

# **Konzepterstellung zur ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen im mittelfristigen Zeithorizont**

Zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Dr. rer. pol.**

von der Fakultät Maschinenbau  
der Technischen Universität Dortmund  
genehmigte Dissertation

M. A. Lisanne Julia Temur

aus

Arnum bei Hannover

Tag der mündlichen Prüfung: 27.01.2021

1. Gutachter: Prof. Dr. Michael Henke

2. Gutachterin: Prof. Dr.-Ing. Katja Klingebiel

**Dortmund, 2021**

Genehmigte Dissertation von der Fakultät Maschinenbau der Technischen  
Universität Dortmund

Tag der mündlichen Prüfung:	27.01.2021
Ort der mündlichen Prüfung:	Hannover, digitaler Vortrag
Erstgutachter:	Prof. Dr. Michael Henke
Zweitgutachterin:	Prof. Dr.-Ing. Katja Klingebiel
Vorsitzender der Prüfungskommission:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Brümmer
Mitglied der Prüfungskommission:	Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

Ergebnisse, Meinungen und Schlüsse dieser Dissertation sind nicht notwendigerweise die  
der Volkswagen Aktiengesellschaft.

The results, opinions and conclusions expressed in this thesis are not necessarily those of  
Volkswagen Aktiengesellschaft.

## Kurzfassung

Die zunehmende technische Komplexität von Kraftfahrzeugen und die Vielfalt der angebotenen Varianten dient der Befriedigung der Individualisierungsanforderungen der Endkunden auf dynamischen Absatzmärkten. Zudem kommt es zu einer steigenden Anzahl an Fahrzeuganläufen und -ausläufen, da sich Fahrzeugmodelle in verschiedenen Märkten in unterschiedlichen Phasen des Produktlebenszyklus befinden. Die zunehmende Verlagerung der Wertschöpfung vom Automobilhersteller weg zu den Lieferanten führt zu global verteilten, vielschichtigen Liefernetzwerken mit langen Vorlaufzeiten zur Kapazitätsbereitstellung. In diesem Spannungsfeld erforderlicher Einplanungsflexibilität der Absatzplanung und vorausschauender Einplanungsstabilität und -güte der Kapazitätsbereitstellung siedelt sich das Forschungsfeld dieser Dissertation an. Das Ziel ist es, einen anwendungsorientierten Beitrag zur Entwicklung eines proaktiven Ansatzes mittelfristiger Programmbewertung im Kontext der Automobilindustrie zu leisten.

Manuelle Planungsprozesse stoßen aufgrund steigender Komplexität und erforderlicher Planungsschnelligkeit zunehmend an ihre Grenzen und bilden die Wirkungszusammenhänge unzureichend ab. Um diese Problemstellung zu adressieren, werden die theoretischen Grundlagen zur Produktionsprogrammplanung aufbereitet. Hierbei liegt der Fokus auf der prozessualen Ausgestaltung der dazugehörigen Geschäftsprozesse. Der aktuelle Forschungsstand sieht keine detaillierte Kapazitätsprüfung im mittelfristigen Horizont vor, um die Versorgungssicherheit des Produktionsprogramms zu verbessern, da die Sekundärbedarfsermittlung nach der Freigabe des Produktionsprogramms erfolgt. Im Kontext der Aufbereitung identifizierter Autoren zum Forschungsumfeld wird der Handlungsbedarf einer ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme erstmalig identifiziert. Zur Adressierung dieser Forschungslücke und des unternehmerischen Praxisbedarfs wird ein qualitatives Forschungsdesign ausgestaltet. Den Auswertungsgegenstand bilden Experteninterviews, eine Dokumentenanalyse sowie Prozessbeobachtungen bei einem deutschen Automobilhersteller, der durch seine Privat- und Geschäftskunden über eine große Variantenvielfalt und Prozesskomplexität verfügt. Das Forschungsdesign erfasst Schwachstellen im Ist-Prozess und Anforderungen einer ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme in der Praxis. Basierend auf den empirischen und praxisnahen Anforderungen wird erstmalig ein anwendungsorientierter Beitrag geleistet, der eine Prüfung der Versorgungssicherheit und der finanziellen Veränderungen ermöglicht und die Prozessbeteiligten über einen iterativen Rückkopplungsprozess miteinander vernetzt.

Der Nutzen wird über diverse Beiträge zur Validierung, wie die Überprüfung gesetzter Anforderungen und die Untersuchung eines realen Anwendungsfalls, bestätigt. Die Dissertation endet mit einer kritischen Beurteilung des Forschungsdesigns und der erarbeiteten Forschungsergebnisse zur Ermittlung des zukünftigen Forschungsbedarfs.



---

## Abstract

The increasing technical complexity of cars and the high number of offered options due to an increasing number of new production ramp-ups and outlets, as vehicle models are at different stages of the product life cycle in different markets, lead to new challenges in the automotive industry and especially the mid-term demand and capacity management. The increasing shift of value creation away from the car manufacturer into the supplier networks leads to global, multi-layered supply networks. This results in increasing requirements for the production planning as the first interface between sales and production departments. The dissertation aims to make an application-oriented contribution to the development of an event-oriented approach of a medium-term evaluation of an automotive production-planning program.

Existing planning processes reach their limits and fail to represent the requirements of a holistic and fast capacity check with an iterative feedback process to identify restrictions regarding critical parts. Within this conflict between required planning flexibility and stability, the research field of this doctoral thesis settles to address the mentioned requirements. The international research information on the theoretical background of production program planning and graphic process modelling serves to derive the research gap. The current state of research does not include a detailed capacity checking in the medium-term horizon to improve the security of supply of the production program, as the determination of the dependent requirements takes place after the release of the production program. The need for action of an evaluation of automotive production programs with regard to security of supply and financial incremental changes in the medium-term view is identified for the first time. The developed qualitative research design addresses the empirical research gap and the identified practical needs. The creation of an extensive database results from expert interviews, a document analysis and process observations at a German automobile manufacturer with an almost unlimited variety of options due to its private and business customer segments. This research approach captures and structures the challenges and requirements of the process-related adoption of an event-oriented evaluation of automotive production programs in the medium-term horizon. The first-time contribution of an application-oriented approach relies on the empirical and practical requirements, it enables a holistic assessment of security of supply to enhance transparency of the process participants via an adoptable process based on an iterative feedback loop.

Various contributions for validation confirm the benefits of the developed solution, such as the review of set requirements and the investigation of a real use case of the automotive industry. The dissertation ends with a critical appraisal of the research design and its elaborated research results to identify future research needs.

## Danksagung

*Die vorliegende Dissertation ist im Rahmen einer Kooperation zwischen dem Lehrstuhl für Unternehmenslogistik der Technischen Universität Dortmund und der Volkswagen AG entstanden. Die anwendungsorientierte Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse in die Praxis ist über das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik in Dortmund als dritten Kooperationspartner ermöglicht worden. Das Zusammenspiel aus kontinuierlicher Verfolgung der anspruchsvollen Forschungsagenda bei gleichzeitiger intensiver Projektarbeit zur Sicherstellung der Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse in die Automobilindustrie hat sowohl eine große Herausforderung als auch gleichzeitig eine sehr lehrreiche Zeit dargestellt. Dafür möchte ich meinen Wegbegleitern Danke sagen.*

*Für die Übernahme der Doktorvaterschaft und eine durchweg hochprofessionelle und engagierte Betreuung möchte ich **Prof. Dr. Michael Henke** danken. Unsere gemeinsame Forschungsarbeit ermöglichte mir den Freiraum eines gleichzeitigen Praxistransfers bei meinem Arbeitgeber Volkswagen Nutzfahrzeuge zur komplementären Verknüpfung wissenschaftlicher und praxisrelevanter Themen der automobilen Unternehmenslogistik. Zu großem Dank bin ich meiner Zweitgutachterin **Prof. Dr.-Ing. Katja Klingebiel** für die stets engagierte und kompetente Betreuung verpflichtet – ich hätte es nicht besser treffen können. Zudem bedanke ich mich für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission bei **Prof. Dr.-Ing. Andreas Brümmer**. Für die Mitgliedschaft in der Prüfungskommission bedanke ich mich bei **Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen**. Meinem Betreuer **Marco Motta** möchte ich ebenfalls für seine Impulse und die fortwährende Unterstützung während meiner Promotionszeit danken.*

*In gleicher Weise wie meinen Betreuern aus der Wissenschaft danke ich auch meinen Kollegen, die sich viel Zeit zur Betreuung und Unterstützung meines Promotionsprogramms genommen haben. Für das mir entgegengebrachte Vertrauen und das Interesse an meiner interdisziplinären Forschungsarbeit bedanke ich mich ganz herzlich bei meinen Vorgesetzten **Dr. Josef Baumert**, **Stefanie Hegels** sowie **Dirk Weibels**. Sie ermöglichten es mir, meine Forschungsmotivation aus der Wissenschaft abzuleiten, sie in der Praxis der deutschen Automobilindustrie zu validieren und einen anwendungsorientierten Beitrag durch die Ableitung der Forschungsergebnisse aus der Praxis auszuarbeiten. Durch Ihre Unterstützung und die mir bereitgestellten Ressourcen konnte die Validierung der Forschungsergebnisse durch eine zukunftsfähige Umsetzung erfolgen, die gleichermaßen als nachhaltige Verankerung in der Praxis Anwendung findet.*

*Meinen direkten Kolleginnen **Gabriela** und **Nikoleta** sowie meinen direkten Kollegen **Martin H.** und **Martin P.** möchte ich für ihr Verständnis, die stetige Motivation und ihre hilfreichen Impulse danken. Bei **Katharina** und **Florian** möchte ich mich für ihr wertvolles Feedback und die ein oder andere Korrekturschleife bedanken. Bei der Implementierung haben mich **Irina**, **Sascha** und **Phillip** stets unterstützt, wofür ich Danke sagen möchte.*

*Auch möchte ich meinen Expert\*innen in den Fachbereichen Vertrieb, Produktion und Logistik, Beschaffung, Finanz und Beschaffung Danke sagen ohne sie namentlich nennen zu können. Besonders wertschätze ich auch die am Arbeitsplatz entstandenen Freundschaften, die immer wieder für eine willkommene Ablenkung, schöne Erlebnisse und unvergessliche Erinnerungen sorgen.*

*Für jahrelange Freundschaft, kontinuierliche Inspiration und eine von Zeit zu Zeit angebrachte Relativierung dessen, was wirklich zählt im Leben, danke ich **Nadja**. Es ist wundervoll, dass wir bereits unser zehnjähriges Jubiläum feiern, obwohl wir uns selten in dem gleichen Land oder geschweige denn auf dem gleichen Kontinent befunden haben. Bei **Jessica** möchte ich mich für ihre ehrliche Freundschaft, für die vielen guten Ratschläge und für die Gewissheit bedanken, dass sie bei Bedarf immer alles stehen und liegen lassen und in den Flieger steigen würde. Bei **Oliver** bedanke ich mich für sein offenes Ohr, seine Geduld und seinen Support bei der Fertigstellung - schlichtweg dafür, mir immer den Rücken freizuhalten. Ich freue mich auf viele weitere Jahre!*

*Ihre unermüdliche Unterstützung beim Feinschliff dieser Dissertation rechne ich meiner Cousine **Catharina** und ihrem Ehemann **Dirk** sehr hoch an. Meiner Oma **Ingeborg** danke ich dafür, mich immer wieder dazu zu inspirieren, Unbekanntem stets neugierig und offen zu begegnen und lebenslanges Lernen zu leben. Meinen Eltern **Ute** und **Turgay** und meinem Bruder **Lennart** danke ich dafür, dass ich mich in jeder Lebenslage auf sie verlassen und immer auf sie zählen kann. Es ist toll, in der Familie auch beste Freunde gefunden zu haben.*

**Lisanne Julia Temur, Januar 2021**





# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>XII</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>XIV</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>XVI</b>
<b>Formelverzeichnis .....</b>	<b>XVII</b>
<b>1 Einführung und Forschungsmotivation .....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage automobiler Programmplanung .....	1
1.2 Herausforderungen und Problemstellung.....	3
1.3 Handlungsbedarf einer ereignisorientierten Programmbewertung .....	12
1.4 Zielsetzung und Vorgehensweise.....	14
<b>2 Grundlagen automobiler Programmplanung .....</b>	<b>17</b>
2.1 Automobile Produktionsnetzwerke und Flexibilisierungspotenziale.....	17
2.1.1 Megatrends in den Ebenen des Wandels und Implikationen.....	17
2.1.2 Partner eines automobilen Produktionsnetzwerks.....	24
2.1.3 Typisierung produzierender Unternehmen.....	28
2.1.4 Flexibilisierungspotenziale durch kapazitative Anpassungen.....	37
2.2 Grundlagen automobiler Geschäftsprozesse .....	44
2.3 Geschäftsprozesse der automobilen Programmplanung .....	49
2.3.1 Produktionsprogrammplanung beim Variantenfertiger.....	50
2.3.2 Auftragsmanagement beim Variantenfertiger .....	53
2.3.3 Sekundärbedarfsermittlung beim Variantenfertiger .....	56
2.4 Historische Entwicklung IT-gestützter Planung .....	61
2.5 Zusammenfassung: Identifikation des Handlungsbedarfs einer prozessualen Neugestaltung der automobilen Programmbewertung .....	66
<b>3 Stand der Forschung und Forschungsdesign .....</b>	<b>69</b>
3.1 Herleitung der Forschungsfragen.....	69
3.2 Stand der Forschung zur Programmbewertung.....	72
3.2.1 Suchbegriffe zur Identifikation relevanter Autoren .....	72
3.2.2 Klassifizierungsmerkmale zur Klassifikation der Literatur .....	76
3.2.3 Ergebnisaufbereitung der systematischen Literaturrecherche.....	79
3.2.4 Implikationen und weiterführender Forschungsbedarf .....	91
3.3 Strukturierung des Forschungsdesigns.....	94

