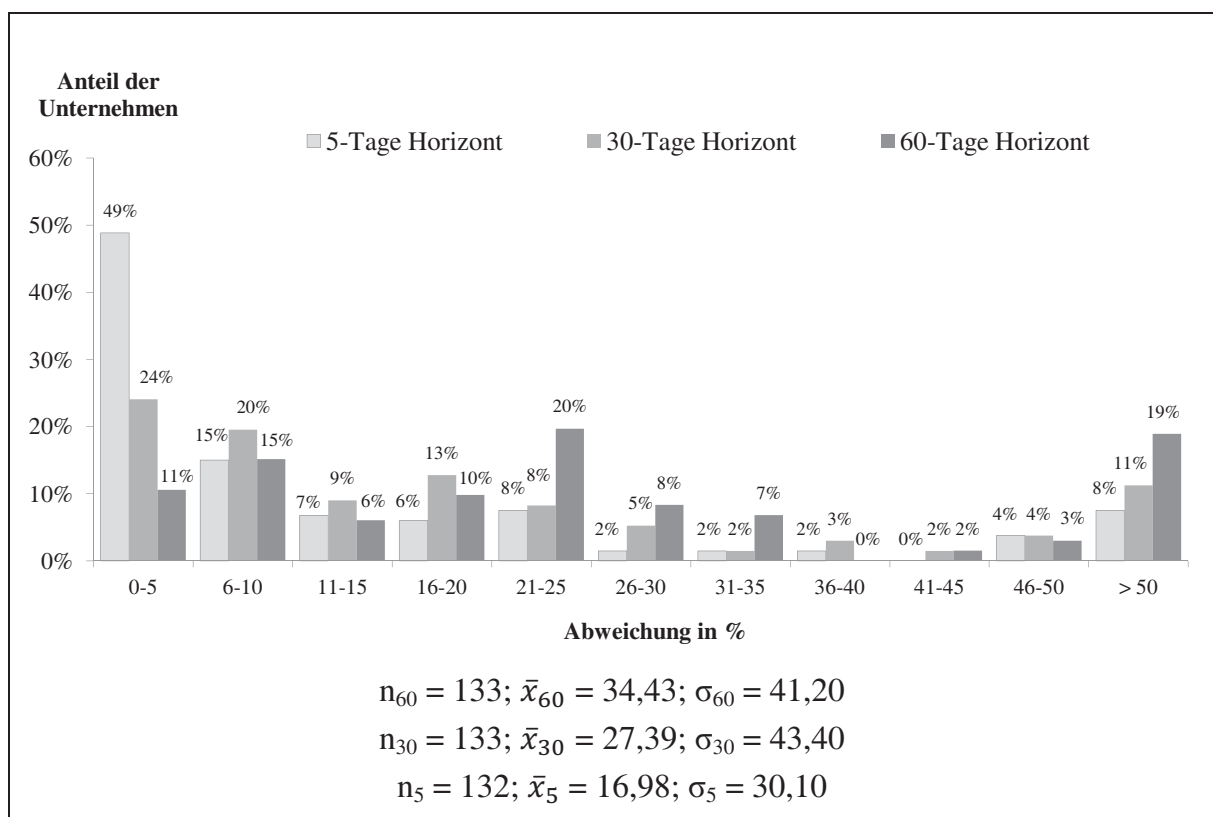


Abbildung 5.6: Nachfrageunsicherheit für Tier-1 Lieferanten³¹⁸

Zugleich ist eine zunehmende Homogenität in der Qualität der Abrufinformation mit der Länge des Betrachtungshorizonts festzustellen. Dies lässt sich anhand der standardisierten Streuung (Variationskoeffizient) messen.³¹⁹ Während sich für den 60 Tageshorizont ein Variationskoeffizient von 1,20 ergibt, beträgt dieser für den Zeitraum

³¹⁸ Eigene Darstellung.

³¹⁹ Unter dem Variationskoeffizienten wird ein relatives Streuungsmaß verstanden, welche eine Interpretation der Streuung bei unterschiedlichen Mittelwerten zulässt. Der Variationskoeffizient (CV) ist als Quotient der Standardabweichung und des arithmetischen Mittels definiert ($CV = \frac{s}{\bar{x}}$); vgl. Eckey/Kosfeld/Tück (2008), S. 113 f.

von 30 Tagen 1,58 und 1,77 für 5 Tage. Obwohl eine Häufung der Ausprägungen für geringe Abweichungen im 5-Tages Horizont vorhanden ist, unterscheidet sich die Abrufgüte für sehr kurze Zeiträume für die einzelnen Lieferanten erheblich. Auf lange Sicht fallen Differenzen dagegen eher gering aus.

Neben der Bedarfsunsicherheit zeigen sich uneinheitliche Nachfragemengen im Zeitverlauf (vgl. Abbildung 5.7). Bei etwa der Hälfte der Lieferanten (42%) ändern sich die Abrufmengen um bis zu 10%. Auf der anderen Seite haben 29% der Zulieferer Abweichungen von über 40% zu verkraften. Entsprechende Flexibilitätspotentiale müssen daher vorhanden sein, um die unterschiedlichen Bedarfsmengen bedienen zu können. Im Durchschnitt weichen diese um 38,22% ab.

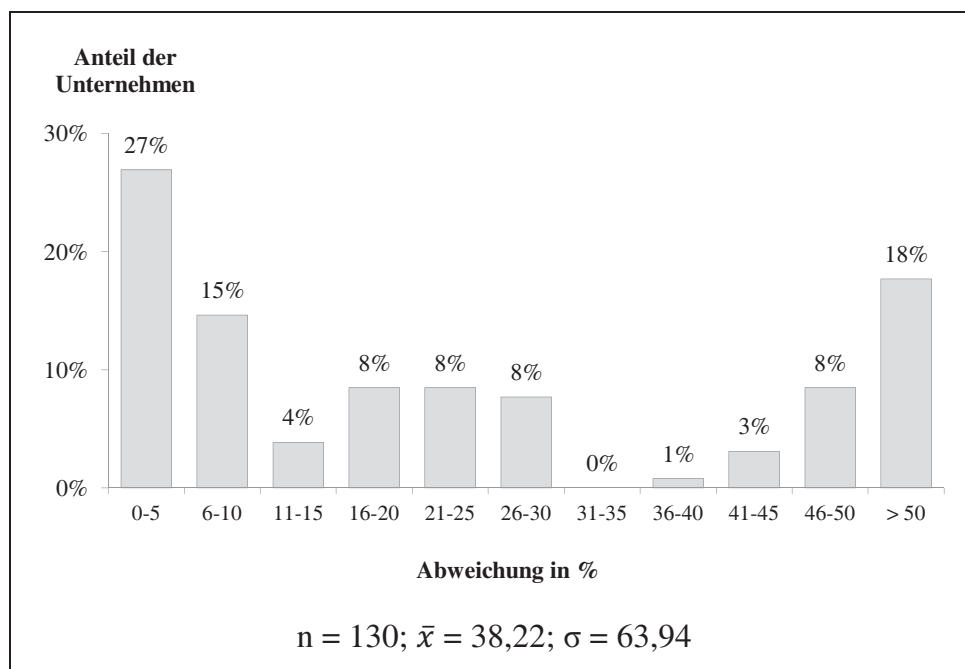


Abbildung 5.7: Nachfrageschwankungen für Tier-1 Lieferanten³²⁰

Unspezifische Abholtermine

Für den Großteil der Lieferanten (93%) erfolgt eine Abholung nach Zeitfenstern; lediglich 7% der Zulieferbetriebe arbeiten ohne Zeitfensterlogik. Die **Länge der Abholzeitfenster** ist für die Lieferanten uneinheitlich festgelegt, wobei die Mehrheit zeitlich eng definiert Termine mit dem Spediteur vereinbart. 49% der Lieferanten haben einen festen Zeitraum von unter zwei Stunden, innerhalb dessen Abholungen terminiert

³²⁰ Eigene Darstellung.

werden. Entsprechende Ressourcen müssen in diesen Fällen in geringem Maße vorgehalten werden. Für weitere 34% reicht das Zeitfenster von zwei bis acht Stunden. Ein Zehntel aller Lieferanten muss intern mit Abholungen durch den Logistikdienstleister kalkulieren, für welche Zeitintervalle von über acht Stunden festgesetzt sind.

Die Verbindlichkeit der Ankunftsinformation des Spediteurs zeigt sich in der **Abweichung der Abholzeitfenster**. Hierbei ist die zeitliche Differenz zwischen dem anvisierten und tatsächlichen Eintreffen des Logistikdienstleisters zu verstehen. In 22% der Fälle beläuft sich die Abweichung auf unter einer halben Stunde und kann vernachlässigt werden. Weiter 42% der Lieferanten rechnen mit einer notwendigen Flexibilität von bis zu zwei Stunden über den vereinbarten Zeitraum hinaus. Bei fast einem Drittel der Zulieferer erfolgt die Ankunft des Logistikdienstleisters mehr als zwei Stunden vor oder nach dem vereinbarten Zeitfenster.

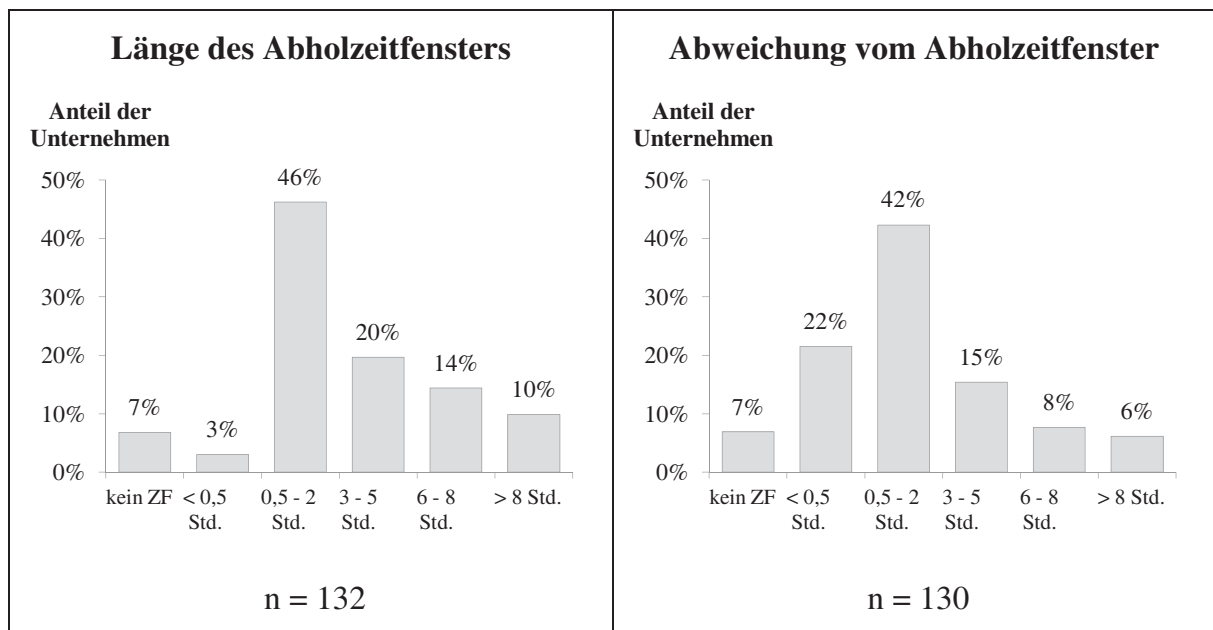


Abbildung 5.8: Abholvariabilität für Tier-1 Lieferanten³²¹

5.2.2 Kostensenkungspotentiale der alternativen Abrufkonzepte

Die Erfolgswirkung der verbesserten Konzepte wurde anhand der erwarteten Verringerung der Gesamtkosten bewertet. Eine durchschnittliche Verbesserung der Informationsqualität kann somit anhand des **arithmetischen Mittels** der

³²¹ Eigene Darstellung.

Kostenreduktionspotentiale errechnet werden.³²² Aus Abbildung 5.9 geht jedoch hervor, dass sich bereits 64% der Teilnehmer in mindestens einem der untersuchten Konzepte wiederfinden. Dennoch weist ein Großteil dieser Gruppe Kostensenkungspotentiale aus. Es ist daher davon auszugehen, dass diese Teilnehmer im Falle einer weitgehenden Übereinstimmung mit den Konzepten dessen ungeachtet weitere Potentiale identifizieren oder bei Gleichartigkeit der Nachfragesystematik einen Vergleich zu früheren Abrufsituationen ziehen, in welchen Nachfragemengen und Abholzeitpunkte anders als in den vorgeschlagenen Konzepten weniger stark koordiniert waren. In beiden Fällen sind die Antworten für die weitere Untersuchung gültig und wertvoll. Es bedarf jedoch zunächst einer differenzierten Betrachtung der beiden Teilstichproben (Lieferanten mit und ohne Verwendung der untersuchten Konzepte), um systematische Ergebnisunterschiede ausschließen zu können.

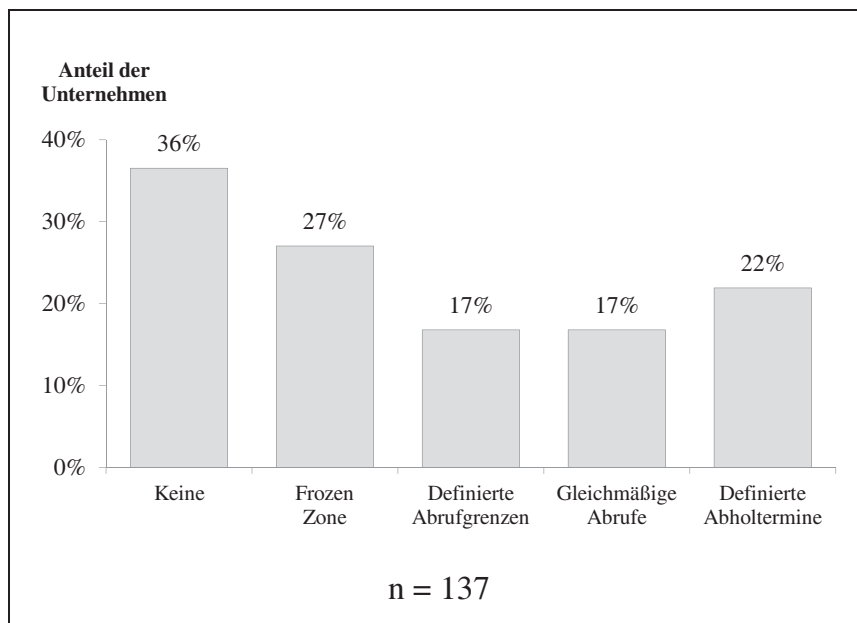


Abbildung 5.9: Anwendung der koordinierten Abrufkonzepte in der Automobilindustrie³²³

Eine Überprüfung der Mittelwerte auf Signifikanz zwischen mehreren Stichproben kann anhand von **Mittelwertvergleichen** erfolgen. Dabei gilt es bei der Wahl eines geeigneten Tests zu unterscheiden, ob parametrische oder nicht-parametrische Tests Anwendung finden. Bei parametrischen Tests sind gewisse Voraussetzungen über die

³²² Bis zu drei Teilnehmer gaben je nach Konzept an, ihre Kosten um > 50% reduzieren zu können. Für die Bildung eines Erwartungswerts wurden diese Kostensenkungspotentiale auf 50% gesetzt. Bei weiteren vier Teilnehmern ergaben sich die Gesamtkostensenkungspotentiale aus der Summe der Beschaffungs-, Produktions- und Distributionskosteneffekte. In diesen Fällen wurde für die Gesamtkostenwirkung der Mittelwert dieser drei Größen verwendet.

³²³ Eigene Darstellung.

Parameter der Population definiert, während nicht-parametrische Tests keine Bedingungen über die Verteilung der untersuchten Population machen.³²⁴ Eine Klassifizierung einzelner Testverfahren innerhalb der beiden Gruppen ist nach JANSSEN/LAATZ (2010) anhand folgender Kriterien möglich:³²⁵

- Skalenniveau der Variablen
- Abhängigkeit/Unabhängigkeit der Stichproben
- Anzahl der Stichproben

Im vorliegenden Fall soll überprüft werden, ob sich die Mittelwerte zweier Stichproben (Kostensenkungspotentiale der Teilnehmer mit und ohne Anwendung der Konzepte) signifikant voneinander unterscheiden. Die Stichproben sind voneinander unabhängig, da sie durch ein Zufallsexperiment bestimmt wurden. Die erfassten Daten werden auf einer Ratioskala abgetragen.

Der gängigste parametrische Test für die Untersuchung von Mittelwertdifferenzen unter den beschriebenen Gegebenheiten ist der t-Test für zwei unabhängige Stichproben. Dieser setzt eine **Normalverteilung in der Grundgesamtheit** voraus. Somit muss zunächst die Normalverteilungsannahme der Stichprobe untersucht werden. Diese lässt sich mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests überprüfen. In Tabelle 5.3 sind die Z-Werte und die Signifikanz eines Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Normalverteilung für die vier Konzepte angegeben. Die Signifikanzen lassen darauf schließen, dass die vorliegenden Daten nicht normalverteilt sind, wodurch die Anwendung des t-Tests ausfällt.

Variable	n	Z-Wert
FROZONE	111	2,458***
DEFABGR	108	2,993***
GLEICHAB	111	2,616***
DEFINAB	101	3,047***

Tabelle 5.3: Test auf Normalverteilung der abhängigen Variablen
 (*=signifikant auf 10%-Niveau; **=signifikant auf 5%-Niveau, ***=signifikant auf 1%-Niveau)

³²⁴ Vgl. Siegel (1985), S. 31.

³²⁵ Vgl. Janssen/Laatz (2010), S.323 ff; S. 610.

Folglich werden nicht-parametrische Verfahren zur Überprüfung der Mittelwertunterschiede eingesetzt. Im Fall zweier unabhängiger Stichproben kommen dafür der Mann-Whitney U-Test, der Kolmogorov-Smirnov Z-Test und der Wald-Wolfowitz-Test, in Frage.³²⁶ Der Mann-Whitney U-Test gilt als erste Alternative zum t-Test für den Vergleich von Mittelwerten. Durch die Bildung von Rangplätzen können der Mittelwert und der Median zweier Verteilungen für ein gegebenes Signifikanzniveau auf Ungleichheit getestet werden. Der Kolmogorov-Smirnov Z-Test und der Wald-Wolfowitz-Test hingegen vergleichen die Verteilungen nicht nur auf Unterschiede hinsichtlich Mittelwert, Modus oder Median, sondern berücksichtigen zusätzliche Abweichungen wie die Streuung.³²⁷

In Tabelle 5.4 sind die Ergebnisse der Prüfstatistiken zu sehen. Die Nullhypothese eines gleichen Mittelwerts für die beiden Teilstichproben wird für alle vier Konzepte beibehalten, da keiner der relevanten Werte signifikant ist. Die beiden Stichproben können somit als eine Gesamtstichprobe betrachtet werden.

Variable	n	Mann-Whitney U-Test (U)	Kolmogorov-Smirnov Z-Test (Z)	Wald-Wolfowitz-Test (Z)
FROZONE	111	1148,50	0,799	2,060
DEFABGR	108	664,50	0,512	1,833
GLEICHAB	111	795,50	0,682	2,064
DEFINAB	101	853,50	0,377	1,942

*Tabelle 5.4: Mittelwertvergleiche der abhängigen Variablen
(* = signifikant auf 10%-Niveau; ** = signifikant auf 5%-Niveau, *** = signifikant auf 1%-Niveau)*

Aufgrund des fehlenden Unterschieds der beiden Testmengen kann zudem ein Rückschluss auf die Validität der Antworten gezogen werden. Die Lieferanten, welche bereits mit den untersuchten Konzepten arbeiten und Erfahrung mit diesen gesammelt haben, können die Auswirkungen auf Ressourcen bereits real einschätzen. Da die andere Gruppe der Zulieferer im Durchschnitt die gleichen Bewertungen trifft, wird die Gültigkeit der Ergebnisse bestätigt.

Aus den Ergebnissen der Befragung wird deutlich, dass alle Konzepte die Grundlage für **wesentliche Verbesserungen der Produktions- und Logistikprozesse** der Lieferanten

³²⁶ Für eine detaillierte Darstellung der einzelnen Methoden vgl. Siegel (1985), S. 112 ff., 123 ff., 132 ff.

³²⁷ Vgl. Janssen/Laatz (2010), S. 622 ff.

bieten. Die Gesamtkostensenkungspotentiale aus der Gesamtstichprobe für alle vier Konzepte sind in Abbildung 5.10 dargestellt.

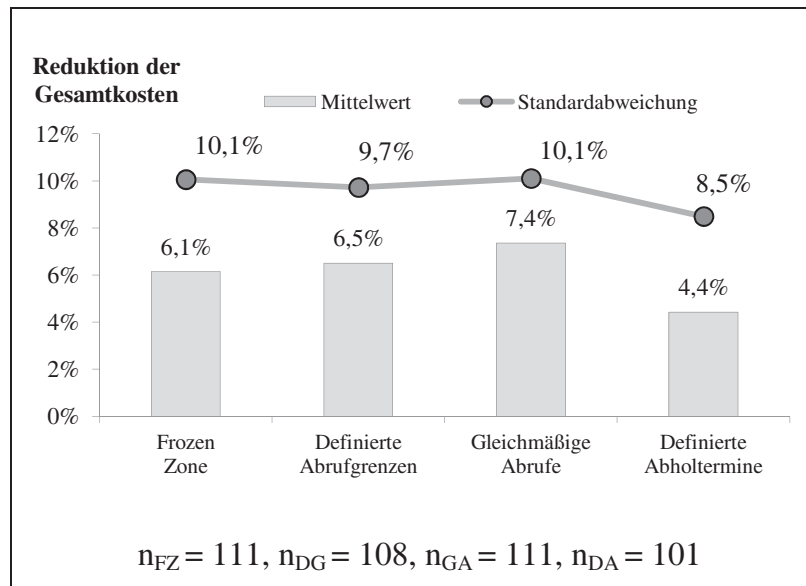


Abbildung 5.10: Gesamtkostensenkungspotentiale der Konzepte³²⁸

Mit 7,4% der Gesamtkosten können durch gleichmäßige Abrufe im Mittel die größten Vorteile bei Zulieferunternehmen realisiert werden. Den zweithöchsten Nutzen ziehen diese aus dem Konzept der definierten Abrufgrenzen. Die Höhe des Vorteils fällt dabei umso erstaunlicher aus, als dass Lieferanten in der Regel Abweichungen von der Ausgangsinformation von 15% in ihre Produktionsplanungen einkalkulieren und das untersuchte Konzept vordergründig keine Verbesserung der Nachfrageinformation bietet. Die ausgewiesenen Kostensenkungen von durchschnittlich 6,5% der Gesamtkosten bestätigen, dass Abrufmengen über die einberechnete Unsicherheit hinaus variieren (vgl. 30-tägigen Nachfragehorizont in Abbildung 5.6) und Lieferanten infolgedessen von der zunehmenden Bedarfssicherheit profitieren. Mit durchschnittlich 6,1% der Gesamtkosten werden die Vorteile eine Frozen Zone quantifiziert. Verglichen mit den andern beiden Konzepten zur Reduzierung von kurzfristig abweichenden Nachfragemengen werden diesem Konzept die geringsten Kostensenkungspotentiale eingeräumt. Geringere Vorteile erwarten sich die Zulieferer durch den Ansatz für definierte Abholtermine. Für dieses Konzept werden im Mittel Kosteneffekte in Höhe von 4,4% identifiziert.

³²⁸ Eigene Darstellung.

Durch die Festlegung von Ankunftszeiten lassen sich beträchtliche Effizienzgewinne erzielen. Im Vergleich zu einer Erhöhung der Abrufsisicherheit fallen diese jedoch wesentlich niedriger aus. Kurzfristig stochastische und dynamische Nachfragemengen werden folglich verglichen mit der Unsicherheit durch unkonkrete Abholtermine als größeres Defizit betrachtet.

Nach einer Studie des VDA entstehen für 62% der Lieferanten Unruhekosten durch Planabweichungen in Höhe von 2-7% ihres Umsatzes. 4% der Lieferanten rechnen sogar mit höheren Zusatzkosten.³²⁹ Aus den identifizierten Kostenreduktionspotentialen der alternativen Abrufkonzepte wird somit deutlich, dass diese einen wesentlichen Beitrag zur Eliminierung der bestehenden Flexibilitätspotentiale in der Lieferkette und infolgedessen zur Verringerung von Unruhekosten bei Zulieferunternehmen beitragen.

Die priorisierte Reihenfolge der Einzelkonzepte bestätigt die identifizierten Kostensenkungspotentiale weitgehend (Abbildung 5.11).

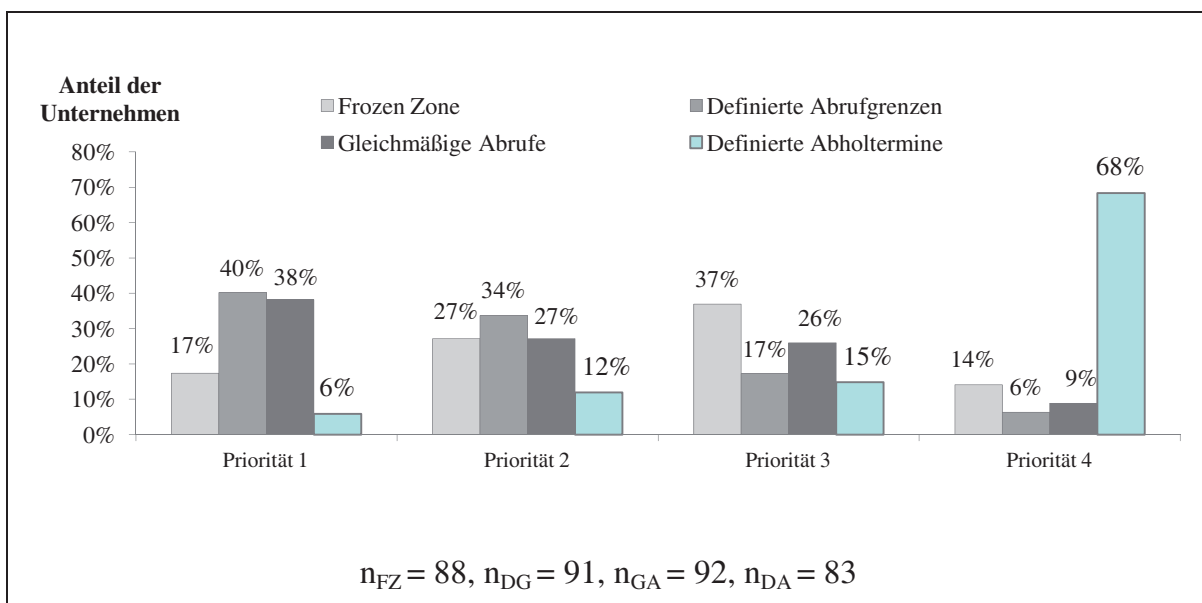


Abbildung 5.11: Priorisierte Reihenfolge der Abrufkonzepte³³⁰

Trotz höherer Kostensenkungspotentiale durch gleichmäßige Abrufe wird lediglich dem Konzept der definierten Abrufgrenzen eine leicht höhere Bedeutung zugemessen. Beide Ansätze besitzen für 78% der Unternehmen höchste Relevanz. An dritter Stelle sehen die Teilnehmer die Notwendigkeit einer Frozen Zone. Immerhin halten 17% der

³²⁹ Vgl. Verband der Automobilindustrie (2008b), S. 9.

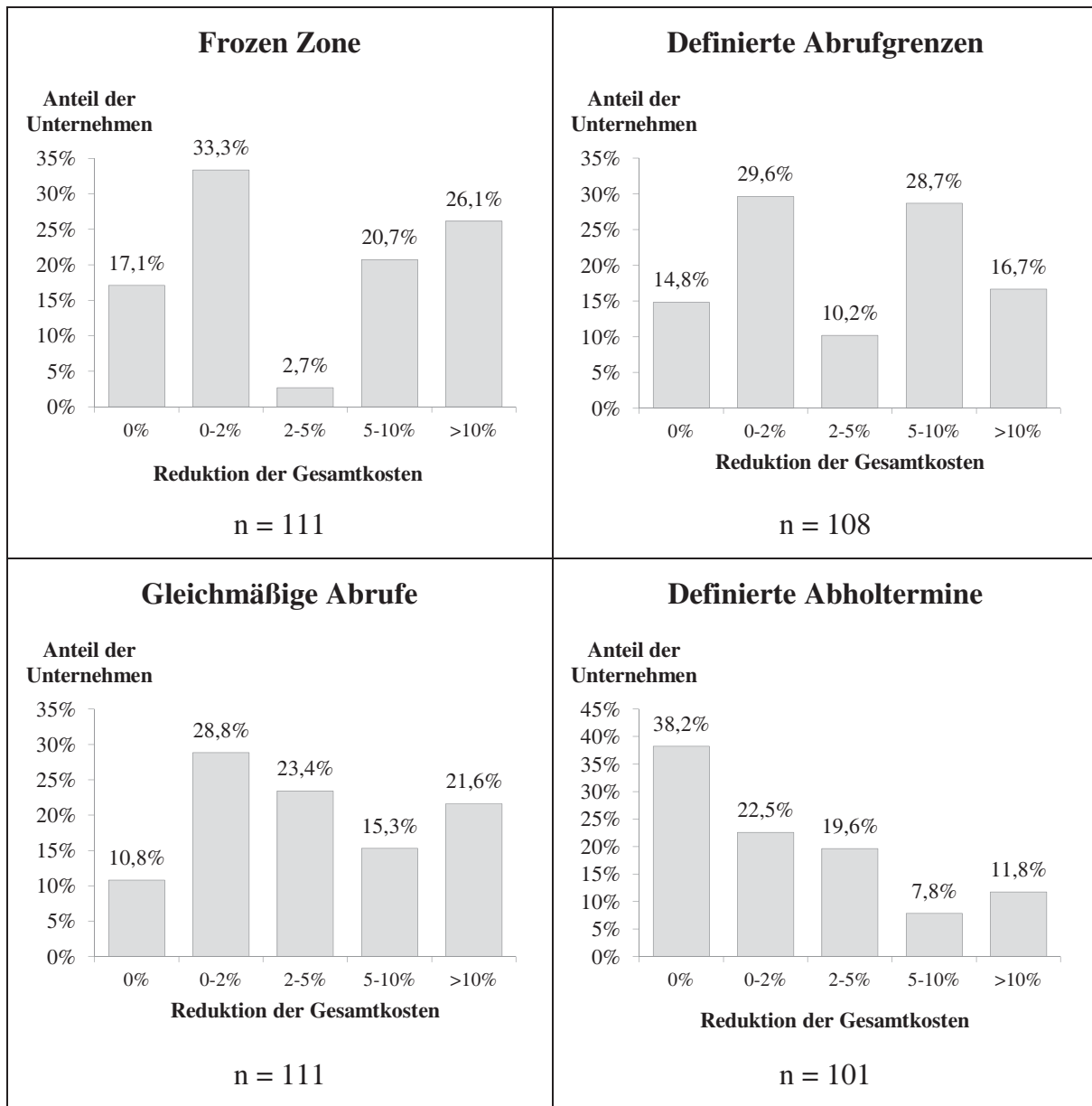
³³⁰ Eigene Darstellung.

Lieferanten ein fixes Zeitfenster von fünf Tagen für das wichtigste der Konzepte. Der Großteil sieht größere Stärken jedoch in den anderen Ansätzen. Mit deutlichem Abstand werden die Konzepte zur Reduzierung der kurzfristig abweichenden Nachfragemengen dem Ansatz der definierten Abholtermine vorgezogen. Anhand der Kostensenkungspotentiale wird jedoch deutlich, dass eine Beseitigung ungenauer Ankunftszeiten ebenfalls beachtliche Kostensenkungspotentiale bergen und somit nicht ohne Bedeutung sind. Im Vergleich zur Problematik schwankender Nachfragemengen fallen diese jedoch geringer aus.

Abweichung der Kostensenkungspotentiale

Die Standardabweichung der Kostensenkungspotentiale für die Konzepte beträgt 8,5-10,1 Prozentpunkte. Damit wird deutlich, dass die Auswirkungen verbesserter Informationen innerhalb der Lieferanten teilweise auffallend divergierend bewertet werden. In Abbildung 5.12 wird die Verteilung der einzelnen Konzepte aus diesem Grund einer näheren Betrachtung unterzogen.

Die Verläufe der Frozen Zone und der definierten Abrufgrenzen verhalten sich dabei ähnlich. Etwa 15% der Teilnehmer sehen keine Möglichkeit, die höhere Informationsgüte durch die beiden Ansätze in Form von Prozessverbesserungen umsetzen. 30% der Unternehmen können geringe Vorteile erzielen. Annähernd 50% bewerten die Effekte aus diesen beiden Konzepten jedoch mit über 5%. Somit liegt der Schluss nahe, dass diese Konzepte entweder mit hohen Kostenfolgen einhergehen oder vernachlässigbar sind. Die Verteilung für die gleichmäßigen Abrufe verläuft weniger stark untergliedert. Während für die Frozen Zone und den definierten Abrufgrenzen mittlere Effekte von 2-5% nur 2,7% bzw. 10,2% der Unternehmen angeben, erwarten diese bei gleichmäßigen Abrufen fast ein Viertel der Lieferanten. Somit ergibt sich eine relativ gleichmäßige Verteilung der Kostensenkungspotentiale für diesen Ansatz. Für definierte Abholtermine geben 38,2% der Befragten an, keine Effekte durch die Konzepte zu haben. Der Anteil der Unternehmen mit Auswirkungen größer als fünf Prozent beträgt lediglich ca. 20%.

Abbildung 5.12: Verteilung der Gesamtkostensenkungspotentiale³³¹

Verteilung der Kostensenkungspotentiale auf Unternehmensbereiche

Neben der Verteilung der Gesamtkostensenkungspotentiale für Tier-1 Lieferanten im Allgemeinen ist eine detaillierte Betrachtung der intraorganisatorischen Erfolgswirkungen angebracht. Dahingehend ist zunächst die Zusammensetzung der Gesamtkostenreduktion zu analysieren. Abbildung 5.13 fasst die Kosteneffekte je Funktionsbereich zusammen.

³³¹ Eigene Darstellung.

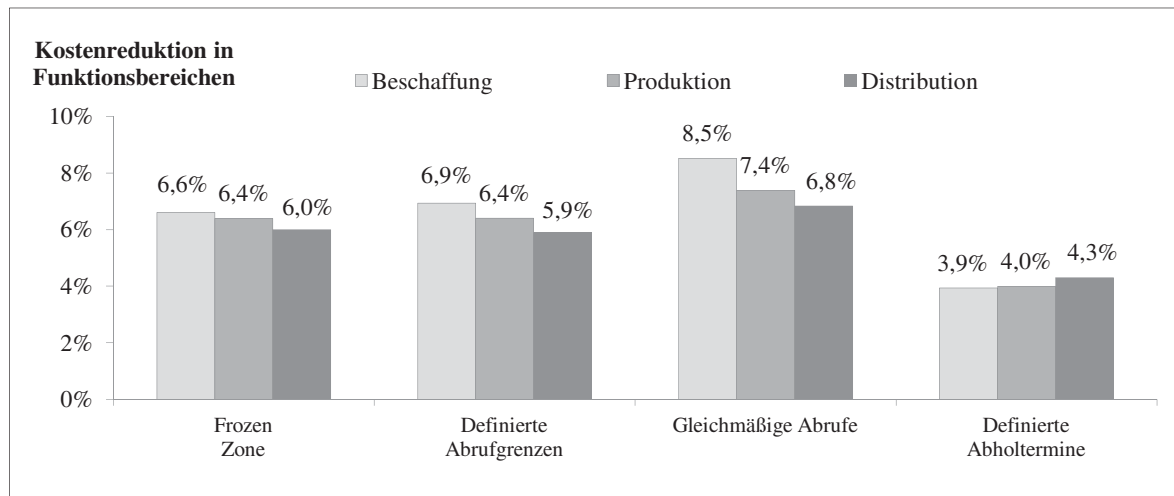
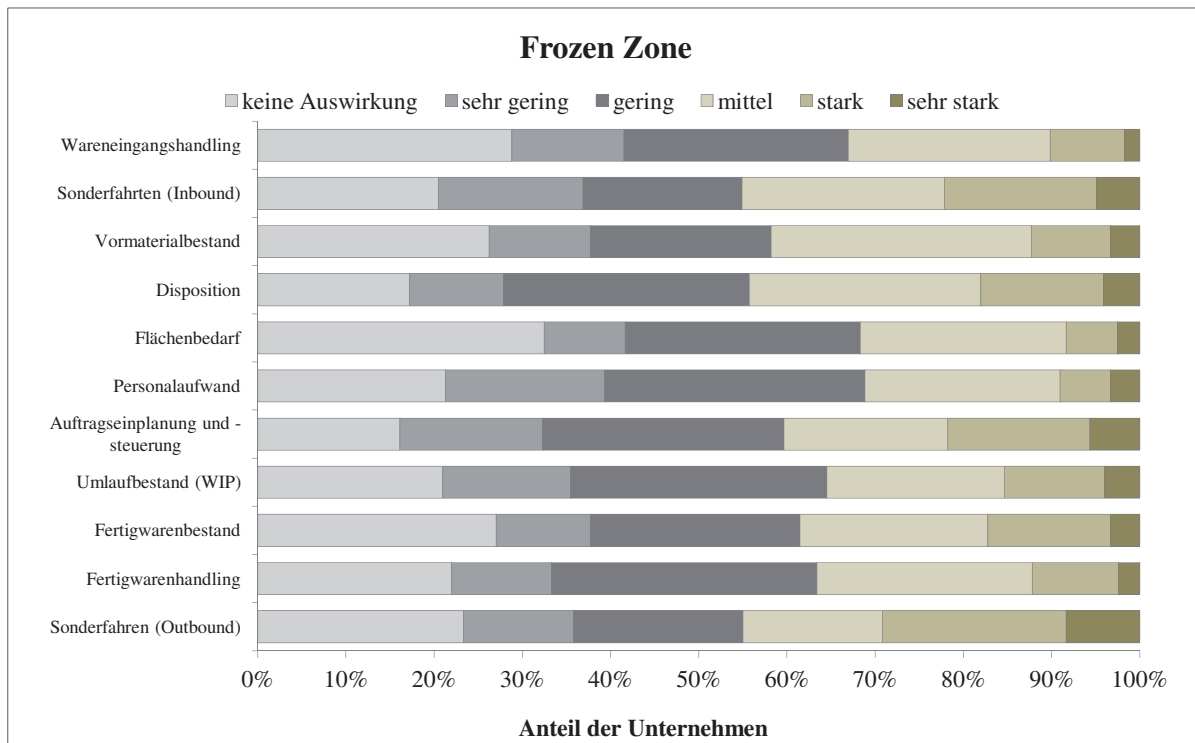
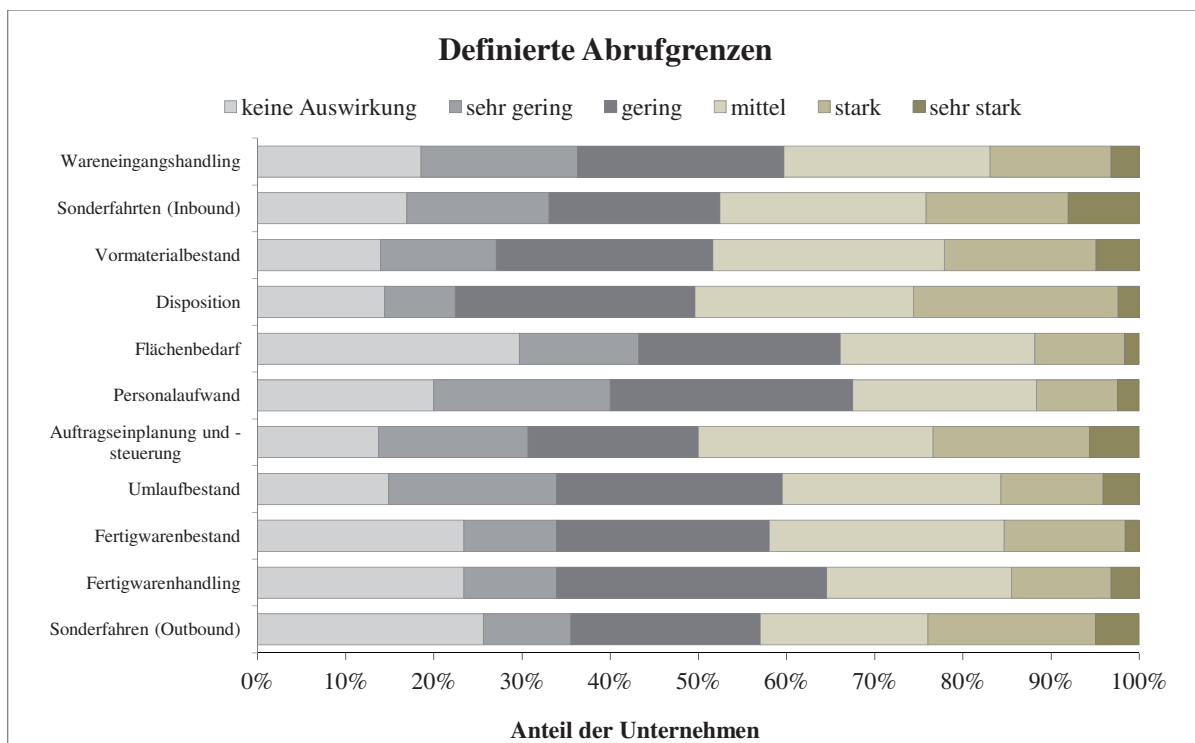