3.4	Instrumentale Ausgestaltung im Forschungsdesign .....	98
3.4.1	Auswahl des Ausgangsmaterials zur Datenerhebung.....	98
3.4.2	Rahmenbedingungen zur Herleitung des Auswertungsverfahrens...	100
3.4.3	Konzeption des Kategoriensystems und des Interviewleitfadens ....	106
3.4.4	Vercodung in der inhaltlichen Strukturierung.....	114
3.4.5	Vercodung in der zusammenfassenden Inhaltsanalyse .....	121
3.4.6	Sicherstellung der Erfüllung qualitativer Gütekriterien .....	126
3.4.7	Grafische Modellierung als Datenaufbereitung zur Validierung .....	132
3.5	Zusammenfassung: Validierung des Handlungsbedarfs durch die systematische Literaturrecherche und Strukturierung des Forschungsdesigns zur Beantwortung der Forschungsfragen .....	135
<b>4</b>	<b>Forschungsergebnisse aus den Experteninterviews .....</b>	<b>137</b>
4.1	Schwachstellen automobiler Programmbewertung.....	138
4.2	Anforderungen zur automobilen Programmbewertung.....	145
4.3	Thematischer Hintergrund und Eingangsgrößen.....	149
4.3.1	Aspekte vertrieblicher Absatzplanung .....	149
4.3.2	Bedarfsermittlung und Produktionsprogrammplanung .....	153
4.3.3	Informationen zu internen und externen Kapazitäten .....	160
4.3.4	Maßnahmen kapazitiver Anpassung der Praxis.....	166
4.4	Zusammenfassung: Erstmalige Erhebung von Schwachstellen und Anforderungen in der Praxis als maßgebliche Eingangsgrößen einer Konzepterstellung.....	169
<b>5</b>	<b>Konzeptentwicklung zur ereignisorientierten Programmbewertung.....</b>	<b>173</b>
5.1	Anforderungsaufbereitung zur Konzeptentwicklung .....	173
5.2	Prozessmodule des modularen Prozessbaukastens .....	178
5.2.1	Prozessmodule der Produktionsprogrammplanung.....	179
5.2.2	Prozessmodule der kapazitiven Baubarkeitsprüfung.....	184
5.2.3	Prozessmodule der Programmbewertung.....	189
5.3	Zusammenfassung: Modularer Prozessbaukasten als Konzept ereignisorientierter Bewertung automobiler Produktionsprogramme.....	192
<b>6</b>	<b>Validierung des modularen Prozessbaukastens.....</b>	<b>195</b>
6.1	Unternommene Ansätze zur Ergebnisvalidierung.....	195
6.2	Workshop-Design zur Konzeptvalidierung.....	198
6.3	Validierung durch prototypische Implementierung .....	202
6.3.1	Kurzvorstellung der Rahmenbedingungen im Anwendungsfall .....	202

---

6.3.2	Prototypische Implementierung im Anwendungsfall.....	204
6.4	Zusammenfassung: Unternommene Ansätze validieren den modularen Prozessbaukasten als entwickeltes Konzept ereignisorientierter Programmbewertung .....	214
<b>7</b>	<b>Kritische Würdigung und weiterführender Forschungsbedarf.....</b>	<b>215</b>
7.1	Zusammenfassung der Forschungsergebnisse .....	215
7.2	Kritische Würdigung und Forschungsbedarf .....	220
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>227</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>.....</b>	<b>265</b>
A1:	Produktionsprogrammplanung beim Variantenfertiger .....	265
A2:	Produktionsbedarfsplanung beim Variantenfertiger.....	266
A3:	Aufbau der leitfadenbasierten Experteninterviews.....	267
A4:	Deduktive Kategorien zur Leitfadenkonzeption.....	268
A5:	Einverständniserklärung zum Interview und der Tonbandaufzeichnung .....	269
A6:	Anschreiben leitfadenbasierter Experteninterviews .....	270
A7:	Übersicht befragter Experten und transkribierter Interviews .....	271
A8:	Klassifizierung von Modellierungsmethoden.....	272
A9:	Ankerbeispiele im Materialdurchlauf der inhaltlichen Strukturierung.....	273
A10:	Ankerbeispiele im Materialdurchlauf der zusammenfassenden Inhaltsanalyse .....	274
A11:	Mögliche grafische Modellierung der Prozessmodule des modularen Prozessbaukastens .....	275
A12:	Nachweis der semantischen Validität durch die grafische Modellierung eines Referenzprozesses als mögliche Anwendung des modularen Prozessbaukastens .....	288

## Abkürzungsverzeichnis

A	Automobilindustrie
AF	Auftragsfertiger
APP	Aggregate Production Planning
APS	Advanced Planning and Scheduling
aT	Arbeitssteam
AT	Auftragsabwicklungsart
ATO	Assemble-to-Order
BOMP	Bill of Material Processor
BV	Berechnungsvorschrift
D	Distribution
DO	dynamische Optimierung
e	Exakt
eEPK	erweiterte ereignisgesteuerte Prozesskette
EPK	ereignisgesteuerte Prozesskette
ERP	Enterprise Resource Planning
ETO	Engineer-to-Order
EUS	Entscheidungsunterstützungssystem
G	Gewerke
GA	gemischt ganzzahlige Modelle
GoM	Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung
GP	Gesamtproduktionskapazität
GUI	Graphical User Interface
GV	Gesamtvolumen
h	Heuristisch
H	Heuristik
HPP	Hierarchical Production Planning
KA	Kundenaufträge
KE	Kapazitäten einzelner Werke
KEP	Kundenauftragsentkopplungspunkt
KRB	Karosseriebau
L	Lieferanten
LA	Lackiererei
LF	Lagerfertiger
LK	Lieferantenkapazitäten
LP	lineare Programmierung
M	Methode der Modellierung
MIP	Mixed Integer Programming

---

MO	Montage
MRP I	Material Requirements Planning
MRP II	Manufacturing Resource Planning
mS	Betrachtung über mehrere Standorte im internen Produktionsnetzwerk
MT	Methodik
MTO	Make-to-Order
MTS	Make-to-Stock
NLP	nichtlineare Programmierung
OEM	Original Equipment Manufacturer
P	Produktion
PG	Produktgruppen
PKW	Personenkraftwagen
PL	Produktionslinien
PLZ	Produktlebenszyklus
PM	Prozessmodul
PMO	Prozessmodellierung
PPA	Produktionsprogrammantrag
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
PZ	Planungsprinzip
RAF	Rahmenauftragsfertiger
S	Simulation
SC	Supply Chain
SCPM	Supply-Chain-Planning-Matrix
SNP	Strategic Network Planning
TE	Teilenummernebene
UML	Unified Modeling Language
V	Vertrieb
VF	Variantenfertiger
W	Wirtschaftlichkeit

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Spannungsfeld erforderlicher Vorplanungsstabilität und -flexibilität.....	2
Abbildung 1-2: Die Supply-Chain-Planning-Matrix [i. A. a. DÖRMER 2013, S. 32] .....	6
Abbildung 1-3: Peitscheneffekt [vgl. BARTHEL 2006, S. 7; PHILIPPSON 1999, S. 2].....	7
Abbildung 1-4: Detaillierungsgrade der Planung [i. A. a. KLUG 2018, S. 418f.] .....	11
Abbildung 1-5: Handlungsbedarf der vorliegenden Dissertation .....	13
Abbildung 1-6: Kapitelstruktur der vorliegenden Dissertation .....	15
Abbildung 2-1: Ebenen des Wandels [vgl. EHRENMANN 2015, S. 100] .....	18
Abbildung 2-2: Supply-Chain-Akteure [i. A. a. BOWERSOX ET AL. 2013, S. 6].....	24
Abbildung 2-3: Entwicklung der Fahrzeugvarianten [vgl. SCHADE ET AL. 2012, S. 137; i. A. a. GÖTZINGER ET AL. 2009] .....	25
Abbildung 2-4: Kooperationsgrade zwischen Automobilhersteller und Zulieferern in der Lieferantenpyramide [i. A. a. WALLENTOWITZ ET AL. 2009, S. 2, 33] .....	26
Abbildung 2-5: Arten der Auftragsabwicklung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 8, i. A. a. WIENDAHL ET AL. 2009, S. 259; HOEKSTRA ET AL. 1992, S. 67] .....	29
Abbildung 2-6: Produktionstypen und Merkmale [i. A. a. SCHUH UND STICH 2012].....	36
Abbildung 2-7: Kapazitätsebenen im Produktionsnetzwerk .....	38
Abbildung 2-8: Sicherheitsbestände durch einen Kapazitätsvorgriff.....	42
Abbildung 2-9: Kapazitätsgrenzen im Zeitverlauf [vgl. HEROLD 2007, S. 38] .....	43
Abbildung 2-10: Arten der Prozessveränderung zur Leistungs- und Ergebnissteigerung [vgl. SEIDLER 2009, S. 84; BOCK 1995, S. 80] .....	47
Abbildung 2-11: Hannoveraner Lieferkettenmodell [vgl. SCHMIDT 2018, S. 68] .....	49
Abbildung 2-12: Entstehung des Absatzprogramms [vgl. SCHMIDT 2018, S. 92].....	50
Abbildung 2-13: Aufgaben der Programmplanung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 89].....	52
Abbildung 2-14: Aufgaben im Auftragsmanagement [vgl. SCHMIDT 2018, S. 104].....	55
Abbildung 2-15: Aufgaben der Sekundärbedarfsermittlung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 112].....	60
Abbildung 2-16: Kernprozesse im Material Requirement Planning [vgl. SCHMIDT 2018, S. 60; ORLICKY 1975, S. 49].....	61
Abbildung 2-17: Kernprozesse im Manufacturing Resource Planning [vgl. SCHMIDT 2018, S. 61; HOPP UND SPEARMAN 2008, S. 140].....	62
Abbildung 2-18: Hauptaufgaben der Produktionsplanung und -steuerung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 63; HACKSTEIN 1989, S. 5].....	63
Abbildung 2-19: Struktur der Aufgabenreferenzsicht [vgl. SCHMIDT 2018, S. 64; vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 21] .....	64
Abbildung 2-20: Historische IT-Entwicklung der Produktionsplanung und -steuerung [i. A. a. HOSSAIN ET AL. 2002, S. 4].....	65
Abbildung 3-1: Identifizierung der Forschungslücke .....	93
Abbildung 3-2: Strukturierung des Forschungsdesigns.....	97

---

Abbildung 3-3: Prozess der Inhaltsanalyse zur Herstellung der Validität im Kategoriensystem [i. A. a. BILANDZIC ET AL. 2001, S. 114].....	102
Abbildung 3-4: Konzipiertes Ablaufmodell im Auswertungsverfahren dieser Dissertation [i. A. a. MAYRING 2015, S. 70, 98, 104].....	105
Abbildung 3-5: Ableitung von Kategorien aus der ersten und zweiten Forschungsfrage.....	107
Abbildung 3-6: Ableitung deduktiver Hauptkategorien .....	113
Abbildung 3-7: Ablaufmodell inhaltlicher Strukturierung im ersten Materialdurchgang [vgl. MAYRING 2015, S. 98, 104].....	114
Abbildung 3-8: Codierungsvorgang in der inhaltlichen Strukturierung.....	117
Abbildung 3-9: Ablaufmodell zusammenfassender Inhaltsanalyse im zweiten Materialdurchgang [vgl. MAYRING 2015, S. 70] .....	121
Abbildung 3-10: Codierungsvorgang in der zusammenfassenden Inhaltsanalyse .....	122
Abbildung 3-11: Einbettung der Forschungsmethoden in das Forschungsdesign.....	135
Abbildung 3-12: Fortschritt der Ausarbeitung in Kapitel 3.....	135
Abbildung 4-1: Ist-Prozess der Praxis zur Bewertung von Programmveränderungen.	139
Abbildung 4-2: Schwachstellen kapazitiver und finanzieller Bewertung.....	144
Abbildung 4-3: Fortschritt der Ausarbeitung in Kapitel 4.....	171
Abbildung 5-1: Visualisierung einer möglichen Prozessmodulreihenfolge .....	178
Abbildung 5-2: Prozessmodule der Produktionsprogrammplanung.....	179
Abbildung 5-3: Prozessmodule der kapazitiven Baubarkeitsprüfung .....	184
Abbildung 5-4: Prozessmodule der Programmbewertung.....	189
Abbildung 5-5: Fortschritt der Ausarbeitung in Kapitel 5.....	193
Abbildung 6-1: Nachweis der Einhaltung definierter Notationsregeln .....	196
Abbildung 6-2: Nachweis der konzerninternen Validierung.....	197
Abbildung 6-3: Konzept prototypischer Umsetzung .....	201
Abbildung 6-4: Personas im Anwendungsfall.....	206
Abbildung 6-5: Zuordnung der Prozessmodule zu den Fachbereichen.....	207
Abbildung 6-6: Prototyp zur Aufbereitung des Produktionsprogramms (PM8) .....	208
Abbildung 6-7: Prototyp zum standortübergreifenden Kapazitätsabgleich (PM11) ....	209
Abbildung 6-8: Prototyp zum detaillierten Abgleich (PM12) für Gewerke.....	209
Abbildung 6-9: Prototyp zum detaillierten Abgleich (PM12) für Montagelinien .....	210
Abbildung 6-10: Kapazitätsgrenzen zur Identifikation restriktiver Kaufteile .....	211
Abbildung 6-11: Prototyp zum detaillierten Abgleich (PM12) für Kaufteile .....	212
Abbildung 6-12: Prototyp für Persona Franzi (PM17; PM18) .....	212
Abbildung 6-13: Fortschritt der Ausarbeitung in Kapitel 6.....	214