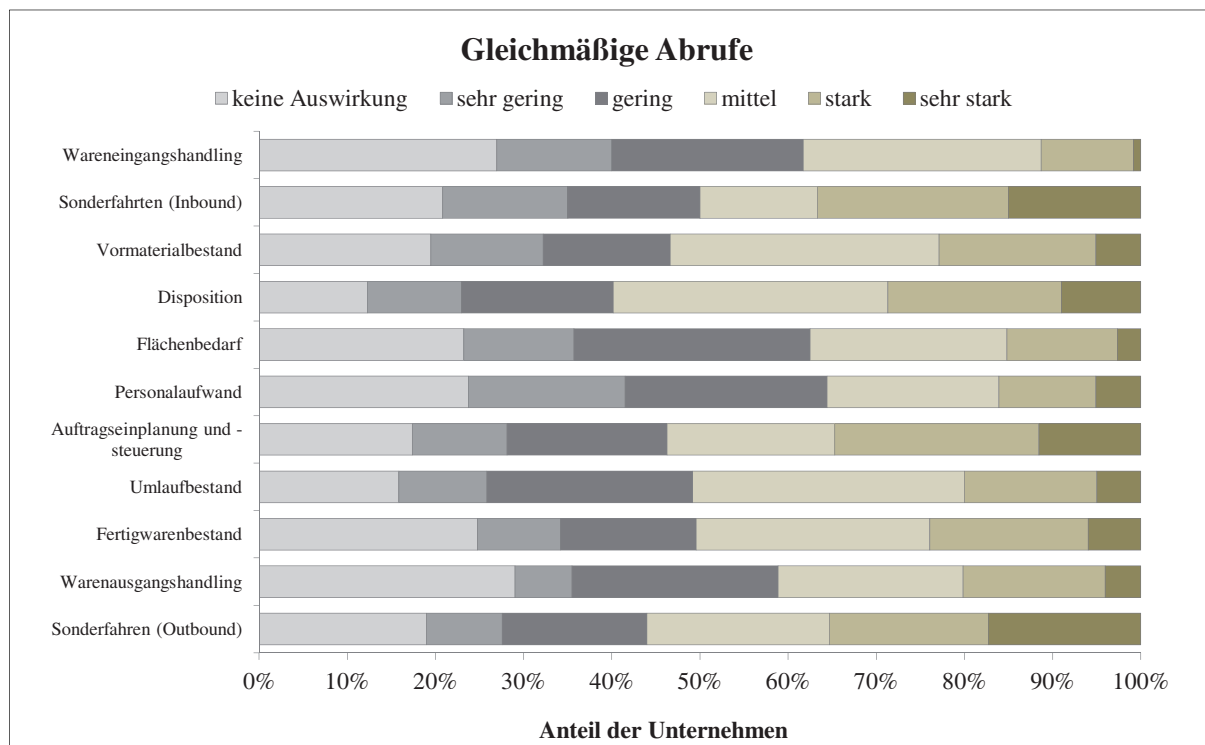
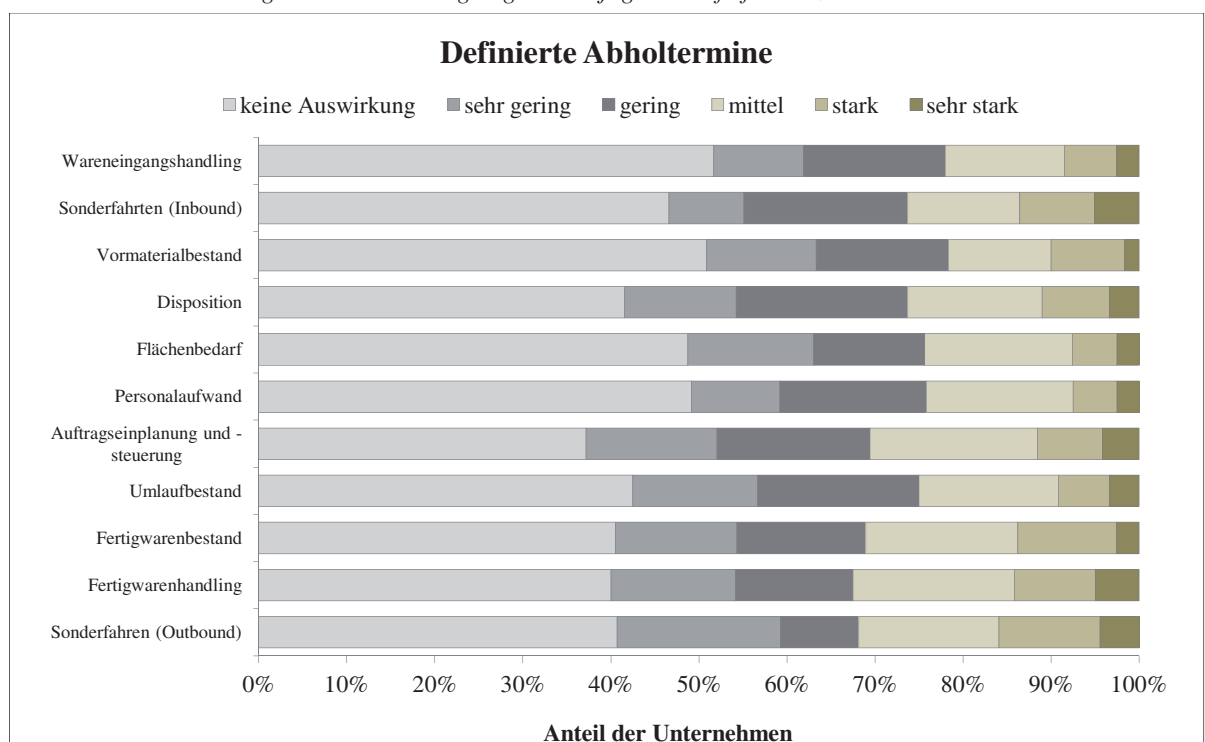
Abbildung 5.13: Kostensenkungspotentiale der Konzepte je Funktionsbereich³³²

Bei den Konzepten zur Verringerung der abweichenden Nachfragemengen lässt sich dabei ein ähnliches Muster ableiten: In der Beschaffung werden die größten Verbesserungsmöglichkeiten wahrgenommen, während bei Produktionstätigkeiten mitunter 1,1 Prozentpunkte weniger Effekte gesehen werden. Im Distributionsbereich liegen für diese Konzepte die geringsten Potentiale. Ein gegenteiliger Verlauf ist für die definierten Abholtermine zu erkennen. Beschaffungs- und Produktionskosten belaufen sich trotz des Fokus auf der Absatzseite auf etwa 4% und sind damit lediglich einen halben Prozentpunkt niedriger als die Effekte für die Distribution. Definierte Abholtermine führen somit zu einer insgesamt besseren Planungssituation für den Lieferanten, welche Auswirkungen für seine gesamte Kostensituation mit sich bringen. Zu beachten ist hierbei jedoch, dass die Gesamtkosteneffekte für dieses Konzept höher eingeschätzt werden, als die Vorteile für die einzelnen Unternehmensabschnitte.

Die Ursache der jeweiligen Kostensenkungspotentiale wird durch eine nähere Betrachtung der einzelnen Ressourcen ermittelt. Als Basis einer Analyse ist in Abbildung 5.14 bis Abbildung 5.17 die Auswertung der Rating-Skalen für die vier Konzepte dargestellt.

³³² Eigene Darstellung.

Abbildung 5.14: Auswirkungen eine Frozen Zone für einzelne Ressourcen³³³Abbildung 5.15: Auswirkungen definierter Abrufgrenzen für einzelne Ressourcen³³⁴³³³ Eigene Darstellung³³⁴ Eigene Darstellung.

Abbildung 5.16: Auswirkungen gleichmäßiger Abrufe für einzelne Ressourcen³³⁵Abbildung 5.17: Auswirkungen definierter Abholtermine für einzelne Ressourcen³³⁶³³⁵ Eigene Darstellung.³³⁶ Eigene Darstellung.

Für die Konzepte Frozen Zone, Definierte Abrufgrenzen und Gleichmäßige Abrufe (Abbildung 5.14 bis Abbildung 5.16) finden sich wie bei der Kostenanalyse ähnliche Muster: Die hohen Kosteneffekte im Bereich der Beschaffung sind hauptsächlich auf die Vermeidung von Sonderfahrten und einen geringeren Aufwand in der Disposition zurückzuführen. Beim Konzept der gleichmäßigen Abrufe geben sogar annähernd 60% der Lieferanten mindestens *mittlere* Auswirkungen in der Disposition an. Der längerfristig ausgelegte Planungszeitraum der Konzepte Definierte Abrufgrenzen und Gleichmäßige Abrufe spiegelt sich ebenso in den Antworten wider, indem sich für diese beiden Ansätze der Vormaterialbestand als wesentlicher Faktor abhebt. Im Handlingsbereich (Entgegennahme von Vormaterialien und dem Einlagern derselben) werden dagegen systematisch geringere Effekte vermutet.

Für den Produktionsbereich kann insbesondere der Aufwand für Auftragseinplanung und -steuerung verringert werden. In der eigentlichen Fertigung sind die Effekte dagegen geringer einzustufen. Lediglich bis zu 15% der Lieferanten geben an, durch die Konzepte zur Reduzierung der Nachfrageunsicherheit und Nachfrageschwankung mindestens *starke* Auswirkungen auf den Personalaufwand und die benötigte Fläche im Produktionsbereich zu haben.

Starke Verbesserungen werden im Bereich der Distribution durch die Vermeidung von Sonderfahrten (Outbound) identifiziert. Die Möglichkeit, den Fertigwarenbestand abzusenken, bewerten bis zu 23% der Unternehmen mit *stark*. Erstaunlicherweise vertreten diese Meinung für das Konzept der Frozen Zone mit einer sehr hohen Nachfragesicherheit lediglich 16%.

Grundsätzlich ist durch die untersuchten Konzepte eine Verbesserung der Betriebsabläufe in den gleichen Bereichen festzustellen, wobei die Intensität je Konzept jedoch variiert. Hierbei ist ein Zusammenhang zwischen den Kostensenkungspotentialen aus Abbildung 5.10 und den Antworten der Rating-Skala ersichtlich.

Ebenso können für das Konzept Definierte Abholtermine (Abbildung 5.17) die bisherigen Resultate verifiziert und verfeinert werden. Die hauptsächlichsten Ressourcenreduktionen sind in allen Bereichen der Distribution zu erkennen. Des Weiteren ist durch eine exakte Festlegung der Abholtermine eine genauere Produktionssteuerung möglich, so dass insbesondere ungeplante Transporte und der Aufwand für die Programmplanung reduziert werden können. Besonders auffällig ist in diesem Zusammenhang die große Menge an Lieferanten, welche keine Auswirkungen durch dieses Konzept erwarten. Aus dem Vergleich mit den anderen Konzepten geht

hervor, dass eine wesentlich größere Anzahl an Lieferanten von einer Reduzierung der Nachfrageunsicherheit und Nachfrageschwankung als durch eine Festlegung der Abholtermine profitiert.

Die Ergebnisse decken sich mit den Erkenntnissen aus den Fallstudien, in welchen entsprechende Ressourcen (Sonderfahrten, Disposition, Vormaterial- und Fertigwarenbestand sowie Auftragseinplanung und -steuerung) als primäre Einflussgrößen einer konzeptionellen Verbesserung festgehalten werden konnten.

Neben einer positiven Bewertung der Konzepte gaben im Durchschnitt 8% an, die Effekte nicht einschätzen zu können. Einige der Teilnehmer (Mittelwert 3,5%) gingen sogar von höheren Aufwendungen aus. Die Gründe hierfür lassen sich jedoch anhand dieser Daten nicht ableiten.

Implikationen der Kostensenkungspotentiale für die Praxis

Die oben beschriebenen Kostensenkungspotentiale zeigen, dass erhebliche Effizienzsteigerungen in der Supply-Chain durch eine Anpassung der bestehenden Abrufsystematik liegen. Am praktischen Beispiel der Volkswagen AG wird deutlich, in welcher Höhe diese den Erfolg des Unternehmens beeinflussen können. Der Volkswagen Konzern bezog im Jahr 2010 von seinen Zulieferern Waren, Investitionsgüter und Dienstleistungen im Wert von 89,7 Mrd. €. ³³⁷ Der Anteil des Produktionsmaterials beträgt am gesamten Beschaffungsvolumen etwa 85%, so dass sich der Betrag für diese Güter auf 76,3 Mrd. € beläuft. ³³⁸ Zur Berechnung der Effekte in der Lieferkette werden die Gesamtkosten der Lieferanten betrachtet. Das Einkaufsvolumen des Volkswagen Konzerns wird infolgedessen um die durchschnittliche Marge für Automobilzulieferunternehmen im Jahr 2010 (durchschnittlich 6,2%) bereinigt. ³³⁹

In Tabelle 5.5 sind die resultierenden Kostensenkungspotentiale für die Lieferkette des Volkswagen Konzerns dargestellt. Gemessen an den Umsatzerlösen des Konzerns von 126,875 Mrd. € in 2010 kann durch eine Anpassung der Materialabrufsystematik eine Kostenreduktion um bis zu 5,262 Mrd. € erzielt werden. An dieser Stelle muss jedoch nochmals darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den ermittelten Daten um

³³⁷ Vgl. Volkswagen (2011), S. 188.

³³⁸ Der Anteil von 85% des Produktionsmaterials am Gesamtbeschaffungsvolumen wurde anhand der sechs inländischen Volkswagen-Standorte berechnet. Vgl. Volkswagen (2011), S. 180.

³³⁹ Vgl. Roland Berger/Lazard (2011), S. 2.

Einschätzungen von Experten handelt und keine exakten Berechnungen zugrunde liegen. Allerdings dürften sich die Unter- sowie Überschätzungen durch die Verwendung des Erwartungswerts ausgleichen. Selbst unter der Annahme konservativerer Schätzungen der Potentiale von 1% der Gesamtkosten kann von einer monetären Reduktion der Supply Chain Kosten von etwa 0,715 Mrd. € ausgegangen werden.

Abrufkonzept	Kostensenkungspotential
Frozen Zone	4,397
Definierte Abrufgrenzen	4,651
Gleichmäßige Abrufe	5,262
Definierte Abholtermine	3,162

Tabelle 5.5: Kostensenkungspotentiale für den Volkswagen Konzern (in Mrd. €)³⁴⁰

5.3 Explanative Einordnung der Unternehmen

Die Ergebnisse der Fallstudien und die deskriptive Auswertung der Lieferantenbefragung machen deutlich, dass durch die untersuchten Konzepte teilweise erhebliche Prozessverbesserungen für die Lieferanten ermöglicht werden. Mit diesen gehen deutlich Kosteneffekte einher. Gleichzeitig bleibt jedoch festzuhalten, dass die Vorteile innerhalb der Zulieferindustrie in unterschiedlicher Weise verteilt sind. Für eine differenzierte Abschätzung der Kostensenkungspotentiale bedarf es folglich einer geeigneten Systematisierung anhand relevanter Merkmale.

In 4.4 wurden Abhängigkeiten identifiziert, durch welche sich allgemeine Aussagen über das logistische und produktionswirtschaftliche Umfeld der Lieferanten und dessen Wirkung auf den Erfolg der Abrufkonzepte ableiten lassen. Eine Überprüfung des tatsächlichen Einflusses der einzelnen Faktoren erfolgt in 5.3.1. Zur Berücksichtigung mehrerer Einflussgrößen gleichzeitig wird in 5.3.2 eine weiterführende Einordnung der Lieferanten auf Basis aller Erklärungsvariablen durchgeführt.

5.3.1 Einfache Zusammenhänge

Die Hypothesen in 4.4 beschreiben Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen logistischen Einflussgrößen und Kostensenkungspotentialen infolge der entwickelten

³⁴⁰ Eigene Berechnungen.

Abrufkonzepte. Ein Nachweis der Kausalzusammenhänge kann dabei lediglich durch experimentelle Untersuchungen erfolgen, da bei dieser Form der Analyse die unterschiedlichen Rahmenbedingungen nach Zufallskriterien ausgewählt werden und Störeinflüsse nach Möglichkeit verhindert werden.³⁴¹ Korrelationen beschreiben dagegen zunächst einfache Zusammenhänge zwischen Daten. Unter Bezugnahme der sachlogisch begründeten Abhängigkeiten eröffnen diese jedoch die Möglichkeit, die identifizierten Beziehungen für die gewählte Parameterkonstellation kausal zu erklären. Damit erweitert sich das Spektrum möglicher Analysewerkzeuge. **Korrelationsanalysen** und **Mittelwertvergleiche** sind dabei probate Methoden, um Zusammenhänge für bivariate Fälle zu prüfen und Aussagen über deren Richtung zu treffen.³⁴²

Einer möglichen Ungenauigkeit der einzelnen Kostenbewertungen und damit verbundenen Ergebnisdifferenzen in der Korrelationsanalyse wird durch eine **Klassifizierung** der abhängigen Variablen begegnet. Für die Überprüfung des gerichteten Zusammenhangs ist der damit einhergehende Informationsverlust vernachlässigbar. Um auch der in Abbildung 5.12 erkennbaren Einteilung der Kostensenkungspotentiale in *gering*, *mittel* und *hoch* Rechnung zu tragen, werden drei Klassen für jede der ratioskalierten Variablen FROZONE, DEFABGR, GLEICHAB und DEFINAB gebildet. Als Klassengrenzen dienen das 33-Quantil und das 66-Quantil, so dass eine gleichmäßige Verteilung der Fälle auf Klassen erfolgt.³⁴³ Es entstehen somit vier neue Variablen, welche in Tabelle 5.6 dargestellt sind.

Indikator	Abkürzung	Quantile	Skala
Frozen Zone	FROZONE_K	1,17% / 5,00%	Ordinal
Definierte Abrufgrenzen	DEFABGR_K	1,00% / 5,00%	Ordinal
Gleichmäßige Abrufe	GLEICHAB_K	2,00% / 7,00%	Ordinal
Definierter Abholtermin	DEFINAB_K	0,00% / 4,00%	Ordinal

Tabelle 5.6: Klassifizierte abhängige Variablen

Aufgrund der fehlenden Normalverteilung der Ausgangsdaten und einem ordinalen Messniveau der abhängigen Variablen werden die Zusammenhänge durch die

³⁴¹ Vgl. Bortz/Döring (2006), S. 490 f.

³⁴² Vgl. Gelbrich (2001), S. 213.

³⁴³ Für weitere Klassifizierungssystematiken siehe u.a. Bock (1974).

Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman (r_s) und Kendall (τ) ausgedrückt.³⁴⁴ Eine Ausnahme bildet die Variable *DISTORG*, welche lediglich ein nominales Skalenniveau mit zwei Ausprägungen aufweist. Die Überprüfung eines signifikanten Unterschieds zwischen den Kostenklassen erfolgt daher durch den Mann-Whitney U-Test. Sämtliche Signifikanztests werden durch die gerichtete Formulierung der Hypothesen einseitig durchgeführt.³⁴⁵ Die dafür definierten Signifikanzniveaus betragen 1%, 5% und 10%.³⁴⁶

Anzahl der Teilenummern

Für die drei relevanten Konzepte ist eine positive Beziehung zwischen den Kostensenkungspotentialen und der Anzahl der Teilenummern gegeben, wobei lediglich der Rangkorrelationskoeffizient nach Kendall die Arbeitshypothese für definierte Abrufgrenzen zu einem Signifikanzniveau von 10% knapp bestätigt (Tabelle 5.7). Da dieser Zusammenhang nach Spearman nicht gegeben ist, werden alle Hypothesen abgelehnt.

Der Einfluss der Teilevarianz auf die Wirksamkeit der getesteten Konzepte wird somit abgewiesen. Es kann daher die Schlussfolgerung gezogen werden, dass eine größere Planungskomplexität und höhere Bestände nicht mit der angebotenen Anzahl an Teilen einhergehen. Vielmehr finden Lieferanten offensichtlich Möglichkeiten, die hohe Vielfalt an Ausprägungen eines Produkts kostengünstig zu produzieren. Das Angebotsspektrum kann daher nicht als ein Gradmesser für den Aufwand in der Produktion und somit zur Einordnung der Kostensenkungspotentiale für Lieferanten verwendet werden.

³⁴⁴ Für eine weiterführende Beschreibung der beiden Koeffizienten siehe Bamberg/Baur/Krapp (2007), S. 38; Hartung/Elpelt/Klösener (2005), S. 553 ff.; Vogel (1989), S. 48 f.

³⁴⁵ Vgl. Bortz/Döring (2006), S. 496 ff.

³⁴⁶ Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% kann von gesicherten Zusammenhängen ausgegangen werden, während Korrelationen bei signifikanten Werten für $\alpha = 5\%$ als sehr wahrscheinlich angenommen werden können. Die Annahme der Arbeitshypothese H_1 bei einem Signifikanzniveau von 10% gibt immerhin noch Indikationen über den tatsächlichen Zusammenhang, obwohl eine fälschliche Annahme von H_1 mit einer Wahrscheinlichkeit von bis zu 10% getroffen wird.

Nr.	Kenngroße	n	τ	r_s
H ₁₋₁	TEILENR	109	0,080	0,101
H ₁₋₂	TEILENR	107	0,100*	0,124
H ₁₋₃	TEILENR	109	0,032	0,039

Tabelle 5.7: Signifikanztests für die Anzahl der Teilenummern
 (*=signifikant auf 10%-Niveau; **=signifikant auf 5%-Niveau, ***=signifikant auf 1%-Niveau)

Wiederbeschaffungszeit von Vorlieferanten

Die Länge der Wiederbeschaffungszeit von Vorlieferanten hat einen signifikanten Einfluss auf die Kosten von Zulieferunternehmen aufgrund einer veränderten Abrufsystematik durch definierte Abrufgrenzen. Die Irrtumswahrscheinlichkeit liegt dabei unter 5% (Tabelle 5.8).

Damit wird die Hypothese bestätigt, dass besonders Lieferanten mit großen Beschaffungsmengen aus entfernten Märkten und damit hohen Wiederbeschaffungszeiten von den geringeren Änderungen der Abrufmenge profitieren. Tier-1 Lieferanten mit einem hohen Anteil lokaler Vorlieferanten können dagegen in der bestehenden Abrufsystematik auf Mengenanpassungen besser reagieren und dadurch mit weniger Flexibilitätspotentialen operieren.

Nr.	Kenngroße	n	τ	r_s
H ₂₋₂	WIEDEBES	107	0,176**	0,220**

Tabelle 5.8: Signifikanztests für die Wiederbeschaffungszeit von Vorlieferanten
 (*=signifikant auf 10%-Niveau; **=signifikant auf 5%-Niveau, ***=signifikant auf 1%-Niveau)

Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses

Zwischen der Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses und den Kostensenkungspotentialen aus den Konzepten Frozen Zone, definierte Abrufgrenzen und gleichmäßige Abrufe wird ein positiver Zusammenhang festgestellt. Für die Frozen Zone kann dieser mindestens auf einem 10%-Niveau gesichert werden, die beiden anderen Konzepte weisen dagegen hoch signifikante Korrelationen auf (Tabelle 5.9).

Lange Fertigungsprozesse erlauben es den Lieferanten somit offensichtlich schlechter, Abrufänderungen zu geringen Kosten in ihr Produktionsprogramm aufzunehmen. Stattdessen müssen ausreichend Ressourcen auf den einzelnen Stufen im Wertschöpfungsprozess vorgehalten werden, um die Nachfrage decken zu können.

Durch zuverlässige Abrufinformationen können diese abgebaut und Kosten reduziert werden.