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Wandel des allgemeinen Umsystems [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 246]....	23
Tabelle 2-2: Gliederung der unterschiedlichen Bedarfsarten [vgl. KLUG 2010, S. 377; GÜNTHER UND TEMPELMEIER 2016, S. 48].....	27
Tabelle 2-3: Maßnahmen kapazitiver Anpassung des Angebots.....	41
Tabelle 2-4: Anforderungen aus der Literatur an eine konzeptionelle Entwicklung.....	67
Tabelle 3-1: Herleitung der Schlagworte zur Literaturrecherche .....	74
Tabelle 3-2: Zuordnung der Autoren zu Themengebieten.....	75
Tabelle 3-3: Klassifizierungsmerkmale der Kategorie Modellierungsansätze .....	77
Tabelle 3-4: Konzeptmatrix der Autoren im strategischen Horizont .....	81
Tabelle 3-5: Konzeptmatrix der Autoren im taktischen Horizont .....	84
Tabelle 3-6: Konzeptmatrix der Autoren im operativen Horizont .....	86
Tabelle 3-7: Eckdaten geführter Experteninterviews .....	99
Tabelle 3-8: Fachbereichszuordnung befragter Experten.....	100
Tabelle 3-9: Schema für Kategoriendefinitionen [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 40].....	106
Tabelle 3-10: Kategorienvorstellung dK7 .....	107
Tabelle 3-11: Kategorienvorstellung dK8 .....	108
Tabelle 3-12: Kategorienvorstellung dK1 bis dK3.....	109
Tabelle 3-13: Kategorienvorstellung dK4 und dK5 .....	110
Tabelle 3-14: Kategorienvorstellung dK6 .....	111
Tabelle 3-15: Kategorienvorstellung dK9 .....	111
Tabelle 3-16: Kategorienvorstellung dK10 bis dK13.....	112
Tabelle 3-17: Interpretationsregeln [vgl. MAYRING 2015, S. 72] .....	115
Tabelle 3-18: Kategoriensystem nach dem ersten Materialdurchgang.....	120
Tabelle 3-19: Kategoriensystem nach dem zweiten Materialdurchgang.....	125
Tabelle 3-20: EPK-Symbole [i. A. a. KOCH 2015, S. 52; STAUD 2006, S. 66, 80, 312f.; BAUMGARTNER ET AL. (O.J.), S. 6f.] .....	134
Tabelle 4-1: Verteilung der Expertenaussagen im finalen Kategoriensystem.....	137
Tabelle 4-2: Verteilung der Expertenaussagen in dK7a und dK8a .....	141
Tabelle 4-3: Verteilung der Expertenaussagen in dK7b und dK8b.....	145
Tabelle 4-4: Verteilung der Expertenaussagen in dK5 .....	149
Tabelle 4-5: Verteilung der Expertenaussagen in dK6.....	153
Tabelle 4-6: Verteilung der Expertenaussagen in dK9 .....	160
Tabelle 4-7: Verteilung der Expertenaussagen in iK14.....	166
Tabelle 5-1: Aus der Literatur abgeleitete Prozessmodule.....	176
Tabelle 5-2: Prozessbaukasten zur ereignisorientierten Programmbewertung.....	177
Tabelle 6-1: Agenda und Workshop-Design .....	200
Tabelle 6-2: Intervallschrankenverfahren vs. Planaufträge .....	211



---

## Formelverzeichnis

(1) Ermittlung des Gesamtdeckungsbeitrages .....	87
(2) Ermittlung von Preisuntergrenzen.....	89
(3) Veränderung des Gesamtdeckungsbeitrages durch Einbauratenschiebungen .....	89
(4) Veränderung des Gesamtdeckungsbeitrages durch Ausstattungsmerkmale .....	89



# 1 Einführung und Forschungsmotivation

Das erste Kapitel dient der thematischen Herleitung des Betrachtungsgegenstands der vorliegenden Dissertation. Aufbauend auf der Ausgangslage in Praxis und Wissenschaft, dargestellt in Unterkapitel 1.1, erfolgt die Ableitung von Herausforderungen für die automobilen Programmbewertung in Unterkapitel 1.2. Der Handlungsbedarf und die Forschungsmotivation einer prozessualen Neuausrichtung zur ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen in Unterkapitel 1.3 bilden die Basis zur Ableitung der Forschungsfragen in Unterkapitel 1.4.

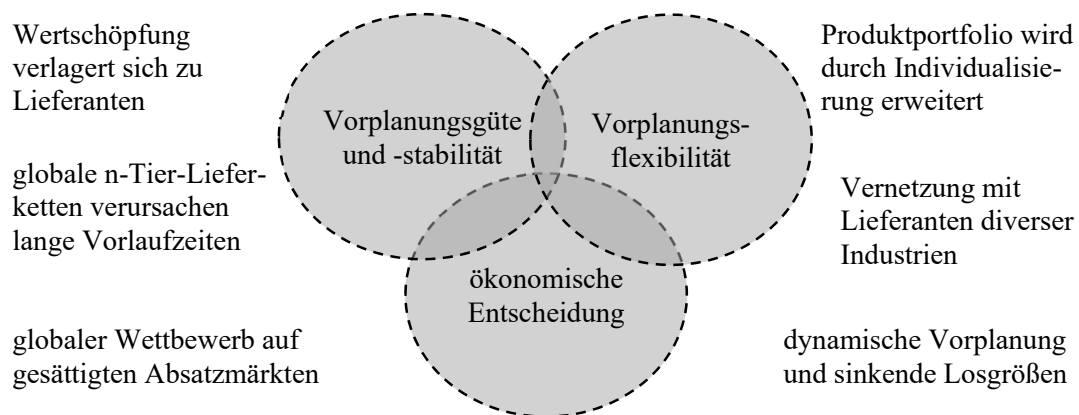
## 1.1 Ausgangslage automobiler Programmplanung

Der Wandel von Produktionsnetzwerken wird durch Megatrends als tiefgreifende soziale, politische, umwelttechnische oder technologische Veränderungen geprägt. Ein Megatrend bildet sich verhältnismäßig langsam heraus, beeinflusst die Aktivitäten, Sichtweisen und Wahrnehmungen von Regierungen, Unternehmen oder Gesellschaften allerdings über Jahrzehnte. Aus den Megatrends entstehen Trends, auf die Unternehmen reagieren müssen [vgl. LIEBETRUTH 2016, S. 14; HORX 2014; NAISBITT 1984].

Strategische Netzwerke in der Automobilindustrie umfassen den Automobilhersteller als fokales Unternehmen sowie Zulieferer, Logistikdienstleister und Händler als vor- und nachgelagerte Stufen im Wertschöpfungsprozess [vgl. HENKE UND KUHN 2017, S. 13]. Als erstausrüstender Montagebetrieb wird ein Automobilhersteller auch als Original Equipment Manufacturer (OEM) bezeichnet [vgl. SCHULTE-HENKE 2008, S. 64]. Die Wertschöpfung verlagert sich zunehmend vom OEM weg in die Liefernetzwerke [vgl. DÖRMER 2013, S. 24-26; KLUG 2010, S. 44]. In den vergangenen 30 Jahren erhöhte sich der Wertschöpfungsanteil der Lieferanten am weltweiten Automobilbau von 56 Prozent im Jahr 1985 auf 85 Prozent im Jahr 2015 [vgl. WONG 2018, S. 2]. Bei einem Fahrzeug der Marken *Volkswagen*, *Audi*, *BMW* oder *Mercedes-Benz* ist die Wahrscheinlichkeit somit hoch, dass das Bremssystem von einem der Oligopolisten *Continental AG*, *Bosch* oder *ZF Friedrichshafen* stammt [vgl. WONG 2018, S. 9]. 2002 stammten durchschnittlich zwei Drittel eines Fahrzeugs nicht mehr vom OEM, welcher die Entwicklung von Antriebskonzepten, die Abwicklung von Branding- und Marketingprozessen und von internationalen Geschäften fokussiert [vgl. WONG 2018, S. 2]. Die abnehmende Fertigungstiefe geht mit dem Anstieg der Abhängigkeit und dem Verlust der Verhandlungsmacht einher [vgl. DÖRMER 2013, S. 24-26]. Die Dynamisierung der Netzwerkstrukturen führt zu einer steigenden Vernetzung mit Lieferanten diverser Industrien und erfordert durch die Interdependenzen der Netzwerkpartner nachhaltige, stabile Geschäftsbeziehungen. Lange Vorlaufzeiten schränken die Netzwerkstrukturen in ihrer Reaktionsfähigkeit zur Bereitstellung von Kapazitäten durch an limitierte Ressourcen gekoppelte Anpassungsmaßnahmen ein [vgl. HENKE UND KUHN 2017, S. 13].

Der globale Wettbewerb auf gesättigten Absatzmärkten löst eine Verschiebung der Aktivitäten in wachstumsstarke Regionen aus [vgl. HENKE UND KUHN 2017, S. 13], da OEMs durch die Sättigung der Stammabsatzmärkte zunehmend auf den Heimvorteil ihrer Stammregionen wie ein etabliertes Markenimage verzichten. Um Nischenmärkte und länderspezifische Anforderungen zu bedienen erweitern OEMs zudem das Produktportfolio [vgl. BECKER 2010, S. 10; GEHR UND HELLINGRATH 2007, S. 8]. Die Automobilindustrie entwickelt sich so durch steigende Individualisierungsansprüche der Endkunden und den globalen Wettbewerb vermehrt zu einer kundenindividuellen Auftragsproduktion. Daraus resultiert eine exponentiell wachsende Produkt- und Variantenvielfalt mit sinkenden Losgrößen pro angebotenen Fahrzeugmodell und den auswählbaren Fahrzeugvarianten. Diese dynamische Vorplanung zeichnet sich durch immer stärkere Fluktuationen im zeitlichen Verlauf des Produktbedarfs aus [vgl. HOFFMANN 2017, S. 9; DÖRMER 2013, S. 2] und erfordert Flexibilität, um auf Marktveränderungen reagieren zu können. Allerdings schränken historisch gewachsene und verfestigte Strukturen bei OEMs Flexibilisierungsbemühungen ein.

Bei den großen Herstellern zeichnet sich in den Modellpaletten ein durchgängiges Variantenspektrum ohne scharfe Grenzen ab [vgl. KLUG 2010, S. 57; PONN UND LINDEMANN 2008, S. 229]. Nicht eindeutig zu beantworten ist beispielsweise, ob das Kombi-Modell eines Stufenheckfahrzeugs ein neues Produkt oder eine neue Variante eines bestehenden Produkts ist [vgl. LIEBLER 2013, S. 46]. Fahrzeugmodelle befinden sich durch die globale Absatzmarktverteilung in verschiedenen Märkten in unterschiedlichen Abschnitten des Produktlebenszyklus [vgl. WILDEMANN 2000, S. 66]. Die steigende Anzahl von Fahrzeugneuanläufen und -ausläufen wird durch den technologischen Fortschritt und den steigenden Technologieanteil in Fahrzeugen hervorgerufen [vgl. RAUBOLD 2011, S. 20] und erfordert Planungsschnelligkeit bei gleichzeitig zunehmender Komplexität von Entwicklungs- und Produktionsprozessen [vgl. GARCIA SANZ ET AL. 2007, S. 3; GÜNTNER 2007, S. 142]. Folglich ist die Automobilindustrie gefordert, dem Spannungsfeld, visualisiert in Abbildung 1-1, mit flexiblen und ereignisorientierten Prozessen zu begegnen.



**Abbildung 1-1:** Spannungsfeld erforderlicher Vorplanungsstabilität und -flexibilität

## 1.2 Herausforderungen und Problemstellung

Der Wettbewerb auf den Absatzmärkten der Automobilindustrie wird zunehmend von der Effizienz der Wertschöpfungsstrukturen [vgl. GARCIA SANZ ET AL. 2007, S. 3] als Wettlauf um eine geeignete Vernetzung von Objekten, Daten und Diensten bestimmt [vgl. ACATECH 2011, S. 13]. Die Steuerung von globalen Produktionsnetzwerken bedarf daher einer hohen Anpassungsfähigkeit und somit einer hohen Transparenz bezüglich des Materialflusses, um Nachfragedynamiken und Risiken im Netzwerk entgegenwirken zu können [vgl. HENKE UND MOTTA 2014, S. 154]. Für eine effiziente Abstimmung der Prozessorganisation muss ein zuverlässiger Informationsaustausch zwischen allen Netzwerkpartnern sichergestellt werden [vgl. HENKE UND KUHN 2017, S. 13].

Automobilentwicklungen sind hochkomplexe Projekte [vgl. NAGEL 2011, S. 1, 174, 234ff.], die von der kontinuierlichen Derivatisierung und Verkürzung der Lebenszyklusstrategien des verarbeitenden Gewerbes beeinflusst werden [vgl. FILLA UND KLINGEBIEL 2014, S. 44; HEGNER 2010, S. 1f., 19f.; ROMBERG ET AL. 2005, S. 10, 15f., 55]. Die zunehmende technische Komplexität von Automobilen und die abnehmende Zeit bis zur Markteinführung führen zu neuen Herausforderungen in Bezug auf die Optimierung der Prozessqualität zur Erreichung strategischer Ziele [vgl. FILLA UND KLINGEBIEL 2014, S. 4; KUHN ET AL. 2002, S. 1, 12]. Die Planung in der automobilen Produktion ist ein systematischer und rationaler Prozess [vgl. HOFFMANN 2017, S. 21; REICHMANN UND LACHNIT 1976, S. 705; WERNER 2013, S. 2] und stellt unter der Berücksichtigung mehrerer Restriktionen die zeitlich-räumliche Festlegung von Transformationsschritten eines Teilbereichs des Produktionsnetzwerks dar [vgl. LIEBLER 2013, S. 22; EVERSHEIM 2002, S. 123]. Die Produktionsplanung plant das Produktionsprogramm, den Produktionsprozess und die Bereitstellung der Produktionsfaktoren [vgl. LIEBLER 2013, S. 22; KERN 1993, S. 14]. Zur Erfüllung der Marktnachfrage wird definiert, welche Produkte in welcher Art und zeitlichen Abfolge mit welchen Ressourcen [vgl. LIEBLER 2013, S. 22] unter Ausschöpfung der Leistungspotenziale übergeordneter Entscheidungsebenen produziert werden [vgl. HOFFMANN 2017, S. 21f.; HERLYN 2012, S. 16; SCHUH UND STICH 2012, S. 907; GÜNTHER UND TEMPELMEIER 2011, S. 145].