Nr.	Kenngröße	n	τ	r_s
H ₃₋₁	FERTDLZ	109	0,130**	0,158*
H ₃₋₂	FERTDLZ	107	0,218***	0,266***
H ₃₋₃	FERTDLZ	108	0,215***	0,269***

Tabelle 5.9: Signifikanztests für die Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses
(* = signifikant auf 10%-Niveau; ** = signifikant auf 5%-Niveau, *** = signifikant auf 1%-Niveau)

Losgröße in der Endmontage

Der Zusammenhang zwischen einer steigenden Losgröße und einer zunehmenden Kostenreduktion der Zulieferunternehmen durch eine Frozen Zone, gleichmäßige Abrufe und definierte Abrufgrenzen muss für die drei Konzepte gesondert betrachtet werden. Während in den ersten beiden Fällen eine Abhängigkeit auf einem Signifikanzniveau von 10% bestätigt wird, können für definierte Abrufgrenzen keine signifikanten Korrelationen identifiziert werden (Tabelle 5.10).

Daraus kann geschlossen werden, dass Bestände infolge großer Lose lediglich durch ein hohes Maß an Sicherheit reduziert werden können. Eine Stabilisierung und Verstetigung der Nachfrage für einen kurzen Zeitraum erlaubt es dem Lieferanten diese Flexibilitätspotentiale abzubauen. Definierte Abrufgrenzen gestatten jedoch eine Variation der Nachfrage innerhalb eines bestimmten Intervalls, wodurch für dieses Konzept kein Zusammenhang zwischen steigender Losgröße und sinkenden Kosten ermittelt werden kann.

Nr.	Kenngröße	n	τ	r_s
H ₄₋₁	LOSGR	103	0,109*	0,137*
H ₄₋₂	LOSGR	102	0,095	0,124
H ₄₋₃	LOSGR	101	0,124*	0,159*

Tabelle 5.10: Signifikanztests für die Losgröße in der Endmontage
(* = signifikant auf 10%-Niveau; ** = signifikant auf 5%-Niveau, *** = signifikant auf 1%-Niveau)

Anzahl der wöchentlichen Abholungen

Die Anzahl der wöchentlichen Abholungen haben keinen signifikanten Einfluss auf die Kostensenkungspotentiale durch gleichmäßige Abrufe und definierte Abholtermine

(Tabelle 5.11). In beiden Fällen liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit außerhalb der eingangs definierten Mindestgrenze von 10%. Die Hypothesen müssen daher abgelehnt werden.

Es kann somit nicht bestätigt werden, dass insbesondere Unternehmen von gleichmäßigen Abrufen profitieren, welche besonders häufig Nachfragemengen für den Hersteller bereitstellen. Trotz einer steigenden Anzahl von wöchentlichen Abholungen kann kein positiv signifikanter Zusammenhang mit den Kostensenkungspotentialen durch gleichmäßige Abrufe festgestellt werden. Dies lässt darauf schließen, dass die meisten dieser Lieferanten ihren Produktionsplan nicht mit dem des Herstellers synchronisieren, sondern sich von dessen Abrufen emanzipieren. Infolge einer hohen Abholfrequenz übernehmen Lieferanten demnach offensichtlich nicht den Bedarfsrhythmus des Herstellers in deren Produktion.

Ebenso kann von der wöchentlichen Ankunftsrate eines Spediteurs nicht auf den Planungs- und Handlingsaufwand des Lieferanten geschlossen werden. Eine steigende Anzahl von Abholungen erlaubt somit als isolierte Einflussgröße keinen Rückschluss auf die Kostensenkungspotentiale der Zulieferunternehmen.

Nr.	Kenngroße	n	τ	r_s
H ₅₋₃	ANZABH	108	0,023	0,032
H ₅₋₄	ANZABH	100	0,104	0,128

Tabelle 5.11: Signifikanztests für die Anzahl der wöchentlichen Abholungen
 (*=signifikant auf 10%-Niveau; **=signifikant auf 5%-Niveau, ***=signifikant auf 1%-Niveau)

Transportkonzept

Anhand der Ergebnisse des Mann-Whitney U-Tests (Tabelle 5.12) können unterschiedliche Kostensenkungspotentiale zwischen Abholungen bei Lieferanten im Gebietsspediteur-Konzept und durch direkte Transporte nicht bestätigt werden. Durch die wesentlich höhere Rangsumme der Gebietsspediteure im Vergleich zu den Direktrelationen wird die einseitig formulierte Fragestellung vordergründig unterstützt, wodurch Abholungen im Gebietsspediteur-Konzept mit einer schlechteren Planungssituation für den Lieferanten einhergehen und damit höhere Kosten verbunden sind. Allerdings sind die Unterschiede der beiden Gruppen nicht signifikant, so dass die Hypothese verworfen werden muss. Abholungen im Gebietsspediteurswesen sind somit nicht per se der Grund einer schlechteren Planungsgrundlage für den Lieferanten.

Nr.	Kenngroße	n	Rangsumme Direktrelation	Rangsumme Gebietsspediteur	Mann- Whitney-U
H ₆₋₄	DISTORG	100	1560,50	3489,50	1004,50

Tabelle 5.12: Mann-Whitney U-Test für das Transportkonzept
 (*=signifikant auf 10%-Niveau; **=signifikant auf 5%-Niveau, ***=signifikant auf 1%-Niveau)

Nachfrageunsicherheit und Nachfrageschwankung

Für eine Frozen Zone und gleichmäßige Abrufe wurde der Zusammenhang mit der Nachfrageunsicherheit in einem 5-Tage Horizont gemessen, während die Erfolgswirkung der definierte Abrufgrenzen wegen des längeren Planungshorizonts durch Nachfrageunsicherheit in einem 30-Tage Zeitraum erklärt wurde. Dabei konnten die Hypothesen angenommen werden, dass mit der Höhe der bestehenden Nachfrageunsicherheit die Kostensenkungspotentiale in den untersuchten Konzepten ansteigen. Für die Frozen Zone kann dem vermuteten Zusammenhang jedoch lediglich auf einem Signifikanzniveau von 10% zugestimmt werden; gleichmäßige Abrufe und definierte Abrufgrenzen zeigen dagegen starke beziehungsweise hochsignifikante Korrelationen (Tabelle 5.13). Lieferanten werden somit im Fall zunehmend unsicherer Abrufe gezwungen kostenintensive Zusatzkapazitäten aufrecht zu erhalten, welche bei verlässlichen Abrufinformationen nicht benötigt werden.

Ein Zusammenhang zwischen ungleichen Abrufmengen und einer Kostenreduzierung durch gleichmäßige Abrufe kann dagegen nicht bestätigt werden. Es ist somit davon auszugehen, dass die dynamische Nachfrage zu weniger Problemen bei Lieferanten führt und die dadurch entstehenden Kosten geringer ausfallen. Bestehende Abweichungen der Abrufmengen dienen somit nicht als Indikator für Kostensenkungspotentiale infolge einer Reduzierung der dynamischen Nachfrage.

Nr.	Kenngroße	n	τ	r_s
H ₇₋₁	ABWT5	109	0,114*	0,137*
H ₇₋₂	ABWT30	108	0,200***	0,244***
H ₇₋₃	ABWT5	106	0,137**	0,167**
H ₈₋₃	ABWABH	107	0,041	0,051

Tabelle 5.13: Signifikanztests für die Nachfrageunsicherheit und Nachfrageschwankung
 (*=signifikant auf 10%-Niveau; **=signifikant auf 5%-Niveau, ***=signifikant auf 1%-Niveau)

Länge und Abweichungen des Abholzeitfensters

Als weitere Indikatoren für Zusatzressourcen aufgrund eines ungenau definierten Eintreffzeitpunkts des Spediteurs wurden die Länge des vorgegebenen Abholzeitfensters und die Abweichung von diesem identifiziert. Aus den Ergebnissen der Signifikanztests wird deutlich, dass der erklärte Zusammenhang für die Länge der Abholzeitfenster auf einem 10%-Niveau gestützt wird (Tabelle 5.14). Korrelationen zwischen Kostensenkungspotentialen durch definierte Abholtermine und Abweichungen vom vereinbarten Zeitfenster sind dagegen auf einem 1%-Niveau signifikant. Daraus lässt sich ein erhöhter Aufwand für Lieferanten im Falle langer Zeitfenster und divergierender Abholzusagen ableiten, welcher durch definierte Abholtermine reduziert werden kann. Die Hypothesen können somit bestätigt werden.

Nr.	Kenngröße	n	τ	r_s
H ₉₋₄	ZEITFLAE	95	0,116*	0,132*
H ₁₀₋₄	ZEITFABW	94	0,241***	0,272***

Tabelle 5.14: Signifikanztests für die Länge und Abweichungen des Abholzeitfensters
 (*=signifikant auf 10%-Niveau; **=signifikant auf 5%-Niveau, ***=signifikant auf 1%-Niveau)

Kritische Würdigung der Ergebnisse

Die Mehrheit der Arbeitshypothesen wird durch die Signifikanztests bestätigt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Tabelle 5.15 dargestellt. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass vier Hypothesen auf einem Signifikanzniveau von 10% angenommen wurden und somit nicht mehr als eine starke Indikation gelten. Angesichts der geringen Anzahl an Datensätzen wird diese Schwelle jedoch als akzeptabel betrachtet. Selbst stark signifikante Zusammenhänge weisen in allen Tests geringe Korrelationskoeffizienten auf. Die Vielfältigkeit der Lieferantenstrukturen ist daher offensichtlich nur unzureichend anhand von einzelnen Faktoren nachzustellen. Jedoch lassen klare Tendenzen erkennen, welchen Einfluss die Produktion und Logistik auf eine veränderte Informationslage ausübt. Eine grobe Klassifizierung von Zulieferbetrieben durch die identifizierten Einflussgrößen ist somit möglich. Als Inputgrößen für allgemeine Entscheidungsmodelle eignen sich diese allerdings nur in Grenzen.³⁴⁷

³⁴⁷ Siehe 5.3.2 Multiple Zusammenhänge

Einflussfaktor	Nr.	Abrufkonzept	Bestätigt
Anzahl der Teilenummern	H ₁₋₁	Frozen Zone	nein
	H ₂₋₁	Definierte Abrufgrenzen	nein
	H ₃₋₁	Gleichmäßige Abrufe	nein
Wiederbeschaffungszeit von Vorlieferanten	H ₂₋₂	Definierte Abrufgrenzen	ja ^{**}
Durchlaufzeit der Fertigungsprozesses	H ₃₋₁	Frozen Zone	ja ^{**}
	H ₃₋₂	Definierte Abrufgrenzen	ja ^{***}
	H ₃₋₃	Gleichmäßige Abrufe	ja ^{***}
Losgröße in der Endmontage	H ₄₋₁	Frozen Zone	ja [*]
	H ₄₋₂	Definierte Abrufgrenzen	nein
	H ₄₋₃	Gleichmäßige Abrufe	ja [*]
Anzahl der wöchentlichen Abholungen	H ₅₋₃	Gleichmäßige Abrufe	nein
	H ₅₋₄	Definierte Abholtermine	nein
Transportkonzept	H ₆₋₄	Definierte Abholtermine	nein
Nachfrageunsicherheit	H ₇₋₁	Frozen Zone	ja [*]
	H ₇₋₂	Definierte Abrufgrenzen	ja ^{***}
	H ₇₋₃	Gleichmäßige Abrufe	ja ^{**}
Nachfrageschwankung	H ₈₋₃	Gleichmäßige Abrufe	nein
Länge des Abholzeitfensters	H ₉₋₄	Definierte Abholtermine	ja [*]
Abweichungen des Abholzeitfensters	H ₁₀₋₄	Definierte Abholtermine	ja ^{***}

Tabelle 5.15: Zusammenfassung der Hypothesen

(* = signifikant auf 10%-Niveau; ** = signifikant auf 5%-Niveau, *** = signifikant auf 1%-Niveau)

Auffällig ist, dass die Einflussgrößen *Anzahl der Teilenummern* und *Anzahl der wöchentlichen Abholungen* die Entwicklung der Kostensenkungspotentiale in keinem der getesteten Konzepte erklären können. Der Ressourcenbedarf eines Unternehmens und mögliche Anpassungen durch veränderte Abrufbedingungen können durch diese Variablen somit offensichtlich nur unzureichend abgebildet werden. Anders verhält es sich mit der Einflussgröße *Losgröße in der Endmontage*. Anhand dieses Faktors lassen sich im Allgemeinen die Kostensenkungspotentiale durch die veränderten Nachfragesituationen erfassen, da die Nullhypothesen von H₄₋₁ und H₄₋₃ verworfen und die formulierten Zusammenhänge belegt werden. H₄₋₂ wird jedoch abgelehnt, da durch das zugrunde liegende Konzept der definierten Abrufgrenzen keine systematische

Verbesserung der Ressourcensituation und somit Kostenlage der Lieferanten bestimmt werden kann.

5.3.2 Multiple Zusammenhänge

Nachdem die einzelnen Zusammenhänge zwischen der Kostenwirkung eines Konzepts und einem Faktor untersucht wurden, wird in diesem Abschnitt eine Klassifikation der Kostensenkungspotentiale für Zulieferunternehmen vorgenommen. Das Ziel der Analyse besteht in der Identifikation von strukturellen Zusammenhängen zwischen den Einflussvariablen, um infolgedessen eine Einteilung von Lieferanten nach deren Erfolgsaussichten zu ermöglichen. Zu diesem Zweck werden im Folgenden Klassifizierungsmodelle mit Hilfe von **Entscheidungsbäumen** (decision trees) anhand aller signifikanten Variablen aus 5.3.1 berechnet und diskutiert.³⁴⁸

Bei einer Klassifikation von Objekten durch Entscheidungsbaumverfahren werden diese durch die Ausprägungen der Attribute sukzessive in disjunkte Teilmengen aufgeteilt.³⁴⁹ Die Auswahl des Attributs und dessen Ausprägung ergibt sich dabei aus dem gewählten Zielkriterium, wobei die Berechnung für alle Attribute in jedem Knoten erneut durchgeführt wird.³⁵⁰ Es teilt in der Folge diejenige Attributsausprägung einen betrachteten Knoten auf, welche das zugrunde liegende Inhomogenitätsmaß maximiert bzw. minimiert. Das Ziel der Aufteilung besteht schließlich darin, möglichst einheitliche Klassen zu identifizieren.³⁵¹ Im Gegensatz zu anderen Klassifizierungsmethoden wie den Neuronalen Netzen werden dabei die exogenen Variablen in der Reihenfolge der Relevanz in das Modell aufgenommen.³⁵² Die Gesamtheit der Objekte wird somit schrittweise in mehrere Untergruppen aufgeteilt, wobei auf jeder Stufe geeignete Kriterien abgeleitet werden. Im Gegensatz zu den agglomerativen Algorithmen werden Entscheidungsbäume daher zu den divisiven hierarchischen Verfahren innerhalb der Clusteranalyse gezählt.³⁵³ Der Einsatz von

³⁴⁸ Andere multivariate Verfahren führen zu keinen akzeptablen Ergebnissen. Ordinale Regressionsverfahren setzen im besten Fall hohe Korrelationen der Eingangsgrößen mit der abhängigen Variablen voraus, welche in diesem Fall nicht gegeben sind. Vgl. Schendera (2008), S. 198. Somit können aufgrund der gegebenen Zusammenhänge keine guten Regressionsmodelle mit ausreichend signifikanten Faktoren erstellt werden. Neuronale Netze weisen eine große Fehlertoleranz auf, so dass auch gute Ergebnisse bei Datensätzen mit vielen leeren Zellen erzielt werden können. Vgl. Füsler (1995), S. 17. Der Bedarf einer großen Menge an Daten für das Training der Modelle schließt die Anwendung dieser Methode für die vorliegende Fragestellung jedoch aus. Vgl. Wiedmann/Buckler (2001), S.74

³⁴⁹ Vgl. Petersohn (2005), S. 136.

³⁵⁰ Vgl. Steurer (1997), S. 208 f.

³⁵¹ Vgl. Hand/Mannila/Smyth (2001), S. 343.

³⁵² Vgl. Runkler (2010), S. 99.

³⁵³ Vgl. Backhaus (2008), S. 412.

Entscheidungsbäumen ist besonders dann angebracht, wenn Merkmale identifiziert werden sollen, welche eine gegebene Menge an Daten nach dem gewählten Zielkriterium am besten aufteilt. Die gewonnene Strukturinformation kann schließlich für weitere Untersuchungen oder praktische Anwendungen leicht zugänglich verwendet werden. Zudem liefern Entscheidungsbäume gute Ergebnisse, falls viele Einflussgrößen vorhanden sind, jedoch bereits wenige eine erschöpfende Separierung der Daten ermöglichen.³⁵⁴

Für die Aufspaltung der Partition stehen unterschiedliche Entscheidungsbaumverfahren zur Verfügung. Die beiden am häufigsten verwendeten Verfahren sind der Chi-Squared-Automatic-Interaction-Detector-Algorithmus (CHAID) und der Classification-And-Regression-Tree-Algorithmus (CART).³⁵⁵ Daneben existieren eine Reihe weiterer Verfahren, welche mitunter eine Weiterentwicklung der beiden angesprochenen Algorithmen darstellen.³⁵⁶ Im Fall stetiger Prädiktoren ist der CART-Algorithmus dem CHAID-Algorithmus überlegen, so dass die folgenden Klassifikationsmodelle anhand von CART erzeugt werden.³⁵⁷

Das Ziel bei **CART** besteht in der Erstellung homogenerer Unterknoten im Bezug auf die abhängige Variable. Es wird in einem iterativen Prozess somit das Merkmal ausgewählt, welche die Inhomogenität der Objekte eines Knotens minimiert. Eine Besonderheit des CART-Algorithmus besteht darin, dass lediglich binäre Verzweigungen innerhalb der Entscheidungsbäume gebildet werden. Die daraus möglichen tiefen und weit verzweigten Bäume bieten einerseits den Vorteil, durch viele Äste feine Ergebnisse zu erhalten. Nachteilig kann sich jedoch die Komplexität der Struktur auf die Handhabbarkeit des Baumes auswirken.³⁵⁸ Die Aufteilung der Partitionen kann für kategoriale Variablen nach den Inhomogenitätsmaßen (Entropiekriterien) Gini oder Twoing erfolgen.³⁵⁹ Nach dem Gini-Kriterium wird durch die Auswahl einer geeigneten Variable ein Knoten derart aufgeteilt, so dass die Objekte in einem Unterknoten möglichst einer Klasse angehören. Das Twoing-Maß erstellt dagegen zwei Superklassen, wodurch in einem Schritt zwei inhaltlich divergierende

³⁵⁴ Vgl. Runkler (2010), S. 104.

³⁵⁵ Daneben ist in einigen Textbüchern die Bezeichnung CRT-Algorithmus gebräuchlich. Vgl. Bühl (2008), S. 650.

³⁵⁶ Eine Übersicht bestehender Entscheidungsbaumverfahren ist bei Jafar-Shaghaghi (1996), S. 108 zu finden.

³⁵⁷ Vgl. Mohr (2009), S. 249.

³⁵⁸ Vgl. Petersohn (2005), S. 182 ff.

³⁵⁹ Vgl. Bühl (2008), S. 650.

Knoten entstehen.³⁶⁰ Für ordinal abhängige Variablen kann die Sonderform Ordinales Twoing verwendet werden.

Die daraus resultierenden relativen Häufigkeiten der Klassenausprägungen innerhalb eines Knotens werden nach dem schwachen Gesetz der großen Zahl als Wahrscheinlichkeiten interpretiert.³⁶¹ Eine Klassifizierung weiterer Objekte anhand der gegebenen Baumstruktur ist somit ohne Weiteres möglich. Neben der Klassifizierung von Objekten ist in Entscheidungsbäumen die Prognose von Klassenzugehörigkeiten somit ein zweiter wichtiger Aspekt.³⁶² Zur Validierung des Modells können die Eingangsdaten in ein Trainings- und Testset aufgeteilt werden, wobei erstere zur Erstellung des Baumes dienen und letztere als Datenbasis für die Bewertung der Modellgüte eingehen. Die Aufspaltung der einzelnen Knoten wird solange fortgeführt, bis ein definiertes Abbruchkriterium den Prozess unterbricht. Dieses kann durch eine untere Schranke an Objekten in einem Knoten oder einen Mindestwert einer Varianzverbesserung durch eine weitere Verzweigung definiert sein.³⁶³

Für die Entscheidungsbäume der vier Konzepte nach dem CART-Algorithmus wird das Inhomogenitätsmaß Ordinales Twoing verwendet. Durch die Auswahl dieses Kriteriums sollen möglichst viele unterschiedliche Knoten berechnet werden. Aufgrund der überschaubaren Anzahl von Datensätzen wird eine Validierung der Entscheidungsbäume nicht vorgenommen. Somit werden sämtliche Eingangsdaten für die Erstellung der Modelle verwendet. Für die Abbruchkriterien wurden die Mindestanzahlen der übergeordneten und untergeordneten Knoten auf 10 bzw. 5 Objekte festgelegt. Zusätzlich darf eine Verzweigung nur dann stattfinden, wenn das Inhomogenitätsmaß um mindestens 0,0001 verbessert wird.

Um die *besten* Knoten quantitativ hervorzuheben, wurden den Klassen der abhängigen Variablen **Scorewerte** zugewiesen. Für jeden Knoten lässt sich auf diese Weise ein gewichteter *Gewinn* berechnen, welcher einen Vergleich der Knoten und somit der Entscheidungsregeln innerhalb des Entscheidungsbaums zulässt. Die Kostensenkungspotentiale wurden hierfür aufsteigend kodiert, wobei der Wert 1 niedrige, 2 mittlere und 3 hohe Potentiale widerspiegelt. Der Durchschnittswert indiziert das Kostensenkungspotential in einem Knoten.

³⁶⁰ Vgl. Petersohn (2005), S. 183 f.

³⁶¹ Vgl. Eckstein (2008), S. 164.

³⁶² Vgl. Breiman et al. (1984), S. 6.

³⁶³ Vgl. Petersohn (2005), S. 186.

Entscheidungsbaum: Frozen Zone

Der Entscheidungsbaum für das Konzept Frozen Zone ist in Abbildung 5.18 dargestellt. Alle vier potentiellen Prädiktoren werden für die Klassifizierung der Objekte (TEILENR, FERTDLZ, LOSGR und ABWT5) verwendet. Als wichtigste Einflussgröße ist die *Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses* zu bewerten. Dieser unterteilt die Partitionen jeweils auf der zweiten und dritten Ebene. Obwohl die *Anzahl der Teilenummern* keinen signifikanten Einfluss auf die Kostensenkungspotentiale für das Konzept der Frozen Zone in den Korrelationsanalysen aufweisen, erfolgt auf den untersten Ästen eine Klassifizierung nach diesem Merkmal.

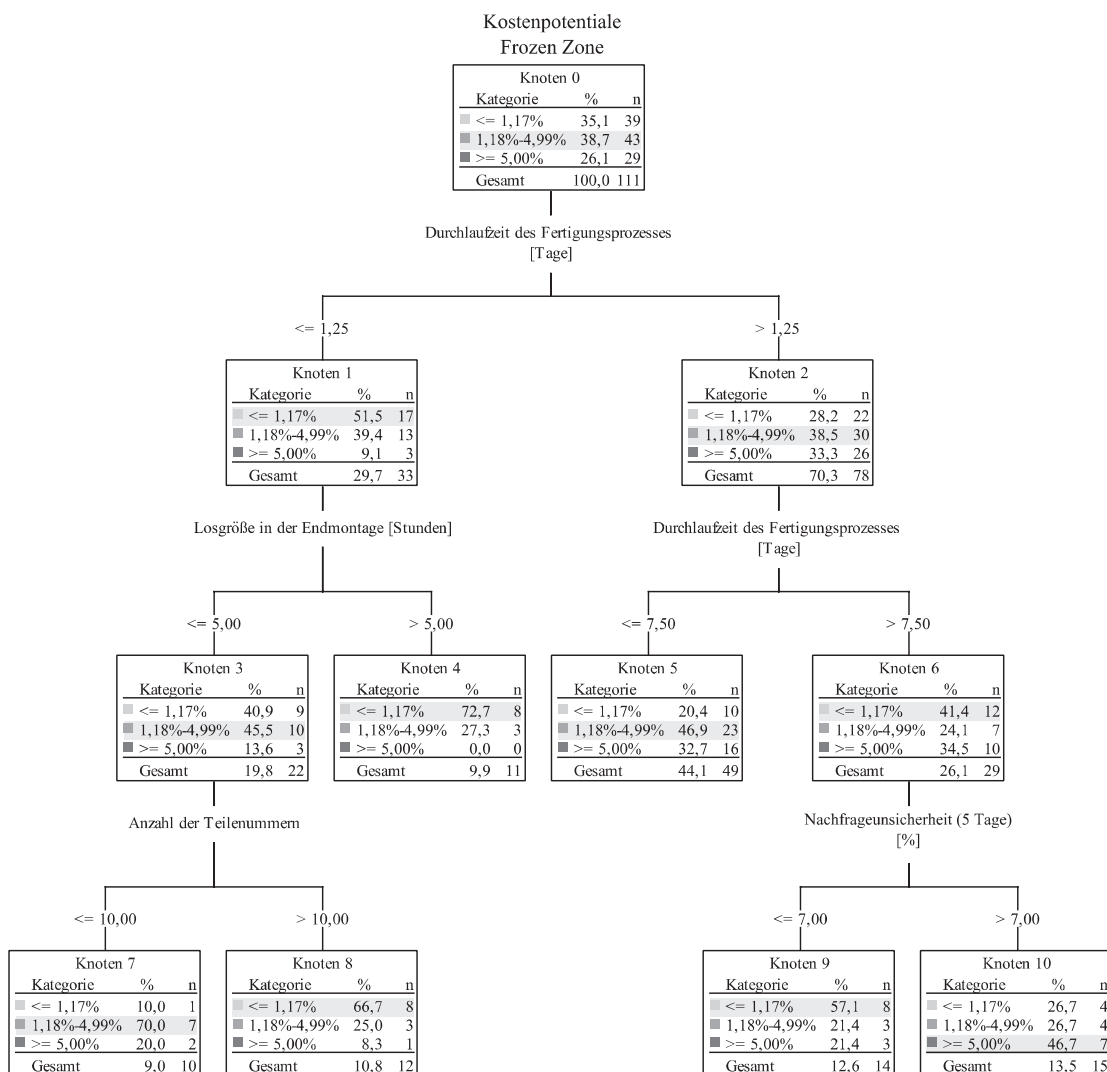


Abbildung 5.18: Klassifizierung von Kostensenkungspotentialen durch eine Frozen Zone³⁶⁴

³⁶⁴ Eigene Darstellung.

In den Knoten des Entscheidungsbaums sind die Wahrscheinlichkeiten für die Klassifizierung eines Lieferanten nach Kostensenkungspotentialen angegeben. Beispielsweise profitieren Zulieferunternehmen in Knoten 10 mit einer Wahrscheinlichkeit von 46,7% stark, während geringe und mittlere Potentiale jeweils in 26,7% der Fälle erwartet werden können.

Anhand der Knoten des Entscheidungsbaums können die Hypothesen aus 4.4 teilweise nachvollzogen werden. Werden die Hypothesen durch den Entscheidungsbaum unterstützt, so weisen die Knoten mit höheren Ausprägungen eines trennenden Merkmals im Falle einer positiven Korrelation einen höheren Scorewert aus (Tabelle 5.16). Auf der dritten Stufe des Baumes widerspricht die Aufteilung der Objektmenge durch die Losgröße und die Durchlaufzeit dem erwarteten Zusammenhang. Die scheinbare Gegensätzlichkeit kann anhand der niedrigen Korrelationskoeffizienten der Einflussfaktoren erklärt werden. Der geringe Zusammenhang deutet bereits darauf hin, dass trotz signifikanter Korrelationen lediglich schwache Beziehungen zwischen Kostensenkungspotentialen und Faktoren existieren. Somit lässt sich grundsätzlich an der Aussage festhalten, dass mit steigender Losgröße und Durchlaufzeit höhere Kostensenkungspotentiale zu erwarten sind. Allerdings kann die Linearität des Zusammenhangs widerlegt werden, wie anhand der Knoten 3 und 4 sowie 5 und 6 ersichtlich wird. Die beiden Aufteilungen durch die Anzahl der Teilnummern entsprechen ebenfalls nicht dem erwarteten Verlauf, wobei dieser schon in der Korrelationsanalyse nicht bestätigt werden konnte.

Anhand der Scorewerte in Tabelle 5.16 wird Knoten 10 als der beste identifiziert. Die Objekte (13,51%) dieses Segments können gemäß der Entscheidungsregel *Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses* > 7,50 Tagen und *Nachfrageunsicherheit* (5 Tage) > 7% gefiltert werden. Innerhalb dieser Gruppe werden die Kostensenkungspotentiale mit einem Scorewert von 2,200 eingeordnet. Mit 1,273 erzielt Knoten 4 den schlechtesten Scorewert. Hierunter fallen 9,91% aller Lieferanten. Diese Zulieferunternehmen sind offensichtlich in der Lage, trotz großer Lose in ihren kurzen Fertigungsprozessen Nachfrageunsicherheit ohne größere Flexibilitätspotentiale auszugleichen und profitieren durch eine Stabilität der Abrufinformation nur in begrenztem Maß.

Knoten	n	Prozent	Scorewert	Knoten	n	Prozent	Scorewert
1	33	29,73%	1,576	6	29	26,13%	1,931
2	78	70,27%	2,051	7	10	9,01%	2,100
3	22	19,82%	1,727	8	12	10,81%	1,417
4	11	9,91%	1,273	9	14	12,61%	1,643
5	49	44,14%	2,122	10	15	13,51%	2,200

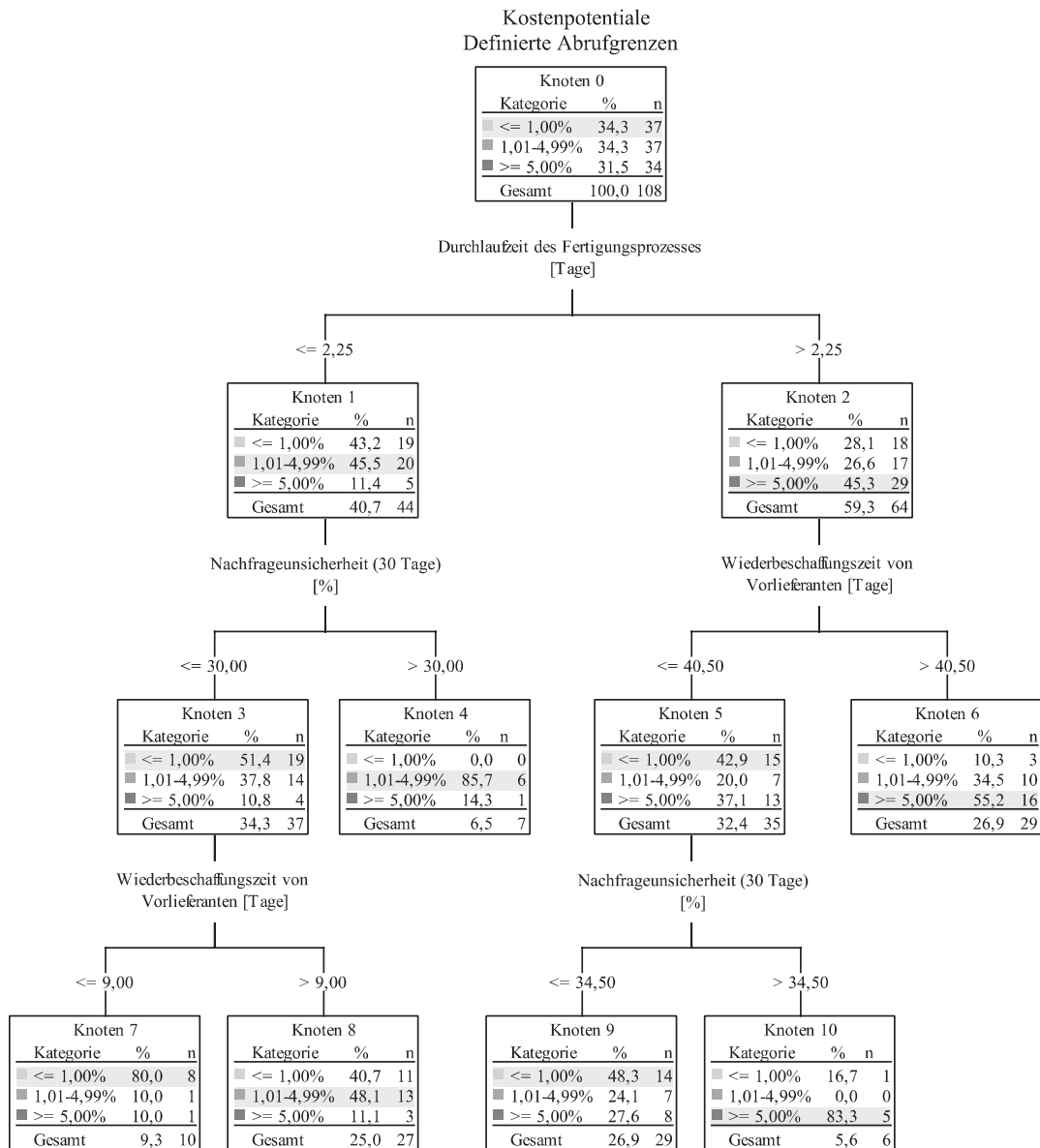
Tabelle 5.16: Scorewerte für das Konzept Frozen Zone

Der Schätzer des Modells beschreibt den Prozentsatz der falsch klassifizierten Fälle, falls jedem Objekt eines Segments die Klasse mit der höchsten Fallzahl zugeordnet wird. Mit 0,450 ist der Schätzer zur Beschreibung der Güte als mittelmäßig einzustufen. Im vorliegenden Baum entsprechen somit 55,0% der vorhergesagten Fälle den beobachteten.

Entscheidungsbaum: Definierte Abrufgrenzen

Im Klassifizierungsmodell für definierte Abrufgrenzen finden alle Faktoren Verwendung, welche bereits in der Korrelationsanalyse zu signifikanten Zusammenhängen führten (WIEDBES, FERTDLZ, und ABWT30; Abbildung 5.19). Wie beim Modell für das Konzept der Frozen Zone ist dabei die *Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses* der wichtigste endogene Faktor, da dieser den Wurzelknoten aufteilt. Die *Nachfrageunsicherheit (30 Tage)* und die *Wiederbeschaffungszeit des Vorlieferanten* spalten jeweils das daraus resultierende Segment auf.

Im Entscheidungsbaum der definierten Abrufgrenzen können die Korrelationen aus 5.3.1 zwischen Kostensenkungspotentialen und Einflussgrößen nachvollzogen werden. Anders als im ersten Modell scheinen alle Zusammenhänge des Entscheidungsbaums somit einem linearen Verlauf zu folgen. Durch die grobe Struktur des Klassifikators ist diese Aussage jedoch lediglich zu widerlegen, ein Beweis kann durch Entscheidungsbäume nicht erbracht werden.



Wiederbeschaffungszeit unabhängig von deren Nachfrageunsicherheit durch definierte Abrufgrenzen außerordentlich. Lieferanten mit den niedrigsten Kostensenkungspotentialen sind in Knoten 7 zu finden. Diese Unternehmen (Scorewert = 1,300) haben eine Durchlaufzeit im Fertigungsprozess $\leq 2,25$ Tagen, Nachfrageunsicherheit (30 Tage) $\leq 30,00\%$ und eine Wiederbeschaffungszeit von Vorlieferanten $\leq 9,00$ Tagen.

Knoten	n	Prozent	Scorewert	Knoten	n	Prozent	Scorewert
1	44	40,74%	1,682	6	29	26,85%	2,448
2	64	59,26%	2,172	7	10	9,26%	1,300
3	37	34,26%	1,595	8	27	25,00%	1,704
4	7	6,48%	2,143	9	29	26,85%	1,793
5	35	32,41%	1,943	10	6	5,56%	2,667

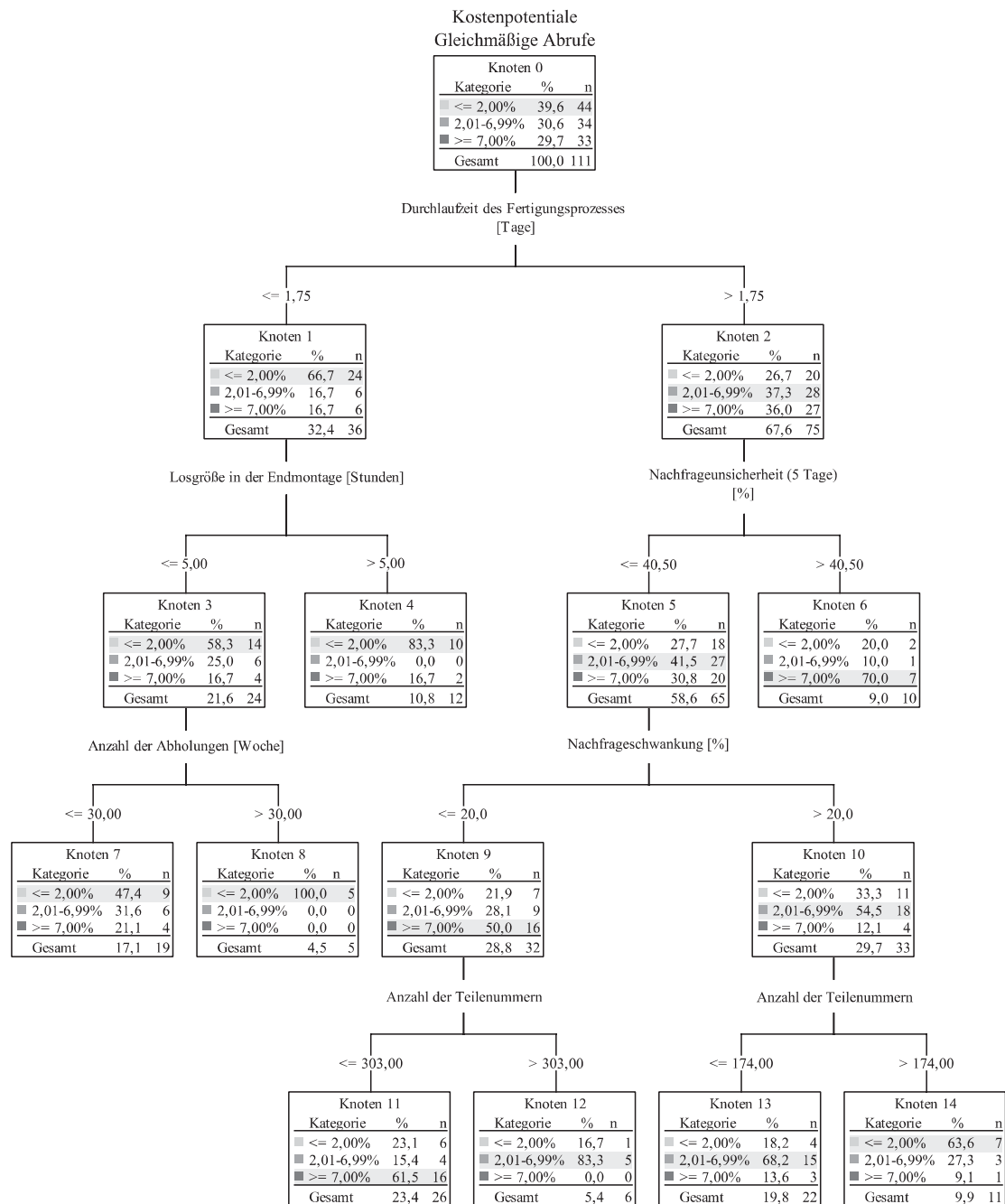
Tabelle 5.17: Scorewerte für das Konzept Definierte Abrufgrenzen

Der Schätzer beträgt für das vorliegende Modell 0,426. Im vorliegenden Modell werden folglich 57,4% der Lieferanten richtig klassifiziert.

Entscheidungsbaum: Gleichmäßige Abrufe

Für die Erstellung des Entscheidungsbaums zur Einordnung der Effekte aus gleichmäßigen Abrufen (Abbildung 5.20) wurden die Einflussgrößen TEILENR, FERTDLZ, LOSGR, ANZABH, ABWT5 und ABWABH identifiziert. Somit wird zur Klassifizierung neben den signifikanten Faktoren aus der Korrelationsanalyse auf weitere Merkmale zurückgegriffen. Wie schon bei den Entscheidungsbäumen der ersten beiden Konzepte ist die *Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses* als bedeutendstes Trennkriterium zu nennen. Mit Hilfe dieses Merkmals lässt sich die Gesamtmenge am besten in zwei möglichst homogene Teilgruppen aufspalten.

Knoten 1 wird durch die Entscheidungsregel *Losgröße in der Endmontage $\leq 5,00$ Stunden* bzw. *$> 5,00$ Stunden* aufgeteilt. Der kleinere Knoten 3 erhält dabei einen höheren Scorewert (1,583) als Knoten 4 (1,333). Die Hypothesen des vorherigen Abschnitts können anhand dieser Aufteilung nicht bestätigt werden. Wie bereits im Modell für die Frozen Zone beschrieben, belegt diese Abweichung die Nichtlinearität der Zusammenhänge und ist folglich nachvollziehbar. Die Knoten 7 und 8, 9 und 10, 11 und 12 sowie 13 und 14 werden durch nicht-signifikante Merkmale aufgeteilt. Ein Zusammenhang zwischen einer steigenden Ausprägung des Prädiktors und des Scorewerts wird somit nicht erwartet und ist in diesen Fällen nicht ersichtlich.

Abbildung 5.20: Klassifizierung von Kostensenkungspotentialen durch gleichmäßige Abrufe³⁶⁶³⁶⁶ Eigene Darstellung.