Die hierarchische Produktionsplanung verfolgt eine klare Aufgabenteilung auf spezialisierten Planungsebenen, in denen die Planungsergebnisse jeweils restriktiv den Handlungsspielraum für die darunterliegenden Ebenen eingrenzen. Diese Antizipation ist notwendig, sofern eine untere Ebene Rahmenbedingungen aufweist, die die Planung höherer Ebenen einschränkt. Die Bottom-up-Kommunikation der unteren Planungsebenen kommuniziert die Rahmenbedingungen an die darüberliegenden Ebenen und definiert folglich auf jeder Ebene lösbar Planungsprobleme [vgl. HOFFMANN 2017, S. 22; SCHIERENBECK 2003; HAX UND MEAL 1973, S. 3f.; KLEIN UND SCHOLL 2004, S. 224; ARNOLD UND FURMANS 2007, S. 14-16; BOYSEN ET AL. 2007, S. 775f.], da der

Detailierungsgrad der Planung während des Top-Down-Fortschreitens bei gleichzeitiger Reduktion des Handlungsspielraums nachgelagerter Ebenen zunimmt [vgl. HOFFMANN 2017, S. 22; HARRISON UND O'GRADY 1985, S. 608ff.; BUXEY 1989, S. 17f.; REUSCH 2006, S. 28]. Die Konsequenz aus dieser Streuung der Managementaufgaben ist ein komplexer Prozess mit Planungsschritten auf diversen Ebenen, unterschiedlichen Informationsverfügbarkeiten und variierenden Detaillierungsanforderungen [vgl. HOFFMANN 2017, S. 21; HARRISON UND O'GRADY 1985, S. 608f.; MACHARZINA UND WOLF 2017, S. 42ff.; MAC-CARTHY 2006, S. 62; MCKAY UND WIERS 2006, S. 38]. Die hierarchische Produktionsplanung ermöglicht in der variantenreichen<sup>1</sup> und komplexen Automobilindustrie durch die sukzessive Planung über verschiedene Ebenen und Hierarchien ein aktives Einschreiten auf jeder Entscheidungsebene [vgl. HOFFMANN 2017, S. 21f.; HERRMANN 2006, S. 94]. Die Aggregationsebenen erfordern abweichende Vorgehensweisen [vgl. HAX UND MEAL 1973, S. 3f.; HERRMANN 2011, S. 169; HARRISON UND O'GRADY 1985, S. 609f.] und werden im Folgenden erläutert.

Für die Strukturierung der Planungsaufgaben und deren Verknüpfungen untereinander wurde von ROHDE ET AL. (2000) im Kontext der Entwicklung und Einführung des Systems „Advanced Planning and Scheduling“ (APS) eine Planungsmatrix entwickelt. Im Zuge einer zunehmenden Prozessorientierung wurden Softwarelösungen nicht mehr nur vertikal, sondern durch den Einsatz von APS auch horizontal im Unternehmen verankert, womit sich aus der Hierarchiebetrachtung eine Matrix entwickelt. Hierbei werden die Teilnehmer der Supply-Chain (SC) eingebunden, sodass das Referenzmodell als Supply-Chain-Planning-Matrix (SCPM) bezeichnet wird [vgl. WITTEK 2013, S. 65; ROHDE ET AL. 2000, S. 10]. DÖRMER (2013) baut auf der Planungsmatrix nach ROHDE ET AL. (2000) auf, weswegen im Rahmen der Dissertation die SCPM nach DÖRMER (2013) für eine erste thematische Einordnung verwendet wird. Die Einteilung der Planungsaufgaben erfolgt in der SCPM auf vertikaler Ebene in drei Planungshorizonte und auf horizontaler Ebene in die spezifischen Verantwortlichkeiten der Fachbereiche Beschaffung, Produktion, Distribution und Vertrieb [vgl. ROHDE ET AL. 2000, S. 10; FLEISCHMANN ET AL. 2015, S. 77; DÖRMER 2013, S. 31; SCHUH UND STICH 2012, S. 75f.].

Die strategische Netzwerkplanung überspannt die Matrix horizontal [vgl. WITTEK 2013, S. 63] und betrachtet die unternehmensübergreifende Gestaltung des Wertschöpfungs-systems. Strategische Standortentscheidungen lokalisieren Beschaffungs- und Distributionszentren und verteilen die zu produzierenden Fahrzeugvolumina auf die Standorte [vgl. DÖRMER 2013, S. 32f.; KLUG 2010, S. 371; GÜNTHER UND TEMPELMEIER 2016, S. 63]. Ausgehend von Absatzprognosen werden zudem die zu produzierenden

---

<sup>1</sup> Ein variantenreiches Produkt ist die Aggregation einer großen Menge an unterscheidbaren Erzeugnissen, die aufgrund struktureller Ähnlichkeit zusammengefasst werden. Theoretisch sind bis zu  $10^{32}$  Varianten wählbar, wovon mehrere Tausend bestellt werden [vgl. MEYR 2004, S. 447]. Daher sind die Datenmengen zur Variantenverwaltung mit etablierten IT-Methoden nicht beherrschbar [vgl. LIEBLER 2013, S. 22].

Fahrzeuge nach Art, Menge und Termin in einem Planungszeitraum von ein bis fünf Jahren festgelegt [vgl. ZÄPFEL 1996, S. 56]. Die Erstellung der Absatzplanung für Produktgruppen erfolgt i. d. R. quartalsweise. Auf der Basis von aktuellen Informationen über den Fahrzeugmarkt und historischen Auftragseingänge analysiert und quantifiziert der Vertrieb das Absatzpotenzial der Märkte [vgl. BARTHEL 2006, S. 17; HEROLD 2005, S. 30; SCHEER 1998, S. 97]. Die generierten Zahlen beziehen sich auf das Marktvolumen pro Modellreihe und Land. Sie bilden die Grundlage für die Management-Budgetplanung und eine realistisch-optimistische Szenariovorgabe für die Anzahl der zu produzierenden und zu verkaufenden Fahrzeuge in der Budgetplanung [vgl. MEYR 2004, S. 453; STÄBLEIN 2007, S. 35]. Problematisch ist die Auswahl eines geeigneten Prognosesystems, da es vor dem Hintergrund der steigenden Komplexität eine Vielzahl von dynamischen Einflusskriterien berücksichtigen muss [vgl. ZERNECHEL 2007, S. 370]. Die Planungsbasisinformationen der langfristigen Produktionsplanung entstammen strategischen Entscheidungsprozessen, die als Vorgaben in die mittelfristige Produktionsplanung zur weiterführenden Detaillierung eingehen. Die antizipierte Marktnachfrage liegt nicht konkret vor und unterliegt einer gewissen Volatilität. Zusätzlich lässt das Risiko von kurzfristig auftauchenden Diskontinuitäten in der Materialversorgung eine deterministische Planung ungeeignet erscheinen [vgl. LIEBLER 2013, S. 29].

Die aggregierte Produktionsprogrammplanung plant Beschaffungs-, Produktions- und Transportmengen sowie Kapazitätsanpassungen entlang der SC [vgl. ROHDE ET AL. 2000, S. 10]. Die zumeist sachliche und in zeitlicher Hinsicht stark aggregierte Betrachtung erfolgt aus Gründen der Komplexitätsreduktion und der vorherrschenden Prognosegüte [vgl. DÖRMER 2013, S. 34; VOLLING 2009, S. 60]. Die produktionsstandortübergreifende Ermittlung von aufeinander abgestimmten Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsplänen unter Berücksichtigung der erwarteten Nachfrage [vgl. DÖRMER 2013, S. 34; VOLLING 2009, S. 59] erfolgt als rollierende Planung mit wöchentlichen Perioden für den mittelfristigen Horizont. Das Ergebnis ist eine nach Wochen aufgeschlüsselte, standort-spezifische Produktionsvorgabe für die Produktgruppen [vgl. DÖRMER 2013, S. 34].

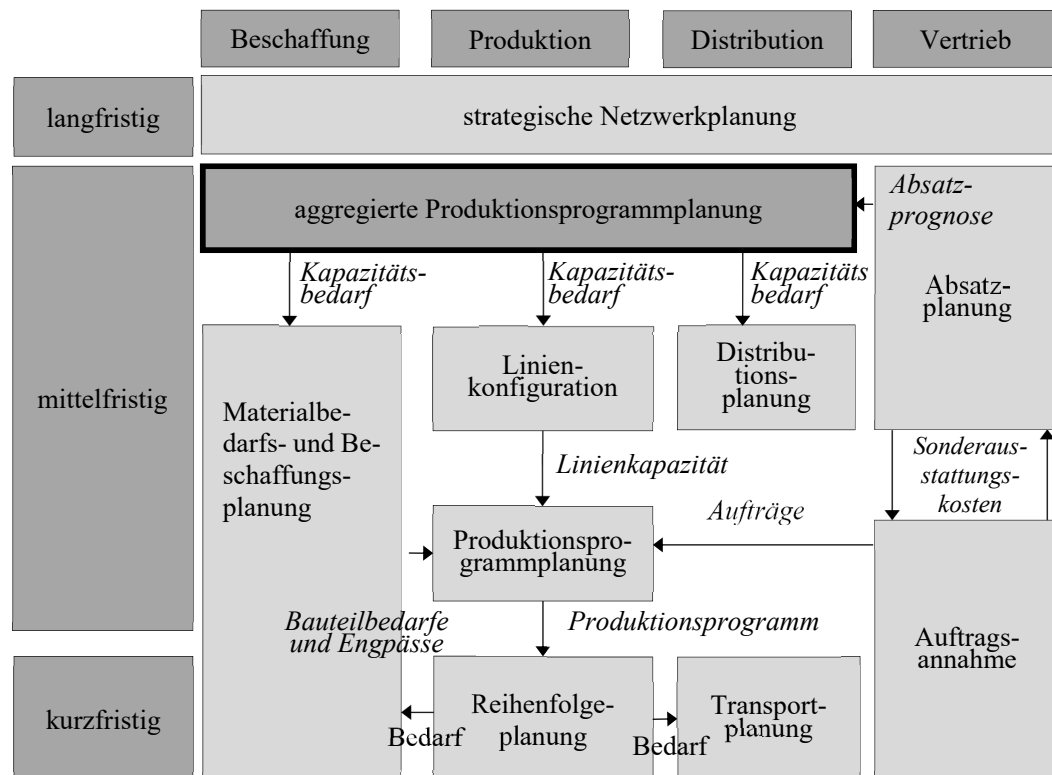
Die Produktionsprogrammplanung plant die Art und Menge der zu fertigenden Produktgruppen je Zeitintervall auf einem aggregierten Niveau [vgl. BOYSEN ET AL. 2007, S. 782-784; MEYR 2004, S. 447-470; MATZKE 2016, S. 288; SCHUH UND STICH 2012, S. 907] mit dem Ziel einer bedarfsgerechten Planung von produzierbaren und absetzbaren Fahrzeugmengen [vgl. BARTHEL 2006, S. 17ff.]. Aufgrund von strategischen Planungsunsicherheiten und -unschärfen sowie der Vielzahl an Ausstattungsvarianten<sup>2</sup> werden nur die wichtigsten Fahrzeugspezifikationen geschätzt und in das Produktionsprogramm eingebracht [vgl. HEROLD 2005, S. 33]. Die Planung wird mit einem Planungshorizont von ein bis zwei Jahren termingesteuert in wöchentlichen oder

---

<sup>2</sup> Ausstattungsmerkmale und Fahrzeugeigenschaften werden in dieser Dissertation synonym verwendet.

monatlichen Intervallen angestoßen [vgl. PIL UND HOLWEG 2004, S. 25]. Da eingegangene Kundenaufträge des Auftragspools bestimmten Perioden des fixen Produktionsprogramms zugeordnet werden, basiert die Produktionsprogrammplanung im Gegensatz zur prognosebasierten aggregierten Produktionsprogrammplanung auf Kundenaufträgen [vgl. DÖRMER 2013, S. 36].

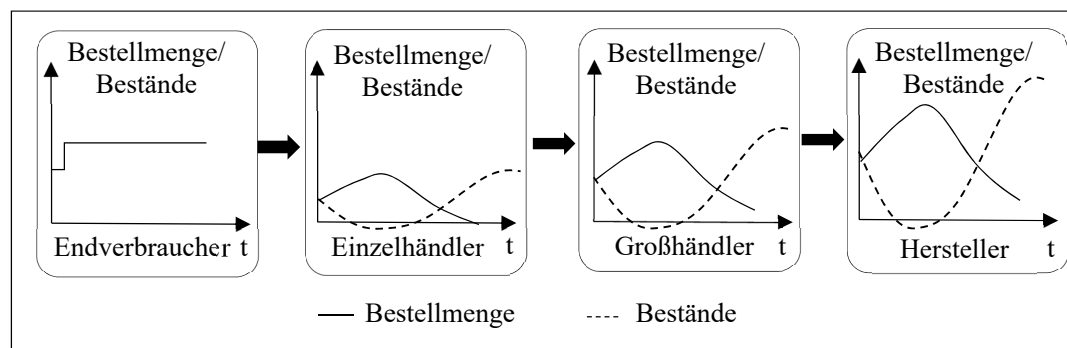
Aus dem Produktionsprogramm leitet sich der Produktionsplan mit der Reihenfolgeplanung ab [vgl. SCHMIDT 2018, S. 89f.]. Hierbei werden wöchentlich die Absatzvolumina in Produktionsvolumina umgewandelt und auf die Fertigungslinien verteilt [vgl. ALICKE 2005, S. 44ff.; WAGNER 2006, S. 81]. Der Produktionsplan umfasst die konkreten Produktionsaufträge nach Art, Menge und Termin und wird auf Ebene der Produkte, Produktvarianten, Baugruppen und Einzelteile erstellt und regelmäßig aktualisiert [vgl. SCHMIDT 2018, S. 90]. Die eingeplanten Aufträge werden an die Produktion übergeben. Nach Abschluss jeder Periode erfolgt eine revolvierende Neuplanung für die darauffolgende Periode [vgl. CHUNG UND KRAJEWSKI 1984, S. 390; GÜNTHER UND TEMPELMEIER 2011, S. 140ff.; SOARES UND VIEIRA 2009, S. 550; DÖRMER 2013; KURBEL 2003; GRINNINGER 2012, S. 12; VOLLING 2009, S. 441; MARION 1994, S. 38; BOYSEN ET AL. 2007, S. 777; KISTNER UND STEVEN 1993, S. 19; DAS ET AL. 2000, S. 1625f.]. Standortsspezifische Produktionsbedingungen wie Schichtpläne, Werksferien und Feiertage finden hierbei Berücksichtigung [vgl. KLUG 2010, S. 373]. Abbildung 1-2 zeigt die SCPM nach DÖRMER (2013).