Knoten	n	Prozent	Scorewert	Knoten	n	Prozent	Scorewert
1	36	32,43%	1,500	8	5	4,50%	1,000
2	75	67,57%	2,093	9	32	28,83%	2,281
3	24	21,62%	1,583	10	33	29,73%	1,788
4	12	10,81%	1,333	11	26	23,42%	2,385
5	65	58,56%	2,031	12	6	5,41%	1,833
6	10	9,01%	2,500	13	22	19,82%	1,955
7	19	17,12%	1,737	14	11	9,91%	1,455

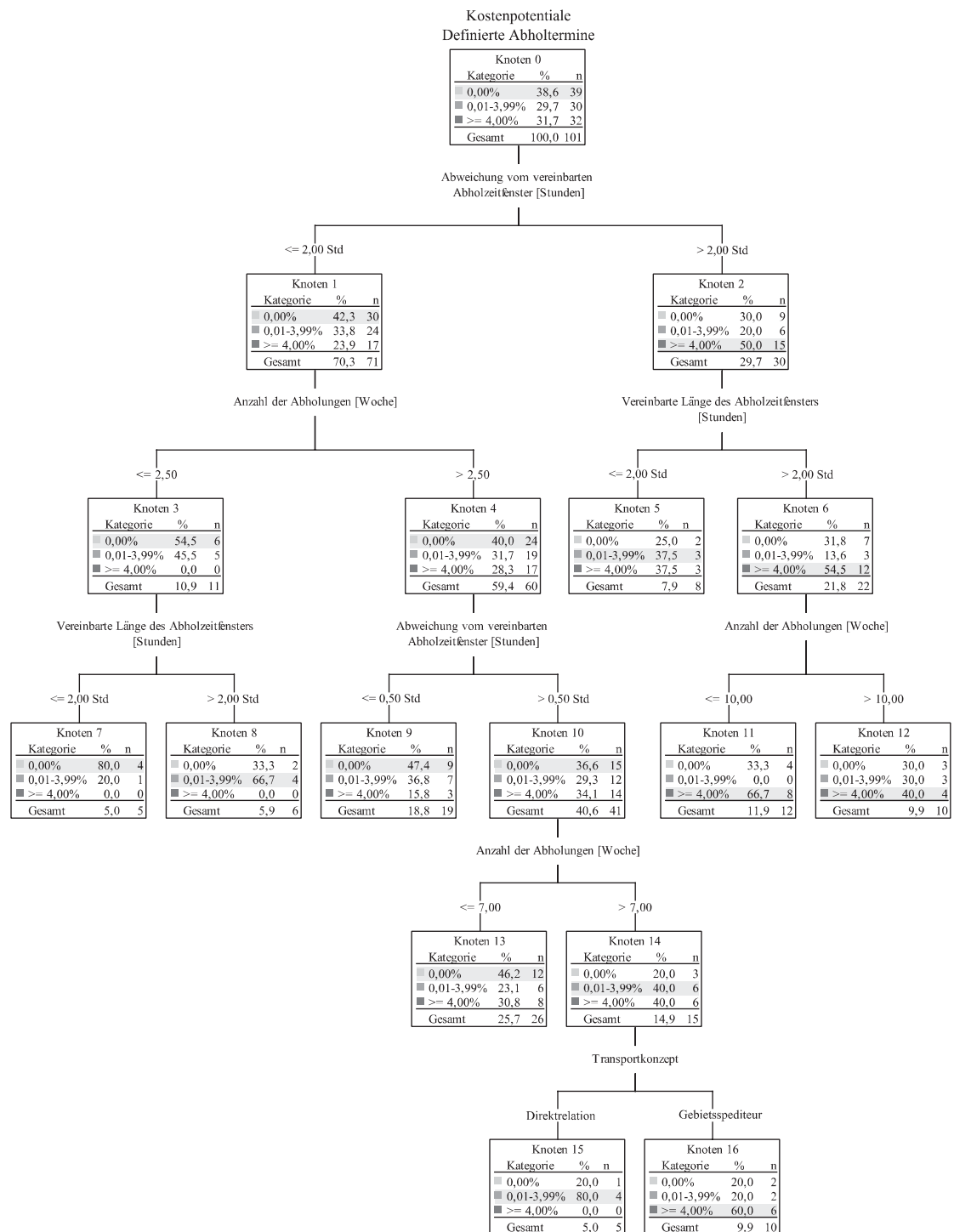
Tabelle 5.18: Scorewerte für das Konzept Gleichmäßige Abrufe

Mit 9,01% aller Lieferanten markiert Segment 6 den höchsten Scorewert (2,500). Die Durchlaufzeit des Fertigungsprozesses dieser Zulieferunternehmen ist größer als 1,75 Tage und die tatsächliche Abrufmenge übertraf die 5 Tage zuvor prognostizierte im Durchschnitt um 40,50%. Die niedrigsten Kostensenkungspotentiale sind dagegen für Lieferanten im Knoten 8 zu erwarten (4,50%; Scorewert = 1,000). Die dort eingruppierten Unternehmen haben eine Durchlaufzeit $\leq 1,75$ Tagen und eine Losgröße $\leq 5,00$ Stunden und versenden ihre Waren mehr als 30 Mal pro Woche. Eine Übersicht der Scorewerte ist in Tabelle 5.18 abgebildet.

Durch das Modell konnten 66,7% der Lieferanten richtig zugeordnet werden. Der Risikoschätzer für die Fehlklassifikation beträgt somit 0,333. Gemessen an einer zufällig richtigen Zuordnung von 33% kann das Modell als gut betrachtet werden.

Entscheidungsbaum: Definierte Abholtermine

Wie aus Abbildung 5.21 ersichtlich, wird der Entscheidungsbaum für definierte Abholtermine mit Hilfe aller verfügbaren Prädiktoren (DISTORG, ANZABH, ZEITFLAE und ZEITFABW) erstellt. Das Merkmal *Abweichung vom vereinbarten Zeitfenster* ist dabei als das trennschärfste zu entnehmen. Die Variablen *Vereinbarte Länge des Abholzeitfensters* und *Anzahl der Abholungen* gehen aus dem Modell als zweitwichtigste hervor, da diese bereits auf der zweiten Stufe des Baums die Grundlage einer Entscheidungsregel bilden.



Knoten 13

Kategorie	%	n
0,00%	46,2	12
0,01-3,99%	23,1	6
>= 4,00%	30,8	8
Gesamt	25,7	26

Knoten 14

Kategorie	%	n
0,00%	20,0	3
0,01-3,99%	40,0	6
>= 4,00%	40,0	6
Gesamt	14,9	15

Knoten 15

Kategorie	%	n
0,00%	20,0	1
0,01-3,99%	80,0	4
>= 4,00%	0,0	0
Gesamt	5,0	5

Knoten 16

Kategorie	%	n
0,00%	20,0	2
0,01-3,99%	20,0	2
>= 4,00%	60,0	6
Gesamt	9,9	10

Abbildung 5.21: Klassifizierung von Kostensenkungspotentialen durch definierte Abholtermine³⁶⁷

In den binären Verzweigungen des Entscheidungsbaums weist die überwiegende Mehrheit der Segmente rechts eines Trennwerts höhere Scorewerte auf (Tabelle 5.19).

³⁶⁷ Eigene Darstellung.

Die einzige Ausnahme stellen die Knoten 11 und 12 dar, welche durch den nicht signifikanten Prädiktor ANZABH partitioniert werden und somit keiner weiteren Erklärung bedürfen.

Knoten	n	Prozent	Scorewert	Knoten	n	Prozent	Scorewert
1	71	70,30%	1,817	9	19	18,81%	1,684
2	30	29,70%	2,200	10	41	40,59%	1,976
3	11	10,89%	1,455	11	12	11,88%	2,333
4	60	59,41%	1,883	12	10	9,90%	2,100
5	8	7,92%	2,125	13	26	25,74%	1,846
6	22	21,78%	2,227	14	15	14,85%	2,200
7	5	4,95%	1,200	15	5	4,95%	1,800
8	6	5,94%	1,667	16	10	9,90%	2,400

Tabelle 5.19: Scorewerte für das Konzept Definierte Abholtermine

Knoten 16 erreicht den höchsten Scorewert von 2,400. In diesem befinden sich Zulieferunternehmen, bei denen ein Gebietsspediteur mehr als sieben Mal wöchentlich Waren abholt und vom definierten Abholzeitfenster zwischen einer halben Stunde und zwei Stunden abweicht. 9,90% der Lieferanten werden in dieses Segment eingeordnet, wovon 60,0% der Unternehmen Kostensenkungspotentiale von über 4% aufweisen. Am geringsten können Lieferanten in Segment 7 ihre Kosten reduzieren (Scorewert = 1,200). Diese Betriebe zeichnen sich dadurch aus, dass die Zuverlässigkeit des Speditors bei kurzen Zeitfenstern hoch ist (Abweichung vom vereinbarten Abholzeitfenster $\leq 2,00$ Stunden und Länge des Abholzeitfensters $\leq 2,00$ Stunden). Innerhalb von zwei Wochen werden Materialien dort höchstens fünfmal abgeholt.

Etwa die Hälfte der beobachteten Klassen wird durch den Entscheidungsbaum korrekt bewertet (53,5%). 46,5% werden dagegen falsch eingeordnet.

Kritische Würdigung der Ergebnisse

Anhand der vier Entscheidungsbäume lassen sich die Kostensenkungspotentiale für Zulieferunternehmen durch eine Anpassung der bestehenden Abrufsystematik ableiten. Durch die unvollständige Homogenität der einzelnen Segmente können die Lieferanten dabei nicht exakt einer Kostenklasse zugeordnet werden. Vielmehr wird – wie bei Entscheidungsbäumen üblich – das Bestehen eines gewissen Kostensenkungspotentials mit einer Wahrscheinlichkeit versehen. Aus dem daraus erwachsenden Erwartungswert

des Knotens können durch den Automobilhersteller Lieferantengruppen präferiert und Maßnahmen priorisiert werden, jedoch keine Rückschlüsse auf deren konkrete Einzelobjekte gezogen werden. Besonders kritisch ist die Ableitung von Handlungsempfehlungen in Knoten, deren Objekte in etwa gleichen Teilen Klasse 1 und Klasse 3 angehören (beispielsweise Definierte Abholtermine: Knoten 12). Zudem muss beachtet werden, dass besonders in Endknoten mitunter wenige Objekte vorhanden sind. Bei einer Interpretation der Wahrscheinlichkeiten gilt es diese Tatsache zu berücksichtigen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

6.1 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden Koordinationseffekte in Lieferketten anhand von empirischen Studien eingehend beleuchtet und bewertet. Der Betrachtungsgegenstand erstreckte sich hierbei auf programmorientierte Materialabrufe zwischen Automobilherstellern und deren direkten Zulieferunternehmen.

Eine Analyse der Planungs- und Steuerungsprozesse legte die Defizite der bestehenden Abrufsystematik offen. Hieraus wurde ersichtlich, dass insbesondere eine mittelfristige und kurzfristige Nachfragevariabilität sowie unspezifische Abholtermine Planungsschwierigkeiten bei Lieferanten hervorrufen. Zur Reduzierung der kurzfristig abweichenden Nachfragemengen wurden drei Abrufkonzepte (Frozen Zone, definierte Abrufgrenzen, gleichmäßige Abrufe) entwickelt. Ein weiterer Ansatz (definierte Abholtermine) gewährleistet zuverlässige Abholzeitpunkte für Lieferanten. Eine detaillierte Analyse der Konzepte in Zusammenarbeit mit Zulieferunternehmen erfolgte im Rahmen von drei Fallstudien. Fallübergreifend lässt sich festhalten, dass durch verbesserte Informationsprozesse insbesondere ungeplante Transporte entfallen, der Vormaterial- und Fertigwarenbestand sinken sowie der Aufwand in den indirekten Bereichen der Disposition und Produktionsplanung verringert werden kann. Die Anzahl der Fertigungs- und Logistikmitarbeiter sowie die Größe der Produktionsfläche sind durch die Konzepte größtenteils nicht betroffen und bleiben im Wesentlichen unverändert, da diese auf einer mittelfristigen Ebene geplant werden. Eine repräsentative Untersuchung bestätigte die Ergebnisse der Fallstudien und verdeutlichte die hohen Zusatzkosten, welche Lieferanten infolge stochastischer und dynamischer Nachfrage aufwenden müssen. Durch die alternativen Konzepte sind Zulieferunternehmen in der Lage, im Mittel zwischen 4,4% und 7,4% ihrer Gesamtkosten zu senken. Die Konzepte zur Verringerung der kurzfristig abweichenden Nachfragemengen führen hierbei zu größeren Kostensenkungen als die Festlegung des Abholtermins. Störungen durch Abweichungen der Abrufe sind folglich mit größeren Kosten verbunden als ungenaue Ankünfte des Spediteurs. Die größten Vorteile versprechen sich Lieferanten durch gleichmäßige Abrufe, da diese sowohl die Nachfrageunsicherheit als auch die Nachfrageschwankung verringern. Definierte Abrufgrenzen und eine Frozen Zone reduzieren dagegen lediglich den stochastischen Verlauf der Nachfrageinformation.

In der Praxis wird der Koordination in Lieferketten oftmals wenig Beachtung geschenkt oder als unwesentlich eingestuft. Durch die Arbeit konnte empirisch eindeutig aufgezeigt werden, dass sich hohe Potentiale für die Mitglieder einer Lieferkette durch geeignete Koordinationsinstrumente eröffnen. Aufgrund der fortschrittlichen Abrufsysteme in der Automobilindustrie ist zu vermuten, dass entsprechende Kostensenkungspotentiale durch ähnliche Konzepte für andere Branchen ungleich höher ausfallen. Die gewonnenen Erkenntnisse sind dabei für die Wissenschaft und Praxis in gleichem Maße wertvoll und bieten beiden Gruppen nützliche Hinweise für Folgeaktivitäten.

Aufgrund der ungleichen Produktions- und Logistikstrukturen können die Kostenvorteile für Lieferanten infolge der verbesserten Konzepte unterschiedlich ausfallen. Zur Einordnung der Unternehmen wurden Einflussfaktoren abgeleitet, welche in Form von einfachen und multiplen Zusammenhängen geprüft wurden. Die Mehrheit der vermuteten Beziehungen wurde zwar bestätigt, allerdings konnten Hypothesen in vier Fällen lediglich zu einem Signifikanzniveau von 10% angenommen werden und Korrelationskoeffizienten fielen mitunter auffallend niedrig aus. Einzelne Faktoren eignen sich somit nur beschränkt dazu, einen Mehraufwand durch Nachfrageabweichungen und ungenaue Ankünfte sowie daraus resultierende Kostensenkungspotentiale durch entsprechende Konzepte abzubilden. Allerdings erlauben diese eine grobe Einteilung der Lieferanten und bieten somit die Grundlage für weitere Entscheidungen. Die Klassifizierung der Lieferanten in Abhängigkeit mehrerer Einflussfaktoren wurde mittels Entscheidungsbäumen vorgenommen. Hiermit konnten die Unternehmen einfach und übersichtlich nach Kostenklassen eingruppiert und Wahrscheinlichkeiten für deren Kostensenkungspotentiale abgeleitet werden.

6.2 Ausblick

Die Analyse der Abrufkonzepte verdeutlicht die Möglichkeit für Supply Chain Teilnehmer, beträchtliche Wettbewerbsvorteile durch eine Anpassung ihrer Informationsprozesse zu erzielen. Hierbei bedarf es jedoch weiterer Analysen und Untersuchungen, um eine Umsetzung der Konzepte und eine effiziente Verteilung der Gewinne sicherzustellen.

Für den Zweck dieser Arbeit standen die Auswirkungen verbesserter Abrufinformationen auf Zulieferunternehmen im Mittelpunkt. Die Implementierung der Konzepte in die bestehende Abrufsystematik war dagegen nicht Gegenstand der Betrachtung. Dementsprechend sind weitere Untersuchungen notwendig, um auf

Planungs- und Steuerungsebene die Grundlage für die Einführung und Sicherstellung des gewünschten Konzepts zu schaffen. Zur Umsetzung eines Konzepts ist es dabei elementar, bereits interne Planungsvorgänge weitgehend an die veränderten Abrufmechanismen anzugleichen. Alle zusätzlichen Veränderungen der Nachfrage, welche nicht durch eine Anpassung der Fahrweise und Stabilisierung der Programmplanung aufgefangen, jedoch dem Lieferanten in Form geänderter Abrufbedingungen kommuniziert werden, müssen durch Kapazitäten seitens des Herstellers gedeckt werden und führen zu höheren Kosten. Weiterhin hat die Disposition dafür zu sorgen, die alternativen Konzepte in ihren Systemen zu integrieren und somit einen reibungslosen Ablauf der Bedarfsermittlung und Abrufübermittlung sicherzustellen. Durch das Zusammenspiel zwischen dem Fahrzeugprogramm und der Disposition im Rahmen der Implementierung der Konzepte ergeben sich daher interessante Fragestellungen, welche Raum für weitere Forschungen bieten.

Zur wirtschaftlichen Umsetzung der Konzepte ist eine detaillierte Kosten-Nutzen Betrachtung notwendig. Ein grober finanzieller Rahmen wurde hierbei durch die Quantifizierung der Kostensenkungspotentiale bereits erarbeitet. Diese müssen um weitere mögliche Vorteile im Bereich der Fertigung, der Logistik und des Vertriebs des Herstellers durch eine Anpassung der internen Prozesse infolge der neuen Abrufkonzepte ergänzt werden. Die obere Grenze für die Kosten einer Implementierung der Konzepte ist somit gegeben. Im Sinne einer lieferkettenübergreifenden Bewertung der Koordinationseffekte gilt es jedoch zu beachten, dass unter Umständen zusätzliche Kosten für den Hersteller zur Erhöhung der Effizienz der gesamten Lieferkette in einem ersten Schritt notwendig sind.³⁶⁸

Aus den Ergebnissen der Analyse wird deutlich, dass lediglich bestimmte Lieferantengruppen von einer Verbesserung der Bedarfsinformation profitieren. Andere Unternehmen können dagegen keine Vorteile aus veränderten Informationsprozessen gewinnen. Für eine Anpassung der Abrufsystematik stellt sich somit die Frage, inwieweit gezielte Veränderungen der Materialabruflogik realisierbar sind, um lediglich den Lieferanten mit der größten Erfolgswirkung alternative Abrufkonzepte zur Verfügung zu stellen. Die Klassifizierung im Rahmen dieser Arbeit gibt hierfür eine wichtige Entscheidungsunterstützung. Allerdings muss hierbei berücksichtigt werden, dass darauf aufbauende Prognosen mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet sind und lediglich für die untersuchten Konzeptausprägungen aus Kapitel 5 zutreffen. Ein

³⁶⁸ Vgl. Kuhn/Rennemann/Schmaußer (2004), S. 347.

Abrufkonzept mit veränderten Parametern kann zu unterschiedlichen Ergebnissen führen und eine erneute Untersuchung notwendig machen.

Durch die verbesserten Abrufkonzepte profitieren in einer zweistufigen Lieferkette jedoch zunächst lediglich die Lieferanten. Die Bereitstellung der kostenreduzierenden Information erfolgt dagegen durch den Hersteller. Es ist daher notwendig, entstehende Effizienzgewinne zwischen den Teilnehmern der Lieferkette aufzuteilen, um eine faire Umschichtung der Effekte zu gewährleisten. Entsprechende Mechanismen bieten Verrechnungspreise oder Kompensationszahlungen.³⁶⁹ Aufgrund der intransparenten Kostenstruktur in der Automobilindustrie und der höheren Verhandlungsmacht des OEM, werden Zulieferunternehmen ihre tatsächlichen Kostenvorteile als gering einordnen.³⁷⁰ Zudem bleibt festzuhalten, dass Hersteller und Lieferanten üblicherweise Preise und keine Kosten verhandeln.

Zur Verteilung der Effizienzgewinne sind folglich auf Seiten der Beschaffung und des Vertriebs entsprechende Verhandlungsschemata zu entwickeln. Entsprechende Modelle wurden in dieser Arbeit nicht untersucht. Für die praktische Anwendung der Abrufkonzepte sind weitere Forschungen auf diesem Gebiet jedoch unerlässlich. Als Voraussetzung ist hierfür eine größere Transparenz der Kostenstrukturen notwendig. Weiterhin muss die Möglichkeit für die OEM geschaffen werden, an herstellerinduzierten Kostenvorteilen bei Zulieferern partizipieren zu können. Im gleichen Maß müssen sich lieferanteninduzierte Supply Chain Effekte in Form von reduzierten Einkaufspreisen niederschlagen. Die gegenseitige Anerkennung und Vergütung von Aufwand und Ertrag stellt die Basis für eine gemeinschaftliche Erschließung und Sicherung von Erfolgspotentialen in Lieferketten dar.

³⁶⁹ Für eine Beschreibung möglicher Verrechnungspreise und Kompensationszahlungen siehe u.a. Dudek (2009), S. 132 ff.

³⁷⁰ Vgl. Stadler (2010), S. 22.