**Abbildung 1-2:** Die Supply-Chain-Planning-Matrix [i. A. a. DÖRMER 2013, S. 32]



Eine Folge der Variantenvielfalt sind schwankende Ressourcenbedarfe, in der Praxis auch „Peitscheneffekt“ oder „Bullwhip-Effekt“ genannt [vgl. BARTHEL 2006, S. 6; KUHN UND HELLINGRATH 2002, S. 17; PHILIPPSON 1999, S. 2]. Damit ist gemeint, dass sich bereits kleine Veränderungen seitens des Endverbrauchers über die Lieferkette aufschaukeln [vgl. BARTHEL 2006, S. 7]. Durch Überlagerungen mehrerer Effekte ist der Verlauf des Peitscheneffektes nicht genau vorhersehbar. Die Ursachen des Peitscheneffektes sind vielfältig und wurden empirisch in mehreren Wertschöpfungsketten nachgewiesen [vgl. KUHN UND HELLINGRATH 2002, S. 17-20]. Die Ursachen sind beispielsweise der verzögerte Informationsfluss in Lieferketten zwischen Übermittlung und Verarbeitung von Auftragsinformationen und der Produktfertigung und -auslieferung sowie das Bestellen in aufgerundeten vollen Losgrößen [vgl. BARTHEL 2006, S. 7]. Neben fremdinduzierten Nachfrageschwankungen, verursacht durch die Verbraucher, werden Schwankungen auch durch etablierte Geschäftsprozesse der Einzelunternehmen in der Lieferkette als selbstinduzierte Nachfrageschwankungen hervorgerufen [vgl. BARTHEL 2006, S. 6f.; GLEICH 2002, S. 17]. Die internen Ursachen für selbstinduzierte Nachfrageschwankungen entspringen der Primär- und Sekundärbedarfsplanung. Da die notwendigen Informationen nicht ausgetauscht werden, kann die Vielfältigkeit der Geschäftsprozesse durch die eingesetzten Prognoseverfahren, die Kundenauftragsverwaltung oder voneinander getrennte IT-Systemwelten Schwankungen in den Primärbedarfen hervorrufen. Die durch die Variantenvielfalt herausfordernde Primärbedarfsprognose kann Prognosefehler auf die Sekundärbedarfsprognose übertragen [vgl. ALTENDORFER ET AL. 2016, S. 3733]. Zudem erfordern falsche Bestandsgrößen und Mängel bei der Datendefinition wie inhaltliche Stücklistenfehler oder ein nicht gemeldeter Ausschuss eine kurzfristige Nachbestellung von zur Produktherstellung benötigter Ressourcen [vgl. BARTHEL 2006, S. 8f.]. Der „Burbidge-Effekt“ befasst sich mit den nicht synchronisierten Bestellperioden der Partner in der Lieferkette [vgl. BURBIDGE 1996]. Ein kontinuierlicher Bestellprozess über die Kette ist nicht gewährleistet, da Lieferungen in Richtung des Kunden häufiger stattfinden als Waren aus den Lieferketten bezogen werden. Folglich sind Sicherheitsbestände beim Lieferanten erhöht [vgl. BARTHEL 2006, S. 7]. Abbildung 1-3 zeigt den Peitscheneffekt.



**Abbildung 1-3:** Peitscheneffekt [vgl. BARTHEL 2006, S. 7; PHILIPPSON 1999, S. 2]

Diese Nachfrageverschiebungen führen zu Anpassungen im Produktionsprogramm und verändern die Einbauquoten von Ausstattungen in den Fahrzeugen. In jährlich wiederkehrenden Planungsrunden ermittelt beispielsweise *Volkswagen* für einen Zeitraum von fünf Jahren die aus der Unternehmensstrategie abgeleiteten operativen Zielgrößen. Hierfür wird unter anderem das Portfolio hinsichtlich Volumen und Fahrzeugmodellmix sowie der wichtigsten Fahrzeugausstattungen wie Motorisierung, Getriebe, Farben etc. in ihrer Verteilung auf die Märkte geschätzt und für den Konzern kumuliert. Diese Grobplanung bildet die Grundlage für die kapazitative Planung und Realisierung erforderlicher Kapazitätsinvestitionen [vgl. HEROLD 2007, S. 22f.].

Die erste Aktivität innerhalb des sich monatlich wiederholenden Prozesses der operativen Vertriebs- und Produktionsprogrammplanung ist das Sales-Meeting. Hier entscheidet der Vertrieb, welche Modelle mit welchen Mengen auf welchen Märkten, verteilt über einen Zeitraum von bis zu 18 Monaten verkauft werden sollen [vgl. HEROLD 2007, S. 23]. Der Vertrieb koordiniert durch den Verkauf über Händler bzw. Importeure die Absatzpotenziale basierend auf Gesamtmarktprognosen, geplanten Marktanteilen, Auslieferungen an Kunden, Verkaufs- und Produktionszahlen sowie Lagerbeständen, vorhandenen Auftragseingangsdaten und der Einschätzung der Marktsituation durch die Händler und Importeure der jeweiligen Vertriebsregionen. Der große zeitliche Abstand zwischen der Vertriebsplanung und der Produktion der Fahrzeuge nach Kundenaufträgen, die erst ca. acht Wochen später eingehen, erfordert eine hohe Prognosegenauigkeit hinsichtlich des Auftragseingangsvolumens, des Zeitpunkts, des Fahrzeugmodellmix und der dahinterstehenden Ausstattungsmerkmale der Fahrzeuge [vgl. HEROLD 2007, S. 30].

Neun Wochen vor dem Einsatz von neuen oder wesentlich veränderten Produkten als Modellwechsel erteilt der Technische Programmplanungsausschuss bei Serienreife die Freigabe der Einplanung in das Produktionsprogramm [vgl. HEROLD 2007, S. 24]. Fahrzeuge werden permanent technisch verändert, beispielsweise durch gesetzliche Vorschriften wie Abgasverordnungen und Sicherheitsvorschriften. Die Veränderungen sind mit einem hohen administrativen und technischen Steuerungsaufwand verbunden, da neue Kauf- oder Herstellteile definiert, Kaufteile ausgeschrieben und Lieferanten ausgewählt werden müssen. Fertigungseinrichtungen werden für Herstellteile beschaffen. Die Herstell- und Kaufteile sind zu bemustern und erst dann für den Einsatz im Fahrzeug freizugeben, wenn die Qualität ausreichend abgesichert ist [vgl. HEROLD 2007, S. 40]. Hierbei determiniert die Kapazität einer Wirtschaftseinheit den maximalen Leistungsfluss einer Ressource in einer Zeiteinheit. Analog dazu legt der Bedarf die quantifizierte Notwendigkeit einer zweckorientiert eingesetzten Ressource fest [vgl. LIEBLER 2013, S. 13].

Unter Berücksichtigung der Anträge aus dem Sales-Meeting, den Entscheidungen des Technischen Programmplanungsausschusses zur Einplanungsfreigabe und dem Bedarfs-Kapazitätsabgleich erarbeitet der Konzern monatlich sechs Wochen vor dem Einsatztermin ein Konzern-Produktionsprogramm für einen Zeitraum von bis zu 18 Monaten. Auf

Basis dieses Vorschlags entscheidet der Programmvorstand das Produktionsprogramm. Die Vorstände der Marken planen und entscheiden markenintern die Programme unter Berücksichtigung der Konzernvorgaben [vgl. HEROLD 2007, S. 24, 43].

Die Bedarfsermittlung nimmt mit der Nähe zum Bedarfszeitpunkt an Genauigkeit zu [vgl. HEROLD 2007, S. 72]. Wöchentlich wird der Bedarf auf Basis des aktuellen Monatsprogramms für einen Zeitraum von sechs Monaten ermittelt, wobei revolvierend das neu eingeplante Wochenprogramm die Woche aus dem Monatsprogramm ersetzt. Die Liefervorschau wird dann in einer Liefereinteilung oder in Form von Direktabrufen konkretisiert. Täglich wird auf Basis der rollierenden Rohbauauftragsplanung für einen Zeitraum von maximal drei Wochen der Bedarf für die aktualisierte Tagesproduktion neu ermittelt und in Form eines Fein- oder Direktabrufs an die Lieferanten übermittelt. Sequenzgesteuerte Module oder Teile werden darüber hinaus mehrmals täglich in der beim Einlauf in die Montage festgelegten und nicht mehr veränderbaren Reihenfolge beim Lieferanten zur Bereitstellung am Einbaupunkt abgerufen. Die Bereitstellungszeit beträgt hier i. d. R. wenige Stunden. Der prozessuale Ablauf innerhalb der Literatur von der Vertriebsprognose zum Endprodukt nach SCHMIDT (2018) und SCHUH UND STICH (2012) deckt sich mit dem aufgezeigten Dilemma der zur Produktionsprogrammfreigabe nachgelagerten kapazitiven Detailprüfung für Kauf- und Herstellteile [vgl. SCHMIDT 2018, S. 89; SCHUH UND STICH 2012, S. 175]. Über die Märkte und Rahmenverträge erfolgt eine Identifikation der Nachfrageentwicklung, die über die Absatzplanung in ein Absatzprogramm umgewandelt wird. Der Netto-Primärbedarf kann als erster Produktionsprogrammwurf verstanden werden. Dieser wird auf grober Ebene über die langfristige auftragsanonyme Ressourcengrobplanung mit den Kapazitäten abgeglichen. Für eine kapazitative Detailprüfung bei Kauf- und Herstellteilen sowie Behältern ist eine Sekundärbedarfsermittlung notwendig, die der Umwandlung der Eigenschaften im Programmantrag in Teilenummern dient, die für einen Kapazitätsabgleich herangezogen werden können [vgl. SCHMIDT 2018, S. 112; SCHUH UND STICH 2012, S. 175].

Die Verschiebung des Kapazitätsbedarfs wirkt sich durch die Verlagerung der Wertschöpfungstiefe nicht nur auf die Kapazitäten beim OEM, sondern auch auf seine Lieferanten aus [vgl. MEYR 2004, S. 349; WANNENWETSCH 2014, S. 2]. Um die Versorgungssicherheit beim OEM sicherzustellen, müssen die Verschiebungen frühzeitig im Rahmen einer Bedarfs- und Kapazitätsplanung abgestimmt werden [vgl. HEROLD 2005, S. 33; KLUG 2018, S. 420]. In einer global aufgestellten Wertschöpfungskette ist eine zeitlich ausreichend vorgelagerte Prüfung von zentraler Bedeutung, um Kapazitäten bedarfsgerecht aufzulassen und Engpässe zu vermeiden, die im operativen Tagesgeschäft kostenintensive Sondermaßnahmen oder einen Produktionsstillstand verursachen [vgl. ASKAR 2008, S. 1]. Zusammenfassend dienen vorgegebene Rhythmen bei der Programmplanung der Umsetzbarkeit von Vertriebs- bzw. Kundenbedarfen in kapazitativ abgesicherten Fahrzeugprogrammen [vgl. KLUG 2010, S. 417; ZERNECHEL 2007, S. 369].

Diese termingesteuerten Prozesse bringen eine unnötige Verzögerung in die Kapazitätsplanung und -prüfung identifizierter Nachfrageverschiebungen, da sie zeitverzögert Eingang in die Entscheidungsprozesse finden. Ein hoher zeitlicher und organisatorischer Aufwand bei der Überarbeitung von bestehenden Planungen macht ein kritisches Hinterfragen von Ergebnissen für die planenden Instanzen unattraktiv und führt zu einer geringen Flexibilität im Planungsprozess [vgl. LIEBLER 2013, S. 41f.]. Die Beschreibungsparameter der Kapazitätserweiterungsmaßnahmen lassen sich nach anfallenden Kosten, nach zeitlichen Kriterien sowie nach Aspekten des zu erbringenden Umfangs von zusätzlichen Kapazitäten klassifizieren [vgl. MORAWETZ UND SIHN 2012, S. 23]. Demnach sind diese Beschreibungsparameter [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 113]:

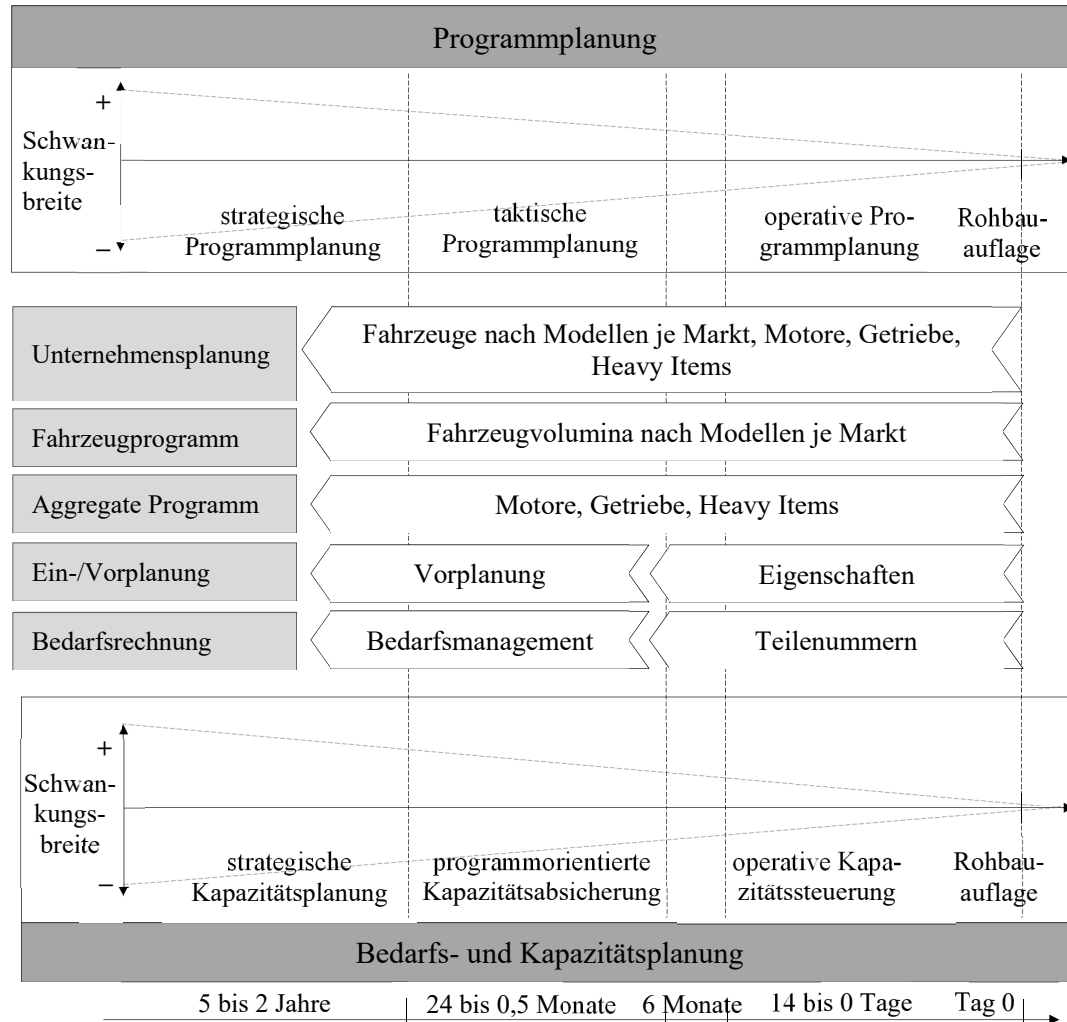
1. die Maßnahmen zur Kapazitätsanpassung
2. die Menge der durch die Maßnahme entstehenden zusätzlichen Kapazitäten
3. der Zeitpunkt, zu dem die Maßnahmen ergriffen werden

Der Umfang von Maßnahmen kann in absoluten Kapazitätseinheiten oder relativ zur Gesamt- oder Basiskapazität ausgedrückt werden. Absolute Einheiten der Kapazitätsveränderungen sind sinnvoll, wenn der Beitrag der zu ergreifenden Maßnahme unabhängig von der Gesamtkapazität oder anderen Kapazitätsveränderungen ist. Maßnahmen, die in Kombination mit anderen Maßnahmen eine höhere Wirkung entfalten, sind relativ zur Gesamtkapazität zu messen [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 111]. Durch eine Maßnahme können maximal und minimal mögliche zusätzliche Kapazitäten aus technologischen, rechtlichen oder organisatorischen Gegebenheiten entstehen, die berücksichtigt werden müssen [vgl. MORAWETZ UND SIHN 2012, S. 23; SILLEKENS ET AL. 2011, S. 5059]. Rechtlich ist beispielsweise die festgelegte Überstundenanzahl pro Mitarbeiter und technisch die Kapazitätsanpassung durch eine Taktzeitveränderung vorgegeben. Zudem können organisatorische Limitationen die Zuführung von Personal betreffen [vgl. ASKAR ET AL. 2007, S. 240].

Maßnahmen benötigen eine individuell variierende Vorlaufzeit, bevor sie in Kraft treten. So unterscheidet sich die Vorlaufzeit im Rekrutierungsprozess neuer Mitarbeiter von der Anschaffungsdauer eines Werkzeugs. Auch innerhalb der Maßnahmen treten Unterschiede auf. Zudem kann eine minimale oder maximale Nutzbarkeitsdauer von Maßnahmen vorgegeben sein. Ein Beispiel ist die personelle Zuführung von Leiharbeitern [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 65]. Manche Maßnahmen benötigen nach ihrer Anwendung eine Wiederherstellungszeit, wie die minimale Periodenanzahl, die zwischen zwei Veränderungen der Taktrate liegen muss [vgl. MORAWETZ UND SIHN 2012, S. 23; ASKAR ET AL. 2007, S. 242].

Der mittelfristige Betrachtungshorizont hat den Vorteil, viele Anpassungsmaßnahmen nutzen zu können, ohne erhebliche Einschnitte in der Planungsgüte hinzunehmen, wie es im langfristigen Planungshorizont der Fall wäre. Allerdings findet in der Literatur

mittelfristig keine Rückkopplung statt, ob die Maßnahmen in einem wirtschaftlichen Verhältnis stehen [vgl. DÖRMER 2013, S. 32]. Dies liegt an den unterschiedlichen Detaillierungsgraden der Programmplanung und Bedarfs- und Kapazitätsplanung im Zeitverlauf, wie Abbildung 1-4 verdeutlicht.



**Abbildung 1-4:** Detaillierungsgrade der Planung [i. A. a. KLUG 2018, S. 418f.]

Zusammenfassend erschwert die zeitlich verzögerte Umrechnung der Primär- in Sekundärbedarfe eine schnelle und detaillierte Kapazitätsprüfung im externen Lieferantennetzwerk, da die Primärbedarfe auf Eigenschaftsebene das Resultat des einmonatigen Programmplanungsprozesses darstellen und der Programmfreigabe nachgelagert sind. Eine Konsequenz der manuellen Entscheidungsfindung ist, dass das Variantenspektrum nicht geprüft werden kann und unzureichende Kapazitäten erst nach der Programmfreigabe identifiziert werden können. Die mangelnde Integration der kapazitiven und monetären Detailbewertung birgt die Herausforderung, dass komplexe Entscheidungen in der Praxis vornehmlich auf Basis des Erfahrungswissens der Entscheidungsträger getroffen werden.

### 1.3 Handlungsbedarf einer ereignisorientierten Programmbewertung

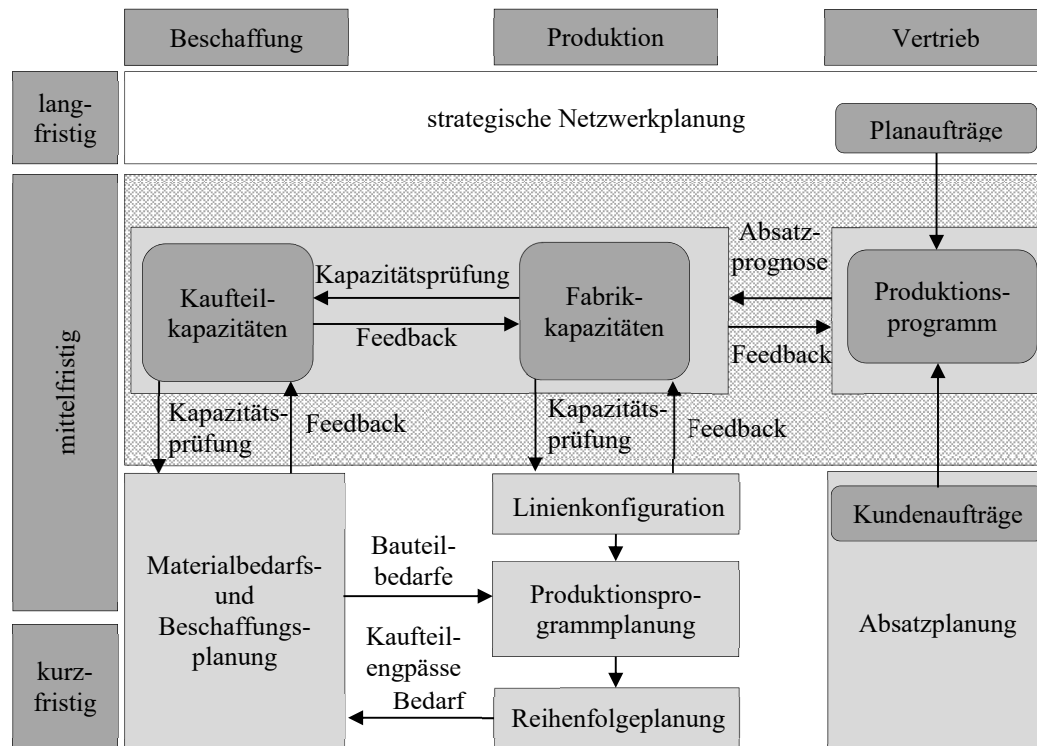
Der einmonatige, sequentielle Prozess nimmt dem Automobilhersteller jede Möglichkeit, zeitnah auf Ereignisse reagieren zu können. Traditionell sind beispielsweise regional beschränkte Absatzschwankungen oder interne Produktionsausfälle zu nennen. Durch die globale Vernetzung erschüttern aber auch den gesamten Globus betreffende Ereignisse dynamisch die Produktions- und Absatzsituation diverser Branchen. Zudem hängt der automobiler Wettbewerb zunehmend von der Effizienz der Wertschöpfungsstrukturen ab [vgl. GARCIA SANZ ET AL. 2007, S. 3], weswegen Agilität und Geschwindigkeit einen Wettbewerbsvorteil darstellen. Insbesondere bei einem global aufgestellten Produktionsnetzwerk, einem dynamischen Marktumfeld und vielschichtigen Lieferketten könnte ein Konzept zur ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung von Produktionsprogrammen eine schnelle Entscheidungsfindung bei dynamischen Ereignissen deutlich erleichtern. Eine theoretische Grundlage hierfür fehlt bisher.

Eine Orientierung der Organisation nach Prozessen, Services oder Produkten führt zu einer Flexibilitätssteigerung im Hinblick auf die Reaktionsfähigkeit bei wechselnden Kunden- und Marktbedürfnissen [vgl. MERZ 2016, S. 107; TEN HOMPEL UND HENKE 2014, S. 622]. Wenn die zentralen Prozesse, Strukturen und Ressourcen der Planung und Steuerung aufgebrochen und auf mehr Dezentralität, Agilität und damit Geschwindigkeit ausgerichtet werden [vgl. GEHRKE 2017, S. 56; TEN HOMPEL UND HENKE 2014, S. 622], bringt dies auch für die Produktionsprogrammplanung eine Flexibilitätssteigerung. In der Produktion existieren Philosophien mit langen und ausgereiften Planungsprozessen, die zu einer Philosophie mit bewusster Experimentierfreudigkeit und Offenheit zur Unterstützung der Entstehung von digitalen Innovationen hin entwickelt werden müssen [vgl. GEHRKE 2017, S. 66; PICCININI ET AL. 2015, S. 11 ff.; LISCHKA 2011, S. 24 ff.; TEN HOMPEL UND HENKE 2014, S. 623].

Die sequentielle Programmplanung bietet für Verbesserungen der ökonomischen Entscheidungsfindung folglich einen großen Hebel. Ein wichtiges Instrument, schnell und flexibel auf Marktveränderungen reagieren zu können, stellt somit die zeitnahe Prüfung von Kapazitäten und Anpassungsmaßnahmen im Liefernetzwerk und im internen Produktionsnetzwerk des Automobilherstellers dar. Eine formale Erhebung der entsprechenden Maßnahmen ist in der Literatur auffindbar. Allerdings fehlt bislang eine entsprechende Validierung auf Vollständigkeit und Anwendbarkeit in der Praxis. Eine Identifikation von Schwachstellen und Anforderungen der Literatur und der Praxis an ein Konzept ereignisorientierter Programmbewertung kann einen ersten Schritt zur Entscheidungsfindung darstellen, um eine literaturbasierte und zugleich anwenderorientierte Konzeptgestaltung zu ermöglichen.

Durch die Loslösung der Absatzplanung in Wissenschaft und Praxis ist eine Ermittlung der Sekundärbedarfe zur detaillierten Kapazitätsprüfung und inkrementellen finanziellen Bewertung nicht möglich. Um an Planungsgeschwindigkeit zu gewinnen und den Handlungsspielraum zu vergrößern, muss der sequentielle Prüfungsrhythmus durch eine ereignisorientierte Bewertung abgelöst werden. Der identifizierte Handlungsbedarf beschreibt die Notwendigkeit einer Integration der vertrieblichen Absatzplanung in die aggregierte Programmplanung. Einerseits kann dies einen iterativen Rückkopplungsprozess zwischen den prognostizierten Vertriebsbedarfen, den externen Kapazitäten der Lieferketten sowie den internen Kapazitäten der Fabrikstandorte des OEM ermöglichen. Zudem trägt diese ereignisorientierte Kapazitätsprüfung der volatilen Dynamik auf den Absatzmärkten Rechnung, indem frühzeitig Maßnahmen für eine kapazitative Anpassung identifiziert und eingeleitet werden können. Die daraus resultierende Vorplanungsflexibilität kann es dem OEM ermöglichen, flexibel auf externe Einflüsse zu reagieren. Zudem kann die ereignisorientierte Initiierung eine monetäre Bewertung der Auswirkungen der Marktdynamiken auf die finanzielle Situation des Unternehmens ermöglichen. Dieser Aspekt darf vor dem Hintergrund der steigenden Preissensitivität der Endkunden und der steigenden Wettbewerbsintensität am Markt mit neuen Anbietern und Produkten nicht unberücksichtigt bleiben.

Abbildung 1-5 verdeutlicht den identifizierten Handlungsbedarf einer ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme im mittelfristigen Zeithorizont für die variantenreiche Serienfertigung.



**Abbildung 1-5:** Handlungsbedarf der vorliegenden Dissertation

## 1.4 Zielsetzung und Vorgehensweise

Die Forschungsaufgabe besteht in der anwendungsorientierten Konzeptentwicklung eines ereignisorientiert initiierten Programmbewertungsprozesses zur kapazitativen und finanziellen Prüfung für variantenreiche Serienprodukte. Basierend auf der Motivation wird die Forschungsfrage dieser Dissertation hergeleitet:

*Wie muss ein auf den Prozessen automobiler Produktionsprogrammplanung beruhendes Konzept ausgestaltet sein, das im mittelfristigen Horizont für variantenreiche Serienprodukte eine ereignisorientierte Bewertung von Produktionsprogrammen ermöglicht?*

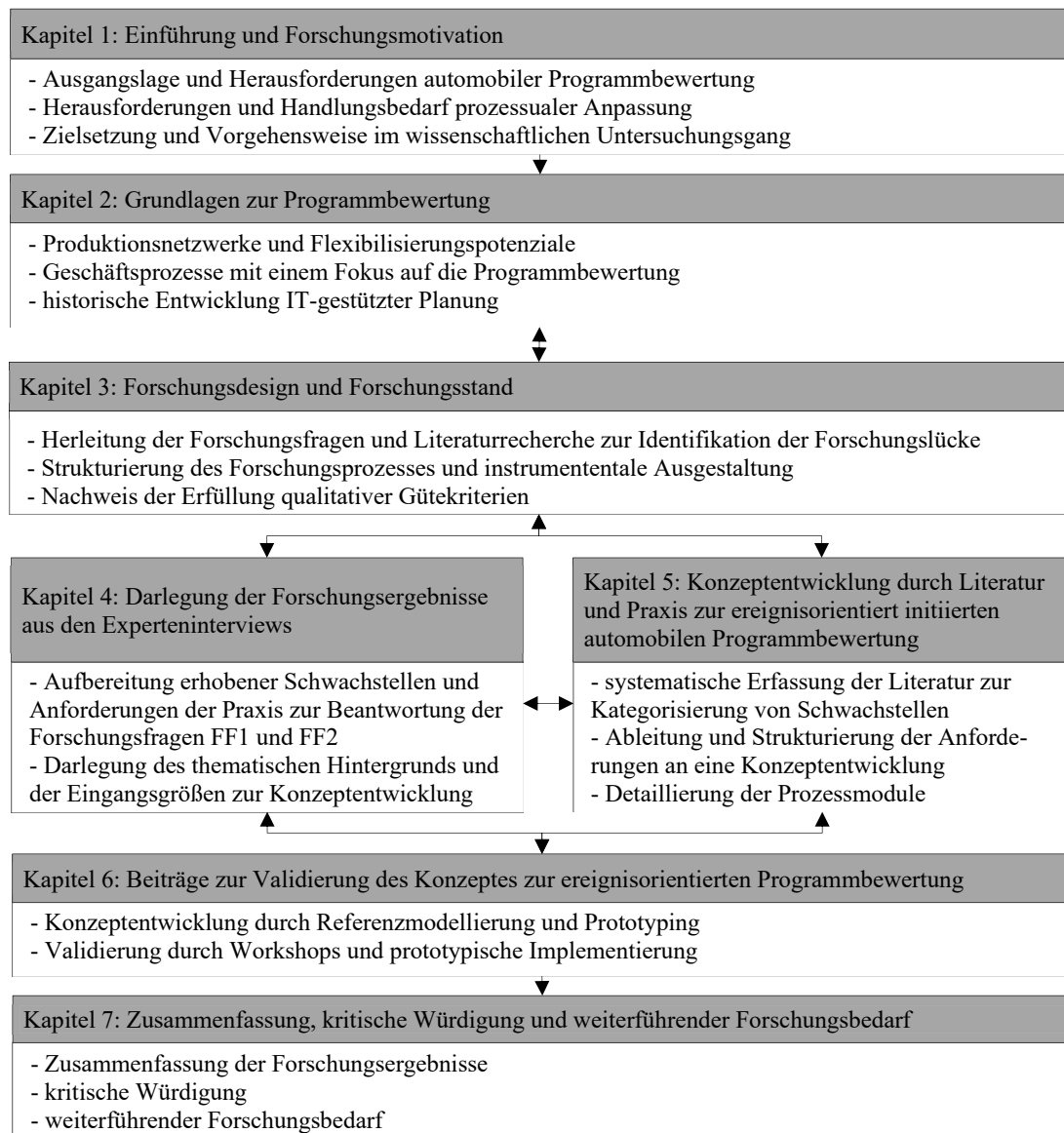
Um diesem Ziel möglichst nah zu kommen werden die Forschungsfragen so formuliert, dass ihre Beantwortung die Forschungslücke innerhalb der Literatur adressiert und zur Lösung der identifizierten Fragestellungen aus der Praxis beiträgt. Die internationale Literaturrecherche identifiziert relevante Autoren und ermöglicht die wissenschaftliche Positionierung der Arbeit unter Berücksichtigung der theoretischen Rahmenbedingungen. Die resultierenden Forschungsfragen sind im Forschungsdesign verankert und werden im Ausarbeitungsfortschritt der vorliegenden Dissertation beantwortet:

- FF1. Welche Schwachstellen liegen in der Programmbewertung im mittelfristigen Planungshorizont in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte vor?***
- FF2. Welche Anforderungen resultieren im mittelfristigen Planungshorizont an eine ereignisorientiert initiierte Programmbewertung in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte?***
- FF3. Wie muss eine Konzeptentwicklung zur ereignisorientiert initiierten Prozessgestaltung einer Bewertung automobiler Produktionsprogramme im mittelfristigen Zeithorizont ausgestaltet sein und welche Informationen werden dafür benötigt?***

Um dem definierten Handlungsbedarf Rechnung zu tragen und die aufgestellten Forschungsfragen zu beantworten, wird im wissenschaftlichen Gang der Untersuchung der Dissertation wie folgt vorgegangen. Nach Abschluss der thematischen Einleitung in Kapitel 1 erfolgt in Kapitel 2 die Aufbereitung der theoretischen Grundlagen automobiler Produktionsprogrammplanung, indem die Planungsaufgaben sowie prozessualen Abläufe und Zielkonflikte erläutert werden. Darauf aufbauend erfolgt in Kapitel 3 die systematische internationale Literaturrecherche, um relevante Beiträge zu identifizieren, die Forschungslücke zu erschließen und den weiteren Forschungsbedarf zu konkretisieren. Zudem erfolgt die Strukturierung des Forschungsprozesses und die Konkretisierung der zugrundeliegenden Forschungsfragen. Leitfadenbasierte Experteninterviews bei einem deutschen OEM werden im Nachgang zur Interviewdurchführung und -aufnahme transkribiert und bilden den Materialcorpus. Von den befragten Experten



bereitgestellte Dokumente reichern die Informationsbasis zusätzlich an. Die Datenauswertung erfolgt regelgeleitet über die Qualitative Inhaltsanalyse. Die systematische Erfassung und Kategorisierung von Schwachstellen in der Literatur und der Praxis in Unterkapitel 4.1 beantwortet die Forschungsfrage FF1. Die Ableitung und Strukturierung von Anforderungen an eine ereignisorientierte Prozessgestaltung in Unterkapitel 4.2 beantwortet die Forschungsfrage FF2. Die Konzeptentwicklung des modularen Prozessbaukastens beantwortet in Kapitel 5 die Forschungsfrage FF3 und wird durch eine Referenzmodellierung validiert. Kapitel 6 validiert die Forschungsergebnisse am Beispiel eines deutschen OEM durch eine prototypische Umsetzung in der Praxis. Kapitel 7 bündelt die wesentlichen Forschungsergebnisse und würdigt sie kritisch. Zudem erfolgt ein Ausblick auf den weiteren Forschungs- und Handlungsbedarf in Wissenschaft und Praxis. Die Vorgehensweise der Dissertation zeigt Abbildung 1-6.



**Abbildung 1-6:** Kapitelstruktur der vorliegenden Dissertation



---

## **2 Grundlagen automobiler Programmplanung**

Dieses Kapitel bereitet die theoretischen Grundlagen zu automobilen Produktionsnetzwerken in Unterkapitel 2.1 auf. Ein besonderer Fokus wird neben den Ebenen des Wandels auf die Partner eines Produktionsnetzwerkes, die Typisierung der produzierenden Unternehmen und die Flexibilisierungspotenziale im Spannungsfeld der Bedarfs- und Kapazitätsplanung gelegt. Unterkapitel 2.2 bereitet die theoretischen Grundlagen von Geschäftsprozessen und der Prozessmodellierung auf. Darauf aufbauend werden die relevanten Geschäftsprozesse automobiler Programmplanung in Unterkapitel 2.3 vorgestellt. Unterkapitel 2.4 zeigt die historische Entwicklung IT-gestützter Planungssysteme. Zusammenfassend stellt Unterkapitel 2.5 als weiterführende Forschungsmotivation den identifizierten Handlungsbedarf einer prozessualen Neugestaltung zur ereignisorientiert initiierten Programmplanung und -bewertung heraus.

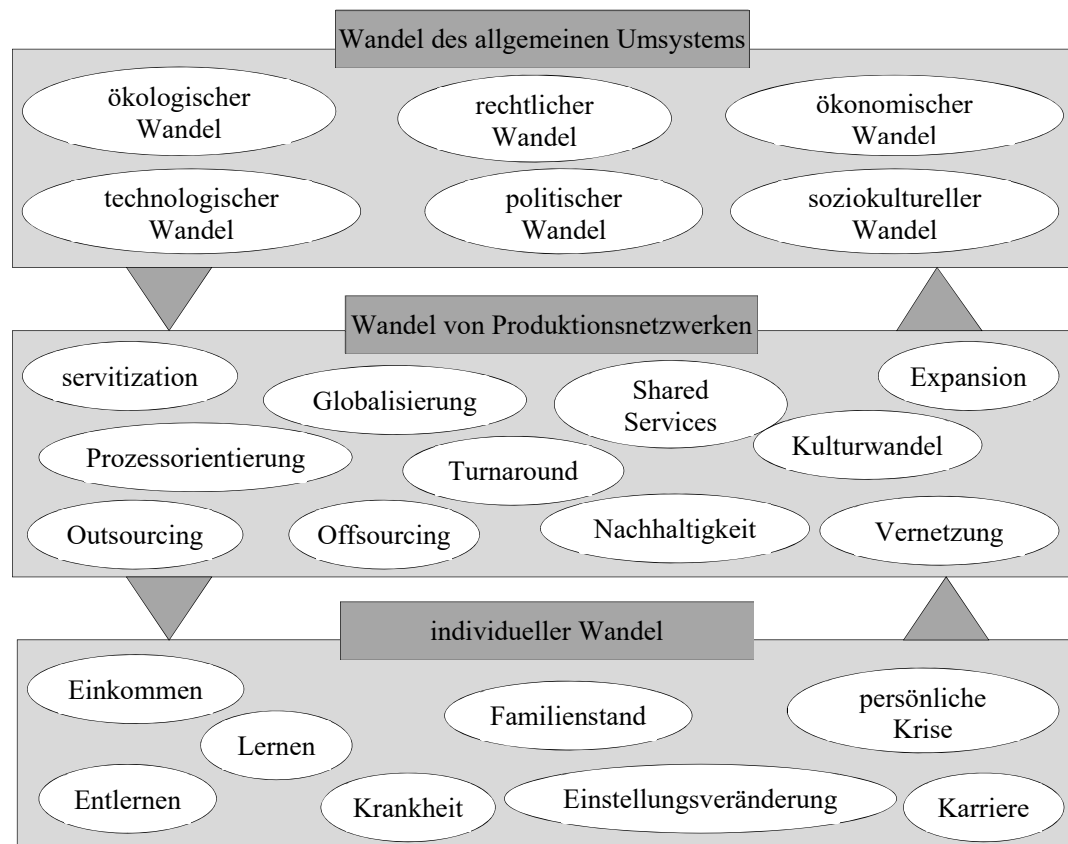
### **2.1 Automobile Produktionsnetzwerke und Flexibilisierungspotenziale**

Das Ziel dieses Unterkapitels ist die thematische Hinführung zu sich wandelnden Produktionsnetzwerken, den agierenden Unternehmen und deren Aufgaben als Grundstein für die automobiler Programmplanung und -bewertung. Abschnitt 2.1.1 bereitet die Ebenen des Wandels als Umweltanalyse der Automobilindustrie auf, bevor in Abschnitt 2.1.2 auf die agierenden Unternehmen eingegangen wird. Die Ausgestaltung der Programmplanungsprozesse unterscheidet sich in Abhängigkeit vom gewählten Produktionstyp, weswegen Abschnitt 2.1.3 die Typisierung eines Automobilherstellers als Variantenfertiger herausarbeitet. Vor dem Hintergrund volatiler Absatzmärkte und endlicher Ressourcen arbeitet Abschnitt 2.1.4 die Flexibilisierungspotenziale zur Erfüllung von Kundenwünschen als die Bereitstellung der geforderter Vorplanungsflexibilität auf.