Anhang 1: Nichtparametrische Tests

Mann-Whitney U-Test

Abrufkonzept	Ausprägung	n	Mittlerer Rang	Rangsumme
Frozen Zone	Nein	83	55,84	4634,50
	Ja	28	56,48	1581,50
	Gesamt	111		
Definierte Abrufgrenzen	Nein	92	55,28	5085,50
	Ja	16	50,03	800,50
	Gesamt	108		
Gleichmäßige Abrufe	Nein	93	55,55	5166,50
	Ja	18	58,31	1049,50
	Gesamt	111	-	-
Definierte Abholtermine	Nein	79	50,80	4013,50
	Ja	22	51,70	1137,50
	Gesamt	101		

Kenngroßen	Frozen Zone	Definierte Abrufgrenzen	Gleichmäßige Abrufe	Definierte Abholtermine
Mann-Whitney-U	1148,500	664,500	795,500	853,500
Wilcoxon-W	4634,500	800,500	5166,500	4013,500
Z	-0,092	-0,620	-0,334	-0,132
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0,927	0,535	0,739	0,895

Kolmogorov-Smirnov Z-Test

Abrufkonzept	Extremste Differenzen			Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
	absolut	positiv	negativ		
Frozen Zone	0,175	0,175	-0,117	0,799	0,545
Definierte Abrufgrenzen	0,139	0,079	-0,139	0,512	0,956
Gleichmäßige Abrufe	0,176	0,176	-,0070	0,682	0,741
Definierte Abholtermine	0,091	0,091	-0,087	0,377	0,999

Wald-Wolfowitz-Test

Abrufkonzept	Anzahl der Sequenzen		Z	Asymptotische Signifikanz (1-seitig)
Frozen Zone	Minimal mögliche...	18	-6,306	0,000
	Maximal mögliche...	51	2,060	0,980
Definierte Abrufgrenzen	Minimal mögliche...	16	-4,740	0,000
	Maximal mögliche...	33	1,833	0,967
Gleichmäßige Abrufe	Minimal mögliche...	20	-3,947	0,000
	Maximal mögliche...	37	2,064	0,981
Definierte Abholtermine	Minimal mögliche...	11	-7,200	0,000
	Maximal mögliche...	42	1,942	0,974

Anhang 2: Web-Survey

Allgemeine Angaben

Kenngröße	Variable	Ausprägungen	Auswahlelement
Fachbereich	-	{Beschaffung; Produktion; Logistik; Verwaltung; Sonstiges}	Optionsfeld
Tätigkeit	-	{Sachbearbeiter; Leitende Position; Vorstand/Geschäftsführung; Sonstiges}	Optionsfeld
Umsatz im Werk (in Mio. €)	-	{< 10; 11 bis 50; 51 bis 100; 101 bis 500; > 500}	Optionsfeld
Anzahl Mitarbeiter im Werk	-	{< 10; 11 bis 50; 51 bis 100; 101 bis 500; > 500}	Optionsfeld
Belieferungskonzept	-	{sequenziert (Just-in-Sequence; sortenrein (lagerhaltige Belieferung); sortenrein (täglich/JIT))}	Optionsfeld
Entfernung zum OEM	-	{0; 0,5; 1; ...; 30; > 30} Stunden	Dropdown-Menü
Anzahl der Teilenummern	TEILENR	{1-500}	Schieberegler
Durchschn. Wiederbeschaffungszeit der Teile	WIEDBES	{0; 0,5; 1; ...; 30; > 30} Tage {0; 1; ...; 24} Monate	Dropdown-Menü
Durchschn. Durchlaufzeit Fertigungsprozess	FERTDLZ	{0; 0,5; 1; ...; 100; > 100} Tage	Dropdown-Menü
Produktionszeit eines Standardloses in der Endmontage	LOSGR	{1; 2; ...; 60} Minuten, Stunden, Tage, Wochen	Dropdown-Menü
Überwiegend verwendetes Transportkonzept	DISTORG	{Eigener Fuhrpark; Direktrelation; Gebietsspediteur}	Optionsfeld
Anzahl Abholungen/ Versendungen pro Woche	ANZABH	{0,5; 1; ...; 30; > 30}	Dropdown-Menü

Beschreibung der Abrufsituation

Frage	Kenngröße	Variable	Ausprägungen	Auswahlelement
Wie weit reicht die maximale Vorschau an Bedarfen, die Ihnen der OEM zur Verfügung stellt?	Bedarfsvorschau	-	{ 1-24 } Monate	Dropdown-Menü
Wie stark weichen im Durchschnitt die tatsächlichen Abrufe von den 60 Tage zuvor übermittelten Abrufen ab?	Nachfrageunsicherheit (Hauptprodukt-Ebene: 60 Tage)	-	{ 1-500 } %	Schieberegler
Wie stark weichen im Durchschnitt die tatsächlichen Abrufe von den 30 Tage zuvor übermittelten Abrufen ab?	Nachfrageunsicherheit (Hauptprodukt-Ebene: 30 Tage)	ABWT30	{ 1-500 } %	Schieberegler
Wie stark weichen im Durchschnitt die tatsächlichen Abrufe von den 5 Tage zuvor übermittelten Abrufen ab?	Nachfrageunsicherheit (Hauptprodukt-Ebene: 5 Tage)	ABWT5	{ 1-500 } %	Schieberegler

Wie stark unterscheiden sich die abgeholten Mengen innerhalb einer Produktgruppe über mehrere Abholungen?	Nachfrageschwankung	ABWABH	{ 1-500 } %	Schieberegler
Wie groß sind Ihre mit dem Spediteur vereinbarten Zeitfenster zur Abholung und wie weit wird davon tatsächlich abgewichen?	Länge des Abholzeitfensters	ZEITFLAE	{ <0,5 h; 0,5 bis 2 h; 3 bis 5h; 6 bis 8h; 1 bis 3 Tage >3 Tage; kein Zeitfenster }	Optionsfeld
	Abweichungen des Abholzeitfensters	ZEITFABW	{ <0,5 h; 0,5 bis 2 h; 3 bis 5h; 6 bis 8h; 1bis 3 Tage >3 Tage; kein Zeitfenster }	Optionsfeld

Bewertung der alternativen Konzepte³⁷¹

Konzept	Beschreibung
Frozen Zone	Abrufe werden für 5 Tage vor dem tatsächlichen Abruf eingefroren. In diesem Zeitraum kann der OEM die Menge der einzelnen Teilenummern nicht mehr ändern
Definierte Abrufgrenzen	Die Abweichungen zwischen vorhergesagten Abrufmengen und tatsächlich abgerufenen Mengen schwanken pro Teilenummer nicht mehr als +/-15% in den letzten 6 Wochen
Gleichmäßige Abrufe	Für einen Zeitraum von 2 Wochen wird die in etwa gleiche Menge und der gleiche Mix an Teilenummern abgerufen
Definierte Abholtermine	Die Abrufe beim Zulieferer erfolgen nicht mehr anhand der Bedarfszeitpunkte des OEM, sondern zu festen Abholzeitpunkten beim Lieferanten (z.B. dienstags 15:35Uhr und donnerstags 09:15Uhr). Diese Abholzeiten bleiben über mehrere Wochen konstant, wodurch eine Avisierung des Spediteurs durch den Lieferanten entfällt. Die Ankunftszeit des Spediteurs ist wöchentlich identisch. Dadurch entstehen zyklische, wiederkehrende Abholprozesse

³⁷¹ Im Web Survey wurden statt *Frozen Zone* der Begriff *Kurzfristige Abrufstabilität* und statt *Definierte Abrufgrenzen* die Bezeichnung *Langfristige Abrufstabilität* verwendet. In der Darstellung des Fragebogens werden die Begriffe analog zur vorliegenden Arbeit gebraucht.

Frage	Kenngröße	Variable	Ausprägungen	Auswahlelement
Bitte geben Sie, gemessen an Ihrer Ausgangssituation, mögliche Auswirkungen dieses Szenarios auf Ihr Unternehmen an.	Wareneingangshandling	-	{unbekannt; Zunahme; keine Auswirkung; sehr gering; gering; mittel; stark; sehr stark}	Optionsfeld
	Vormaterialbestand	-		Optionsfeld
	Sonderfahrten (Inbound)	-		Optionsfeld
	Disposition	-		Optionsfeld
Wie stark könnte sich die Umsetzung dieses Szenarios auf Ihre Beschaffungskosten auswirken?	Reduktion der Beschaffungskosten	-	{0; 0,5; 1; ...; 50; > 50} %	Dropdown-Menü
Bitte geben Sie, gemessen an Ihrer Ausgangssituation, mögliche Auswirkungen dieses Szenarios auf Ihr Unternehmen an.	Flächenbedarf	-	{unbekannt; Zunahme; keine Auswirkung; sehr gering; gering; mittel; stark; sehr stark}	Optionsfeld
	Personalaufwand	-		Optionsfeld
	Auftragseinplanung- und Steuerung	-		Optionsfeld
	Umlaufbestand (WIP)	-		Optionsfeld
	Losgrößen (Endmontage)	-		Optionsfeld
Wie stark könnte sich die Umsetzung dieses Szenarios auf Ihre Produktionskosten auswirken?	Reduktion der Produktionskosten	-	{0; 0,5; 1; ...; 50; > 50} %	Dropdown-Menü

Bitte geben Sie, gemessen an Ihrer Ausgangssituation, mögliche Auswirkungen dieses Szenarios auf Ihr Unternehmen an.	Fertigwarenbestand	-	{ unbekannt; Zunahme; keine Auswirkung; sehr gering; gering; mittel; stark; sehr stark }	Optionsfeld
	Fertigwarenhandling	-		Optionsfeld
	Sonderfahrten (Outbound)	-		Optionsfeld
Wie stark könnte sich die Umsetzung dieses Szenarios auf Ihre Absatzkosten auswirken?	Reduktion der Absatzkosten	-	{ 0; 0,5; 1; ...; 50; > 50 } %	Dropdown-Menü
Wie stark könnte sich die Umsetzung dieses Szenarios auf Ihre Gesamtkosten auswirken?	Reduktion der Gesamtkosten (Frozen Zone)	FROZONE	{ 0; 0,5; 1; ...; 50; > 50 } %	Dropdown-Menü
	Reduktion der Gesamtkosten (Definierte Abrufgrenzen)	DEFABGR	{ 0; 0,5; 1; ...; 50; > 50 } %	Dropdown-Menü
	Reduktion der Gesamtkosten (Gleichmäßige Abrufe)	GLEICHAB	{ 0; 0,5; 1; ...; 50; > 50 } %	Dropdown-Menü
	Reduktion der Gesamtkosten (Definierte Abholtermine)	DEFINAB	{ 0; 0,5; 1; ...; 50; > 50 } %	Dropdown-Menü
Bitte teilen Sie uns abschließend mit, welche Szenarien den größten Nutzen für Ihr Unternehmen bringen würden.	Priorisierung		{ Gleichmäßige Abrufe; Frozen Zone; Definierte Abrufgrenzen; Definierte Abholtermine }	Drag-and-Drop Liste

Würden Sie sagen, dass Ihre aktuelle Situation bereits einem der vorgestellten Szenarien entspricht?	Vergleich zu bestehender Abrufsituation	-	{Szenario 1: Gleichmäßige Abrufe; Szenario 2: Frozen Zone; Szenario 3: Definierte Abrufgrenzen; Szenario 4: Definierte Abholtermine; keine Übereinstimmung}	Optionsfeld
--	---	---	---	-------------

Literaturverzeichnis

- Adam, D. (1969):** Koordinationsprobleme bei dezentralen Entscheidungen, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaftslehre*, Jg. 39, Nr. 10, S. 615–632.
- Anthony, R.N. (1965):** Planning and Control Systems: A Framework for Analysis, Boston.
- Arnold, D. / Furmans, K. (2009):** Materialfluss in Logistiksystemen, 6. Auflage, Berlin.
- Atteslander, P. (2006):** Methoden der empirischen Sozialforschung, 11. Auflage, Berlin.
- Backhaus, K. / Erichson, B. / Plinke, W. / Weiber, R. (2008):** Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung, 12. Auflage, Berlin.
- Ballou, R.H. (2004):** Business Logistics / Supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain, 5. Auflage, Upper Saddle River.
- Bamberg, G. / Baur, F. / Krapp, M. (2007):** Statistik, 13. Auflage, München.
- Barthel, H. (2006):** Modell zur Analyse und Gestaltung des Bestellverhaltens für die variantenreiche Serienproduktion, Heimsheim.
- Becker, H. (2007):** Auf Crashkurs: Automobilindustrie im globalen Verdrängungswettbewerb, 2. Auflage, Berlin.
- Beetz, R. / Grimm, A. / Eickmeyer, T. (2008):** Die Strategie der integrierten Wertschöpfungskette zur Anlaufsteuerung bei der Vorserienlogistik der AUDI AG, in: *Schuh, G; Stölzle, W. und Straube, F. (Hrsg.), Anlaufmanagement in der Automobilindustrie erfolgreich umsetzen: Ein Leitfaden für die Praxis*, Berlin, S. 31–42.
- Bock, H.H. (1974):** Automatische Klassifikation: Theoretische und praktische Methoden zur Gruppierung und Strukturierung von Daten, Göttingen.
- Borchardt, A. / Göthlich, S.E. (2007):** Erkenntnisgewinnung durch Fallstudien, in: *Albers, S; Klapper, D; Konradt, U; Walter, A. und Wolf, J. (Hrsg.), Methodik der empirischen Forschung*, 2. Auflage, Wiesbaden, S. 33–48.
- Bortz, J. (2005):** Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler, 6. Auflage, Berlin.
- Bortz, J. / Döring, N. (2006):** Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler, 4. Auflage, Berlin.
- Boute, R.N. / Disney, S.M. / Lambrecht, M.R. / Houdt, B. van (2007):** An integrated production and inventory model to dampen upstream demand variability in the supply chain, in: *European Journal of Operational Research*, Jg. 178, Nr. 1, S. 121–142.

- Boysen, N. / Fliedner, M. / Scholl, A. (2006):** Level-Scheduling bei Variantenfließfertigung: Klassifikation, Literaturüberblick und Modellkritik, Jena; Working Paper.
- Bracht, U. / Eisenhardt Rothe, M. von (2000):** Stücklistenkonsistenz in der Serienfertigung: Ein Lösungsansatz für variantenreiche Serienprodukte am Beispiel der Automobilindustrie, in: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Jg. 95, Nr. 12, S. 616–620.
- Breiman, L. / Friedman, J. / Olshen, R. / Stone, C. (1984):** Classification and Regression Trees, Belmont.
- Brüsemeister, T. (2008):** Qualitative Forschung: Ein Überblick, 2. Auflage, Wiesbaden.
- Bühl, A. (2008):** SPSS 16: Einführung in die moderne Datenanalyse, 11. Auflage, München.
- Buxmann, P. / Dirks, C. / Heintz, S. (1998):** Kooperationen und zwischenbetriebliche Prozesse in der Automobilindustrie, in: *HMD - Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Jg. 35, Nr. 200, S. 93–109.
- Cachon, G.P. (2003):** Supply Chain Coordination with Contracts, in: *Kok, A. G. de und Graves, S. C. (Hrsg.), Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation*, Amsterdam, S. 229–339.
- Cakir, A. / Inman, R.R. (1993):** Modified Goal Chasing for Products with Non-Zero/One Bills of Materials, in: *International Journal of Production Research*, Jg. 31, Nr. 1, S. 107–115.
- Childerhouse, P. / Ramzi, H. / Mason-Jones, R. / Popp, A. / Towill, D.R. (2003):** Information flow in automotive supply chains: present industrial practice, in: *Industrial Management & Data Systems*, Jg. 103, Nr. 3, S. 137–149.
- Chopra, S. / Meindl, P. (2004):** Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, 2. Auflage, Upper Saddle River.
- Christopher, M. (2005):** Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks, 3. Auflage, Harlow.
- Clark, K.B. (1989):** Project Scope and Project Performance: The Effect of Parts Strategy and Supplier Involvement on Product Development, in: *Management Science*, Jg. 35, Nr. 10, S. 1247–1263.
- Corbett, C.J. / Groote, X. de (2000):** A Supplier's Optimal Quantity Discount Policy under Asymmetric Information, in: *Management Science*, Jg. 46, Nr. 3, S. 444–450.
- Corsten, H. / Gössinger, R. (2001):** Einführung in das Supply Chain Management, München.
- Corsten, H. / Gössinger, R. (2009):** Produktionswirtschaft: Einführung in das industrielle Produktionsmanagement, 12. Auflage, München.

- Czaja, L. (2009):** Qualitätsfrühwarnsysteme für die Automobilindustrie, Wiesbaden.
- Dangelmaier, W. (2009):** Theorie der Produktionsplanung und -steuerung: Im Sommer keine Kirschpralinen?, Berlin.
- Diekmann, A. (2008):** Empirische Sozialforschung: Grundlagen, Methoden, Anwendungen, 19. Auflage, Reinbek bei Hamburg.
- Dillman, D.A. (1978):** Mail and Telephone Surveys: The Total Design Method, New York.
- Drexl, A. / Fleischmann, B. / Günther, H.-O. / Stadtler, H. / Tempelmeier, H. (1994):** Konzeptionelle Grundlagen kapazitätsorientierter PPS-Systeme, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Jg. 46, S. 1022–1045.
- Dudek, G. (2009):** Collaborative Planning in Supply Chains: A Negotiation-Based Approach, 2. Auflage, Berlin.
- Dyckhoff, H. / Spengler, T.S. (2010):** Produktionswirtschaft: Eine Einführung, 3. Auflage, Berlin.
- Eckey, H.-F. / Kosfeld, R. / Türck, M. (2008):** Deskriptive Statistik: Grundlagen - Methoden - Beispiele, 5. Auflage, Wiesbaden.
- Eckstein, P.P. (2008):** Angewandte Statistik mit SPSS: Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler, 6. Auflage, Wiesbaden.
- Eisenhardt, K.M. (1989):** Building Theories from Case Study Research, in: *Academy of Management Review*, Jg. 14, Nr. 4, S. 532–550.
- Erlach, K. (2010):** Wertstromdesign: Der Weg zur schlanken Fabrik, 2. Auflage, Berlin.
- Erzberger, C. (1998):** Zahlen und Wörter: Die Verbindung quantitativer und qualitativer Daten und Methoden im Forschungsprozeß, Weinheim.
- Eversberg, A. (1997):** Der Einfluß von Electronic Data Interchange auf die Kontrolle von Geschäftsprozessen, in: *Berndt, R. (Hrsg.), Business Reengineering: Effizientes Neugestalten von Geschäftsprozessen*, Berlin, S. 205–224.
- Fandel, G. (1988):** Auswirkungen der Lieferabrufsysteme in der Automobilindustrie auf die Stückkosten der Zulieferer, in: *Lücke, W. (Hrsg.), Betriebswirtschaftliche Steuerungs- und Kontrollprobleme: Wissenschaftliche Tagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. an der Universität Göttingen 1987*, Wiesbaden, S. 49–62.
- Fandel, G. / Giese, A. / Raubenheimer, H. (2009):** Supply Chain Management: Strategien - Planungsansätze - Controlling, Berlin.
- Ferber, S. (2005):** Strategische Kapazitäts- und Investitionsplanung in der globalen Supply Chain eines Automobilherstellers, Aachen.
- Filz, B. / Hlubek, J. / Kuhn, A. (1987):** Lieferabrufsysteme: Auswirkungen auf die stahlverarbeitende Zulieferindustrie, Dortmund.

- Fischäder, H. (2007):** Störungsmanagement in netzwerkförmigen Produktionssystemen, Wiesbaden.
- Fleischmann, B. (2008):** Systeme der Transportlogistik, in: *Arnold, D; Furmans, K; Isermann, H; Kuhn, A. und Tempelmeier, H. (Hrsg.), Handbuch Logistik*, 3. Auflage, Berlin, S. 12–18.
- Fleischmann, B. / Meyr, H. / Wagner, M. (2010):** Advanced Planning, in: *Stadtler, H; Kilger, C. und Meyr, H. (Hrsg.), Supply Chain Management und Advanced Planning: Konzepte, Modelle und Software*, Berlin, S. 89–124.
- Flick, U. (2009):** Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung, 2. Auflage, Reinbek bei Hamburg.
- Flick, U. / Kardorff, E. von / Steinke, I. (2008):** Was ist qualitative Forschung? Einleitung und Überblick, in: *Flick, U; Kardorff, E. von und Steinke, I. (Hrsg.), Qualitative Forschung: Ein Handbuch*, Reinbek bei Hamburg, S. 13–29.
- Forrester, J.W. (1958):** Industrial Dynamics: a major breakthrough for decision makers, in: *Harvard Business Review*, Jg. 36, Nr. 4, S. 37–66.
- Füser, K. (1995):** Neuronale Netze in der Finanzwirtschaft: Innovative Konzepte und Einsatzmöglichkeiten, Wiesbaden.
- Gelbrich, K. (2001):** Kundenwert: Wertorientierte Akquisition von Kunden im Automobilbereich, Göttingen.
- Gilbert, S.M. / Ballou, R.H. (1999):** Supply chain benefits from advanced customer commitments, in: *Journal of Operations Management*, Jg. 18, Nr. 1, S. 61–73.
- Glaser, B.G. / Strauss, A.L. (1980):** The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research, 11. Auflage, New York.
- Glaser, H. / Geiger, W. / Rohde, V. (1992):** PPS - Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Konzepte, Anwendungen, 2. Auflage, Wiesbaden.
- Gleich, F. von / Jacobsen, A. (2002):** Nachfrageschwankungen beherrschen, in: *Maschinenmarkt*, Jg. 108, Nr. 13, S. 58–59.
- Gleißner, H. / Femerling, J.C. (2008):** Logistik: Grundlagen - Übungen - Fallbeispiele, Wiesbaden.
- Göthlich, S.E. (2007):** Zum Umgang mit fehlenden Daten in großzahligen empirischen Erhebungen, in: *Albers, S; Klapper, D; Konradt, U; Walter, A. und Wolf, J. (Hrsg.), Methodik der empirischen Forschung*, 2. Auflage, Wiesbaden, S. 119–135.
- Griffiths, J. / Margetts, D. (2000):** Variation in production schedules: implications for both the company and its suppliers, in: *Journal of Materials Processing Technology*, Jg. 103, S. 155–159.
- Gudehus, T. (2010):** Logistik: Grundlagen - Strategien - Anwendungen, 4. Auflage, Berlin.

- Günther, H.-O. (2005):** Supply Chain Management and Advanced Planning Systems: A Tutorial, in: *Günther, H.-O.; Mattfeld, D. C. und Suhl, L. (Hrsg.), Supply Chain Management und Logistik: Optimierung, Simulation, Decision Support*, Heidelberg, S. 3–40.
- Günther, H.-O. / Tempelmeier, H. (2009):** Produktion und Logistik, 8. Auflage, Berlin.
- Günthner, W. / Schröder, J. / Meißner, S. / Grinninger, J. (2009):** Potentiale des Konzepts der stabilen Auftragsfolge in der automobilen Wertschöpfungskette: Ergebnisse einer empirischen Studie in der europäischen Automobilindustrie, Nürnberg.
- Gutenberg, E. (1983):** Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre: Die Produktion, 24. Auflage, Berlin.
- Hammer, M. / Champy, J. (1993):** Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution, New York.
- Hand, D.J. / Mannila, H. / Smyth, P. (2001):** Principles of Data Mining, Cambridge.
- Hansen, R. (1993):** Logistische Prozesse in der Automobil-Zulieferindustrie, Frankfurt am Main.
- Hansmann, K.-W. (2006):** Industrielles Management, 8. Auflage, München.
- Harrison, A. (1997):** Investigating the Sources and Causes of Schedule Instability, in: *The International Journal of Logistics*, Jg. 8, Nr. 2, S. 75–82.
- Hartmann, H. (2002):** Materialwirtschaft: Organisation, Planung, Durchführung, Kontrolle, 8. Auflage, Gernsbach.
- Hartung, J. / Elpelt, B. / Klösener, K.-H. (2005):** Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik, 14. Auflage, München.
- Hax, A.C. / Meal, H.C. (1975):** Hierarchical Integration of Production Planning and Scheduling, in: *Geisler, M. A. (Hrsg.), Logistics*, Amsterdam, S. 53–69.
- Heil, M. (1995):** Entstörung betrieblicher Abläufe, Wiesbaden.
- Heinemeyer, W. (1992):** Die Planung und Steuerung des logistischen Prozesses mit Fortschrittszahlen, in: *Adam, D. (Hrsg.), Fertigungssteuerung: Grundlagen und Systeme*, Wiesbaden, S. 161–188.
- Heizmann, J. (2009):** Anforderungen an die Logistik aus dem Konzern-Produktionssystem, Deutscher Logistikkongress; Vortrag.
- Herold, L. (2005):** Kundenorientierte Prozesssteuerung in der Automobilindustrie: Die Rolle von Logistik und Logistikcontrolling im Prozess "vom Kunden bis zum Kunden", Wiesbaden.
- Holweg, M. (2002):** The 3DayCar Component Supplier Study: Investigating the Implications of Responsive Vehicle Supply on the Component Supply Chain, Cardiff; Working Paper.

- Hompel, M. ten / Heidenblut, V. (2008):** Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik, 2. Auflage, Berlin.
- Hopp, W.J. / Spearman, M.L. (2008):** Factory physics, 3. Auflage, Boston.
- Hornbogen, E. (2006):** Werkstoffe: Aufbau und Eigenschaften von Keramik-, Metall-, Polymer- und Verbundwerkstoffen, 8. Auflage, Berlin.
- Huang, G.Q. / Lau, J.S. / Mak, K.L. (2003):** The impacts of sharing production information on supply chain dynamics: a review of the literature, in *International Journal of Production Research*: Jg. 41, Nr. 7, S. 1483–1517.
- Huang, Z. / Gangopadhyay, A. (2006):** Information Sharing in Supply Chain Management with Demand Uncertainty, in: *Khosrow-Pour, M.* (Hrsg.), *Advanced Topics in Information Resources Management: Volume 5*, Hershey, S. 44–62.
- Ihde, G.B. (1998):** Logistikmanagement als Zeitcontrolling, in: *Bogaschewsky, R. W.* und *Götze, U.* (Hrsg.), *Unternehmensplanung und Controlling*, Heidelberg, S. 203–214.
- Ihme, J. (2006):** Logistik im Automobilbau: Logistikkomponenten und Logistiksysteme im Fahrzeugbau, München.
- Inderfurth, K. / Jensen, T. (2008):** Lagerbestandsmanagement, in: *Arnold, D; Furmans, K; Isermann, H; Kuhn, A.* und *Tempelmeier, H.* (Hrsg.), *Handbuch Logistik*, 3. Auflage, Berlin, S. 153–166.
- Jacobsen, A.E. (2006):** Messung und Bewertung von Nachfragedynamik und logistischer Agilität in der Automobilzulieferindustrie, Hannover.
- Jafar-Shaghghi, F. (1996):** Maschinelles Lernen, Neuronale Netze und Statistische Lernverfahren zur Klassifikation und Prognose: Theoretische Analyse und ökonomische Anwendung, Aachen.
- Jahoda, M. / Deutsch, M. / Cook, S.W. (1966):** Beobachtungsverfahren, in: *König, R.* (Hrsg.), *Beobachtung und Experiment in der Sozialforschung*, 3. Auflage, Köln, S. 77–96.
- Janssen, J. / Laatz, W. (2010):** Statistische Datenanalyse mit SPSS, 7. Auflage, Berlin.
- Jäpel, W. (1985):** Die Qualität alternativer Rating-Formen und ihre Einflußgrößen, Regensburg.
- Jodlbauer, H. (2007):** Produktionsoptimierung: Wertschaffende sowie kundenorientierte Planung und Steuerung, Wien.
- Joo, S.-H. / Wilhelm, W.E. (1993):** A Review of Quantitative Approaches in Just-In-Time Manufacturing, in: *Production Planning & Control*, Jg. 4, Nr. 3, S. 207–222.
- Jung, H. (2006):** Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 10. Auflage, München.

- Kaluza, B. / Blecker, T. (2005):** Flexibilität: State of the Art und Entwicklungstrends, in: *Kaluza, B. und Blecker, T. (Hrsg.), Erfolgsfaktor Flexibilität: Strategien und Konzepte für wandlungsfähige Unternehmen*, Berlin, S. 1–25.
- Kelle, U. / Kluge, S. (2010):** Vom Einzelfall zum Typus: Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung, 2. Auflage, Wiesbaden.
- Kienzle, O. (1966):** Begriffe und Benennungen der Fertigungsverfahren, in: *Werkstattstechnik*, Jg. 56, Nr. 4, S. 169–173.
- Kilger, C. / Reuter, B. / Stadtler, H. (2010):** Collaborative Planning, in: *Stadtler, H.; Kilger, C. und Meyr, H. (Hrsg.), Supply Chain Management und Advanced Planning: Konzepte, Modelle und Software*, Berlin, S. 303–327.
- Kimmich, J. / Wahl, H. (2007):** Die Kapazitätsplanung, in: *Gehr, F. und Hellingrath, B. (Hrsg.), Logistik in der Automobilindustrie: Innovatives Supply Chain Management für wettbewerbsfähige Zulieferstrukturen*, Berlin, S. 59–66.
- Kleindorfer, P.R. / Saad, G.H. (2005):** Managing Disruption Risks in Supply Chains, in: *Production and Operations Management*, Jg. 14, Nr. 1, S. 53–68.
- Klug, F. (2010):** Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, Berlin.
- Kopsidis, R.M. (1997):** Materialwirtschaft: Grundlagen, Methoden, Techniken, Politik, 3. Auflage, München.
- Kröger, M. (2010):** Grandiose Aufholjagd: Chinas Autokonzerne attackieren Daimler und Co., <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/0,1518,728601,00.html> (26.07.2011).
- Kromrey, H. (2002):** Empirische Sozialforschung: Modelle und Methoden der Datenerhebung und Datenauswertung, 10. Auflage, Opladen.
- Kubiak, W. (1993):** Minimizing variation of production rates in just-in-time systems: A survey, in: *European Journal of Production Research*, Jg. 66, Nr. 3, S. 259–271.
- Kuhn, A. / Hellingrath, B. (2002):** Supply Chain Management: Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette, Berlin.
- Kuhn, H. / Rennemann, T. / Schmauß, T. (2004):** Supply chain based Supplier Integration, in: *Dangelmaier, W.; Kaschula, D. und Neumann, J. (Hrsg.), Supply-chain-Management in der Automobil- und Zulieferindustrie*, Paderborn, S. 346–363.
- Küpper, H.-U. / Helber, S. (2004):** Ablauforganisation in Produktion und Logistik, 3. Auflage, Stuttgart.
- Kurbel, K. (2005):** Produktionsplanung und -steuerung im Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management, 6. Auflage, München.
- Lamnek, S. (1995a):** Qualitative Sozialforschung: Methodologie, Band 1, 3. Auflage, Weinheim.

- Lamnek, S. (1995b):** Qualitative Sozialforschung: Methoden und Techniken, Band 2, 3. Auflage, Weinheim.
- Large, R. (2009):** Strategisches Beschaffungsmanagement: Eine praxisorientierte Einführung, 4. Auflage, Wiesbaden.
- Lee, H.L. / Padmanabhan, V. / Whang, S. (1997):** Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect, in: *Management Science*, Jg. 43, Nr. 4, S. 546–558.
- Li, G. / Yan, H. / Wang, S. / Xia, Y. (2005):** Comparative analysis on value of information sharing in supply chains, in: *Supply Chain Management: An International Journal*, Jg. 10, Nr. 1, S. 34–46.
- Liker, J.K. (2004):** The Toyota Way, New York.
- Lochmahr, A. / Wildemann, H. (2007):** Die Einführung logistischer Konzepte in Theorie und Praxis: Fallbeispiel Kapazitätsmanagement, in: *TCW Standpunkt*, LIV, S. 1–14.
- Locke, K.D. (2001):** Grounded Theory in Management Research, London.
- Mayring, P. (2007):** Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken, 9. Auflage, Weinheim.
- Meissner, S. (2009):** Logistische Stabilität in der automobilen Variantenfließfertigung, München.
- Mentzer, J.T. / DeWitt, W. / Keebler, J.S. / Min, S. / Nix, N.W. / Smith, C.D. / Zacharia, Z.G. (2001):** Defining Supply Chain Management, in: *Journal of Business Logistics*, Jg. 22, Nr. 2, S. 1–25.
- Meyr, H. (2004a):** Supply chain planning in the German automotive industry, in: *OR Spectrum*, Jg. 26, Nr. 4, S. 447–470.
- Meyr, H. (2004b):** Kurz- und mittelfristige Planung in der Automobilindustrie zwischen Heute und Morgen, Augsburg; Working Paper.
- Meyr, H. / Stadtler, H. (2010):** Supply Chain Typen, in: *Stadtler, H.; Kilger, C. und Meyr, H. (Hrsg.), Supply Chain Management und Advanced Planning: Konzepte, Modelle und Software*, Berlin, S. 69–88.
- Milner, J.M. / Rosenblatt, M.J. (2002):** Flexible Supply Contracts for Short Life-Cycle Goods: The Buyer's Perspective, in: *Naval Research Logistics*, Jg. 49, Nr. 1, S. 25–45.
- Mohr, M. (2009):** Qualifizierungsstrategien für betriebswirtschaftliche Unternehmenssoftware: Eine empirische Untersuchung bei deutschen Unternehmen, Wiesbaden.
- Monden, Y. (1998):** Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, 3. Auflage, Norcross.

- Mößmer, H.E. / Schedlbauer, M. / Günthner, W.A. (2007):** Die automobiler Welt im Umbruch, in: *Günthner, W. A. (Hrsg.), Neue Wege in der Automobillogistik: Die Vision der Supra-Adaptivität*, Berlin, S. 3–15.
- Müller, A. (1988):** Pufferbildung und Termineinhaltung im Rahmen der kurzfristigen Produktionsplanung bei Werkstattfertigung: 422, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Jg. 40, S. 422–446.
- Ohl, S. (2000):** Prognose und Planung variantenreicher Produkte am Beispiel der Automobilindustrie, Düsseldorf.
- Ostertag, R. (2008):** Supply-Chain-Koordination im Auslauf in der Automobilindustrie: Koordinationsmodell auf Basis von Fortschrittszahlen zur dezentralen Planung bei zentraler Informationsbereitstellung, Wiesbaden.
- Patig, S. (2001):** Flexible Produktionsfeinplanung mit Hilfe von Planungsschritten: Ein Planungsansatz zum Umgang mit Störungen bei der Produktion, Frankfurt am Main.
- Petersohn, H. (2005):** Data Mining: Verfahren, Prozesse, Anwendungsarchitektur, München.
- Pettigrew, A.M. (1990):** Longitudinal Field Research on Change: Theory and Practice, in: *Organization Science*, Jg. 1, Nr. 3, S. 267–292.
- Pfohl, H.-C. (2010):** Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen, 8. Auflage, Berlin.
- Popper, K.R. (1994):** Logik der Forschung, 10. Auflage, Tübingen.
- Porst, R. (2008):** Fragebogen: Ein Arbeitsbuch, Wiesbaden.
- Pulham, S. (2008):** Ermittlung des Materialbedarfs, in: *Wannenwetsch, H. H. (Hrsg.), Intensivtraining Produktion, Einkauf, Logistik und Dienstleistung*, Wiesbaden, S. 8–23.
- Rees, J. / Kamp, M. / Seiwert, M. (2009):** Formel E, in: *Wirtschaftswoche*, Nr. 38, S. 76–84.
- Reichwald, R. / Dietel, B. (1991):** Produktionswirtschaft, in: *Heinen, E. (Hrsg.), Industriebetriebslehre: Entscheidungen im Industriebetrieb*, 9. Auflage, Wiesbaden, S. 395–622.
- Rennemann, T. / Kuhn, H. / Schröder, J. (2005):** Die Bedeutung der Lieferantenauswahl bei der Optimierung werksübergreifender Supply Chains, in: *Dangelmaier, W; Döring, A; Laroque, C. und Neumann, J. (Hrsg.), Innovatives Supply Chain Management durch intelligente Logistiknetze*; CD-ROM, Paderborn, S. 1–11.
- Rohrmann, B. (1978):** Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung, in: *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, Jg. 9, S. 222–245.

- Roland Berger / Lazard (2010):** Global Automotive Supplier Study: Quick rebound after the crisis – Significant challenges ahead; short version.
- Roland Berger / Lazard (2011):** Global Automotive Supplier Study; short version.
- Runkler, T.A. (2010):** Data Mining: Methoden und Algorithmen intelligenter Datenanalyse, Wiesbaden.
- Sahin, F. / Robinson, P.E. (2002):** Flow Coordination and Information Sharing in Supply Chains: Review, Implications, and Directions for Future Research, in: *Decision Sciences*, Jg. 33, Nr. 4, S. 505–536.
- Schendera, C. (2008):** Regressionsanalyse mit SPSS, München.
- Schmidt, M. (2008):** Produktionsplanung und -steuerung, in: *Arnold, D; Furmans, K; Isermann, H; Kuhn, A. und Tempelmeier, H. (Hrsg.), Handbuch Logistik*, 3. Auflage, Berlin, S. 323–343.
- Schneeweiß, C. (1992):** Planung: Konzepte der Prozeß- und Modellgestaltung, Band 2, Berlin.
- Schneeweiß, C. (2003):** Distributed Decision Making, 2. Auflage, Berlin.
- Schnell, R. / Hill, P.B. / Esser, E. (2008):** Methoden der empirischen Sozialforschung, 8. Auflage, München.
- Schönsleben, P. (2002):** Integrales Logistikmanagement: Planung und Steuerung von umfassenden Geschäftsprozessen, 3. Auflage, Berlin.
- Schütte, R. / Siedentopf, J. / Zelewski, S. (1999):** Koordinationsprobleme in Produktionsplanungs- und -steuerungskonzepten, in: *Corsten, H. und Friedl, B. (Hrsg.), Einführung in das Produktionscontrolling*, München, S. 141–187.
- Shingo, S. (1989):** A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint, Cambridge.
- Siegel, S. (1985):** Nichtparametrische statistische Methoden, 2. Auflage, Eschborn bei Frankfurt am Main.
- Simchi-Levi, D. / Kaminsky, P. / Simchi-Levi, E. (2004):** Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies, Boston.
- Simpson, N.C. / Erengüc, S.S. (2001):** Modeling the order picking function in supply chain systems: formulation, experimentation, and insights, in: *IIE Transactions*, Jg. 33, Nr. 2, S. 119–130.
- Stäblein, T. (2008):** Integrierte Planung des Materialbedarfs bei kundenauftragsorientierter Fertigung von komplexen und variantenreichen Serienprodukten, Aachen.
- Stadtler, H. (2007):** A Framework for Collaborative Planning and State-of-the-Art, in: *OR Spectrum*, Jg. 31, Nr. 1, S. 5–30.

- Stadtler, H. (2010):** Supply Chain Management: Ein Überblick, in: *Stadtler, H; Kilger, C. und Meyr, H. (Hrsg.), Supply Chain Management und Advanced Planning: Konzepte, Modelle und Software*, Berlin, S. 7–37.
- Stake, R.E. (1995):** The Art of Case Study Research, Thousand Oaks.
- Steurer, E. (1997):** Ökonometrische Methoden und maschinelle Lernverfahren zur Wechselkursprognose: Theoretische Analyse und empirischer Vergleich, Heidelberg.
- Steven, M. (2001):** Die Koordination im Unternehmen, in: *WISU*, Nr. 7, S. 965–970.
- Stier, W. (1996):** Empirische Forschungsmethoden, Berlin.
- Stommel, H. (2007):** Materialflussplanung und -steuerung: Eine kritische Betrachtung heutiger Materialflussprozesse, in: *Gehr, F. und Hellingrath, B. (Hrsg.), Logistik in der Automobilindustrie: Innovatives Supply Chain Management für wettbewerbsfähige Zulieferstrukturen*, Berlin, S. 73–80.
- Sumichrast, R.T. / Russel, R.S. / Taylor, B. (1992):** A comparative analysis of sequencing procedures for mixed-model assembly lines in a just-in-time production system, in: *International Journal of Production Research*, Jg. 30, Nr. 1, S. 199–214.
- Takeda, H. (2006):** Das synchrone Produktionssystem: Just-in-Time für das ganze Unternehmen, 5. Auflage, Landsberg am Lech.
- Tempelmeier, H. (2006):** Material-Logistik: Modelle und Algorithmen für die Produktionsplanung und -steuerung in Advanced Planning-Systemen, 6. Auflage, Berlin.
- Thaler, K. (1997):** Lieferabrufsystem, in: *Bloech, J. und Ihde, G. B. (Hrsg.), Vahlens großes Logistiklexikon*, München, S. 531–533.
- Thaler, K. (2007):** Supply Chain Management: Prozessoptimierung in der logistischen Kette, 5. Auflage, Troisdorf.
- Tirschler, U. (1991):** Bereistellungssteuerung des Zulieferanten, in: *Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.), Materialfluß und Logistik in Automobilbau und Zulieferindustrie: Konzepte-Beispiele-Erfahrungen*, VDI Berichte Nr. 911, Düsseldorf, S. 83–92.
- Tsay, A.A. (1999):** The Quantity Flexibility Contract and Supplier-Customer Incentives, in: *Management Science*, Jg. 45, Nr. 10, S. 1339–1358.
- Tsay, A.A. / Nahmias, S. / Agrawal, N. (1999):** Modeling Supply Chain Contracts: A Review, in: *Tayur, S; Ganeshan, R. und Magazine, M. J. (Hrsg.), Quantitative Models for Supply Chain Management*, Boston, S. 299–336.
- Vahrenkamp, R. / Siepermann, C. (2010):** Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme, in: *WISU*, Nr. 11, S. 1481–1490.
- Varian, H.R. (2011):** Grundzüge der Mikroökonomik, 8. Auflage, München.

- Verband der Automobilindustrie (1991b)**, VDA-Empfehlung, Nr. 4905/2: Daten-Fern-Übertragung von Lieferabrufen, Frankfurt am Main.
- Verband der Automobilindustrie (1996a)**: VDA-Empfehlung, Nr. 4905: Daten-Fern-Übertragung von Lieferabrufen, Frankfurt am Main.
- Verband der Automobilindustrie (1996b)**: VDA-Empfehlung, Nr. 4915: Daten-Fern-Übertragung von Feinabrufen, Frankfurt am Main.
- Verband der Automobilindustrie (1991a)**: VDA-Empfehlung, Nr. 4916: Daten-Fern-Übertragung von Produktionssynchronen Abrufen (PAB), Frankfurt am Main.
- Verband der Automobilindustrie (1989)**: VDA-Empfehlung, Nr. 4920: Daten-Fern-Übertragung von Speditions-Auftragsdaten, Frankfurt am Main.
- Verband der Automobilindustrie (2003)**: VDA-Empfehlung, Nr. 5004: Pickup Prozess, Frankfurt am Main.
- Verband der Automobilindustrie (2008a)**: VDA-Empfehlung, Nr. 5009: Forecast-Qualitätskennzahl: Definition und Anwendung.
- Verband der Automobilindustrie (2008b)**: Dynamik in automobilen Supply Chain-Systemen: Treiber, Auswirkungen, Stellhebel, <http://www.vda.de/de/downloads/485/> (22.09.2011).
- Vogel, F. (1989)**: Beschreibende und schließende Statistik, 3. Auflage, München.
- Voigt, K.-I. / Wildemann, H. (2007)**: Quantifizierung der Flexibilität im Rahmen wertschöpfungspartnerschaftlicher Zusammenarbeit, in: *Günthner, W. A.* (Hrsg.), *Neue Wege in der Automobillogistik: Die Vision der Supra-Adaptivität*, Berlin, S. 123–136.
- Volkswagen (2010)**: EDI-Implementation Guidelines der VOLKSWAGEN AG Logistikprozesse: Informationsschrift für die Lieferanten der VOLKSWAGEN AG im Belieferungsprozess für produktives Material, Originalteile.
- Volkswagen (2011)**: Geschäftsbericht 2010: Vielfalt erfahren, Wolfsburg.
- Wagner, H. (2006)**: Kollaboratives Bedarfs- und Kapazitätsmanagement am Beispiel der Automobilindustrie: Lösungsansatz zur Sicherstellung der Wandlungsfähigkeit, München.
- Waldraff, A. (2007)**: Dynamische Aspekte komplexer Logistiksysteme, in: *Garcia Sanz, F. J.; Semmler, K. und Walther, J.* (Hrsg.), *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz: Effiziente und flexible Supply Chains erfolgreich gestalten*, Berlin, S. 161–180.
- Walter, U. (2005)**: Bewältigung der Variantenvielfalt im Informationsfluss der Automobil-Zulieferindustrie, in: *Scheja, J.* (Hrsg.), *Logistische Entscheidungsprobleme in der Praxis*, Wiesbaden, S. 183–204.
- Wannenwetsch, H. (2005)**: Vernetztes Supply Chain Management: SCM-Integration über die gesamte Wertschöpfungskette, Berlin, Heidelberg.

- Wiedmann, K.-P. / Buckler, F. (2001):** Neuronale Netze für ein marktorientiertes Marketing, in: *Wiedmann, K.-P. und Buckler, F. (Hrsg.), Neuronale Netze im Marketing-Management: Praxisorientierte Einführung in modernes Data-Mining*, Wiesbaden, S. 37–100.
- Witzel, A. (1982):** Verfahren der qualitativen Sozialforschung: Überblick und Alternativen, Frankfurt am Main.
- Wöhe, G. / Döring, U. (2008):** Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 23. Auflage, München.
- Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D. (1990):** The Machine that Changed the World, New York, NY.
- Wrona, T. (2005):** Die Fallstudienanalyse als wissenschaftliche Forschungsmethode, ESCP-EAP Working Paper (10).
- Yin, R.K. (2009):** Case Study Research: Design and Methods, 4. Auflage, Thousand Oaks.
- Zäpfel, G. (2001):** Grundzüge des Produktions- und Logistikmanagement, 2. Auflage, München.
- Zernechel, T. (2007):** Gestaltung und Optimierung von Unternehmensnetzwerken: Supply Chain Management in der Automobilindustrie, in: *Garcia Sanz, F. J.; Semmler, K. und Walther, J. (Hrsg.), Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz: Effiziente und flexible Supply Chains erfolgreich gestalten*, Berlin, S. 367–378.
- Zimmer, K. (2001):** Koordination im Supply Chain Management: Ein hierarchischer Ansatz zur Steuerung der unternehmensübergreifenden Planung, Wiesbaden.