#### **2.1.1 Megatrends in den Ebenen des Wandels und Implikationen**

Der Wandel von Produktionsnetzwerken wird durch Megatrends als tiefgreifende soziale, politische, umwelttechnische oder technologische Veränderungen geprägt. Diese bilden sich langsam heraus, beeinflussen allerdings die Aktivitäten, Sichtweisen und Wahrnehmungen von Regierungen, Unternehmen oder Gesellschaften über Jahrzehnte [vgl. EHRENMANN 2015, S. 99]. Aus Megatrends wie beispielsweise der Digitalisierung entstehen wiederum Trends wie Industrie 4.0, Globalisierung, Ressourcenverknappung oder die Verkürzung von Innovationszyklen, auf die Unternehmen reagieren müssen [vgl. LIEBETRUTH 2016, S. 14,22f.; HORX 2014; NAISBITT 1984]. Der Wandel von Produktionssystemen erfolgt eingebettet in den der allgemeinen globalen Umwelt als Wandel im allgemeinen Umsystem [vgl. EHRENMANN 2015, S. 99; REISS 1997, S. 7; HAAS 1997, S. 6; VEIL 1999, S. 55; GAGSCH 2002, S. 14; CORSTEN UND CORSTEN 2012, S. 65ff.; BEA UND

HAAS 2013, S. 97]. Veränderungen des allgemeinen Umsystems sind gleichzeitig eine Rahmenbedingung und ein Treiber für den Wandel in Produktionsnetzwerken und in Individuen [vgl. EHRENMANN 2015, S. 100]. Tiefgreifende Veränderungen von Produktionsnetzwerken erfordern i. d. R. einen mehr oder weniger ausgeprägten persönlichen Wandel der Mitarbeiter und Manager, der beispielsweise persönliche Einstellungsänderungen oder das Aneignen von neuen technischen Kompetenzen betrifft. Umgekehrt nehmen Veränderungen auf individueller Ebene wie etwa Burn-out-Erkrankungen oder Veränderungen im familiären Umfeld Einfluss auf den Wandel von Produktionsorganisationen [vgl. EHRENMANN 2015, S. 100; REISS 1997, S. 7]. Dem Fokus dieser Dissertation entsprechend liegt der Schwerpunkt auf dem Wandel des allgemeinen Umsystems und dem Wandel von Produktionsnetzwerken, um deren Einfluss auf die automobile Produktionsprogrammplanung aufzuzeigen. Abbildung 2-1 zeigt die Ebenen des Wandels vom allgemeinen Umsystem über die Produktionsnetzwerke zu den Individuen.



**Abbildung 2-1:** Ebenen des Wandels [vgl. EHRENMANN 2015, S. 100]

Das Geschäftsanalysemodell PESTLE leitet ein Gesamtbild der äußeren Umgebung eines Unternehmens über industriespezifische Einflussfaktoren ab [vgl. EVA ET AL. 2014]. Die Abkürzung PESTLE steht für die jeweils englischen Begriffe für politische, wirtschaftliche, soziokulturelle, technologische, rechtliche und ökologische Einflussfaktoren der Umweltanalyse. Die wechselseitigen Abhängigkeiten untereinander erschweren teils eine eindeutige Zuordnung der Einflussfaktoren [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 245f.].

Die *politischen Treiber* des Wandels der Automobilindustrie erstrecken sich als regionale, nationale, transnationale und globale Zusammenhänge, weswegen die wichtigsten politischen Faktoren die Stabilität und Zuverlässigkeit der politischen Systeme in den Absatzmärkten darstellen. Insbesondere in Ländern wie Brasilien, Russland, Indien und China kann sich politische Instabilität negativ auf das Konsumverhalten und folglich auf Investitionsrisiken für die Automobilindustrie auswirken. Die Rettung des nach dem Zusammenbruch der US-Bank *Lehman Brothers* im September 2008 betroffenen Fahrzeugherstellers *General Motors* ist ein Beispiel für die Rolle von Regierungsorganisationen bei der Gestaltung des Wirtschaftslebens [vgl. BENNETT UND MORATH 2013, aufgerufen am 14.02.2019]. Zudem erfolgt die Gestaltung des Wirtschaftslebens durch Handelsbeschränkungen, Sicherheitsbestimmungen und Markteintritte, Subventionen, Wettbewerbsregulatoren oder die Schaffung von Zugängen zu Rohstoffen. Langfristig wichtige politische Faktoren sind die Veränderung und Netzwerkbildung auf globaler Ebene, was durch die Politik und politische Einflussfaktoren unterstützt wird. Die Entwicklung der Europäischen Union kann als Beispiel angeführt werden, da die Ausweitung des Handels durch Zollsenkungen und die Minimierung von bestehenden Ausfuhrbeschränkungen Vorteile für den Export und den Verkauf von Fahrzeugen mit sich gebracht hat. Die Rolle der Politik in Fragen der Freiheit, der Privatsphäre und der Sicherheit im digitalen Zeitalter muss geklärt werden, da kaum ein Kunde dazu bereit ist, für die gesetzlich vorgeschriebene IT-Sicherheit in seinem Fahrzeug einen Aufschlag zu bezahlen [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 247-249].

Die *ökonomischen Treiber* des Wandels von Produktionsnetzwerken sind in starkem Maße an die Entwicklung der Weltwirtschaft und die konjunkturelle Entwicklung von Industriestaaten und Entwicklungsländern gekoppelt [vgl. EHRENMANN 2015, S. 134f.]. Im Fokus der ökonomischen Faktoren steht die Währung und ihre Stabilität, die aufgrund der globalen Ausrichtung der Automobilindustrie von Faktoren wie Wechselkursen, Inflationsraten und Konjunkturzyklen abhängig ist. Für Standort- oder Verwaltungsentscheidungen sind ökonomische Faktoren wie Besteuerung, Zinsen, Ressourcenverfügbarkeiten oder Arbeitslosenquoten relevant. Die Automobilindustrie verfügt als tragende Säule der Wirtschaft über einen hohen Einfluss. In den letzten Jahren hat sich das weltweite Wirtschaftswachstum von traditionell stärkeren Industrienationen wie den Vereinigten Staaten, Japan, Westeuropa und Kanada auf sogenannte Schwellenländer wie Brasilien, Russland, Indien und China verlagert. Dies ist auf das sehr niedrige oder sogar negative Bevölkerungswachstum in den wirtschaftlich traditionell stärkeren Ländern und die weitgehende Sättigung des dortigen Marktes mit Fahrzeugen zurückzuführen. Die kontinuierlich wachsende Abhängigkeit von zahlreichen Rohstoffen sowie die Dominanz von Erdölprodukten und der Einfluss des Rohölpreises prägen die Automobilindustrie. Diese Abhängigkeit führt zu einem Anstieg des wirtschaftlichen Wettbewerbs um Rohstoffe in einem globalen Kontext [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 249f.].

Die *gesellschaftlichen Faktoren* lassen sich in strukturelle Merkmale wie Bevölkerungsstruktur, Bildung, Wertvorstellungen und Einkommensverteilung sowie in ihre entsprechenden Trends wie den demografischen Wandel einteilen. Zu den soziokulturellen Herausforderungen von einzelnen Produktionseinheiten und Produktionsnetzwerken zählen insbesondere Veränderungen der gesellschaftlichen Wertvorstellungen sowie der demografische Wandel. Damit sind beispielsweise Wertvorstellungen wie ein Umwelt- und Gesundheitsbewusstsein oder die Vereinbarkeit von Familie und Beruf sowie individuelle Mobilitätswünsche gemeint. Im Zusammenhang mit den Wünschen nach Individualität erwarten Kunden von Produktionsnetzwerken zunehmend spezifische Produkte und individuelle Lösungen [vgl. EHRENMANN 2015, S. 133f.]. Es gibt einen hohen Beschäftigungsgrad in der Wertschöpfungskette der Automobilindustrie, dazu gehören neben den Automobilherstellern und -zulieferern beispielsweise Rohstofflieferanten für den Autohandel und Recyclingunternehmer [vgl. SCHADE ET AL. 2012]. Auf Verbraucherebene werden i. d. R. die Produktmarken eines Unternehmens wahrgenommen, insbesondere Fahrzeuge, wenn diese als Statussymbole gelten und nicht nur zu Mobilitätsw Zwecken dienen. Folglich ist die Markenidentität wertvoll in der Gesellschaft und hat für Automobilunternehmen nach wie vor eine sehr hohe Bedeutung. Mit dem Fokus auf Premiumfahrzeuge investieren Unternehmen erheblich in Sicherheit, Komfort, Leistung oder Zuverlässigkeit. Je nach Ausrichtung der Marke werden unterschiedliche Gesellschaftsbereiche ihrem jeweiligen Lebensstil entsprechend angesprochen. Kundensegmente sind jedoch keineswegs statisch, da sich die Gesellschaft mit ihrer wachsenden Nachfrage nach Personalisierung ständig wandelt. Die Ursachen für den Wertewandel in der Gesellschaft lassen sich neben dem wachsenden Wohlstand und der Modernisierung auch auf eine zunehmende Urbanisierung und einen veränderten Mobilitätsbedarf zurückführen. Folglich sind die direkten Auswirkungen der zunehmenden Urbanisierung auf die Geschäftsmodelle der Automobilindustrie neue Mobilitätslösungen. Insbesondere in aufstrebenden Volkswirtschaften mit niedriger Kaufkraft entsteht neben einem soliden öffentlichen Verkehrsnetz der Bedarf an kleinen, leichten und wendigen Stadtfahrzeugen [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 250-252]. Neben der Urbanisierung erfordern alternde Industriegesellschaften bei einem Bevölkerungsrückgang eine nachhaltigere Stadtplanung und Stadtverkehrsplanung [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 252; SCHUSTER 2013; STEIERWALD ET AL. 2005]. In der modernen Stadtplanung werden Wohngebiete durch Nachhaltigkeitsüberlegungen weniger autofreundlich, um den Autoverkehr soweit wie möglich zu vermeiden. Der demografische Wandel umfasst die alternde Bevölkerung in Industrieländern und die steigende Lebenserwartung in Schwellenländern, weswegen Automobilhersteller sensibler auf die Verkehrstüchtigkeit der Autofahrer eingehen müssen. Die Umstellung auf Reisedienstleistungen oder den öffentlichen Nahverkehr wird beispielsweise durch vollautomatisch und autonom fahrende Fahrzeuge ermöglicht [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 252; MAURER ET AL. 2015]. Zudem nimmt die Begeisterung für das Autofahren bei jungen Menschen ab [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 252f.].

Der *technologische Fortschritt* kann als zentraler Treiber für den Wandel von Produktionssystemen verstanden werden [vgl. EHRENMANN 2015, S. 132f.]. Radikale technologische Veränderungen drücken sich so beispielsweise in den Bezeichnungen „Game-Changing Technologies“ oder „Disruptive Technologies“ aus [vgl. EHRENMANN 2015, S. 132f.; BOWER UND CHRISTENSEN 1995, S. 43ff.] und können zu einem Wandel von ganzen Industrien führen. Als Beispiel hierfür lässt sich etwa der Strukturwandel in der Druckmaschinenindustrie im Zusammenhang mit einer zunehmenden Verbreitung von digitalen Medien sowie von Internettechnologien anführen [vgl. EHRENMANN 2015, S. 132f.]. Technologische Entwicklungen, die Forschung und die daraus resultierenden neuen Produkte und Prozesse betreffen die Automobilindustrie auf vielfältige Weise. Obwohl technologische Möglichkeiten und ihre Benutzerfreundlichkeit in fast allen Branchen an Bedeutung gewinnen, wird fast ein Drittel aller Ausgaben für Forschung und Entwicklung in Deutschland in der Automobilindustrie getätigt. Folglich werden Standorte mit einer starken Präsenz von bestimmten Technologien zu einem Einflussfaktor. Die sich vom herkömmlichen Verbrennungsmotor unterscheidenden alternativen Antriebstechnologien werden zunehmend wichtiger, wobei die tatsächlichen Verbesserungen in Bezug auf Umweltfreundlichkeit oder die Unabhängigkeit von endlichen Ressourcen noch ungeklärt sind. *Toyota* hat eine Serienversion eines Wasserstoff-Brennstoffzellenautos in Japan vorgestellt, wobei Wasserstoff als alternativer Kraftstoff hinsichtlich Umweltverträglichkeit, akzeptabler Tankvorgänge und Sicherheit zahlreiche Herausforderungen birgt [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 254; PANDER 2014, aufgerufen am 14.02.2019]. Durch das staatliche Förderprogramm Industrie 4.0 erlebt die Digitalisierung in Fertigungsprozessen und -verfahren in Deutschland tiefgreifende Veränderungen [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 254; BAUERNHANSL ET AL. 2014] und ermöglicht vernetzte Fabriken und digitalisierte Wertschöpfungsketten. Die private Aneignung von technischem Wissen und Erfahrung kann auch am Arbeitsplatz genutzt werden, indem Freiräume für Technologie geschaffen werden. Die von der Technologie geprägten Arbeitsplätze stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen, da sich beispielsweise der durchschnittliche Wissensumfang verändert, der erworben wird [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 253f.].

Auf vielen Ebenen gibt es *rechtliche Rahmenbedingungen*, die von der Industrie zumeist als Einschränkungen und Quellen für zusätzliche Arbeit wahrgenommen werden. Die Automobilindustrie muss während des gesamten Lebenszyklus ihrer Fahrzeuge nationale und internationale gesetzliche Bestimmungen und Vorschriften berücksichtigen. Die Harmonisierung technischer Bestimmungen für Fahrzeuge auf internationaler Ebene ist aus rechtlichen Gründen erschwert, weswegen gesetzliche Rahmenbedingungen die große Variabilität zwischen Fahrzeugteilen mitbeeinflussen [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 255]. Die strengen Haftungsbestimmungen für die Automobilindustrie und die damit einhergehenden Sonderregelungen weisen erhebliche Unterschiede im Vergleich zu

anderen Branchen auf. So stehen besonders gesetzliche Bestimmungen wie Steuer- und Emissionsstandards für Abgase und die CO<sub>2</sub>-Effizienz von Neufahrzeugen zur Reduzierung der Erderwärmung, sich ändernde Vorschriften wie Stau- oder Mautgebühren und die Entwicklung und Unterstützung von autonomen Fahrzeugen [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 255; MAURER ET AL. 2015, aufgerufen am 14.02.2019] im Fokus. Die Informationsteilung erfordert eine Klärung hinsichtlich der Datenklassifizierung und der Haftung bei einer fehlerhaften Datenverarbeitung [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 255f.].

*Ökologische Veränderungstreiber* gewinnen aufgrund der sich abzeichnenden Folgen des Klimawandels sowie zunehmend beobachtbarer Umweltbelastungen und die resultierenden Herausforderungen für Produktionsnetzwerke an Bedeutung [vgl. EHRENMANN 2015, S. 138f.]. Alternative Antriebstechniken sollen Emissionen reduzieren, allerdings hängt die Umweltverträglichkeit von Elektrofahrzeugen besonders von der Art der Stromerzeugung ab [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 256; PARSCHE 2014, aufgerufen am 14.02.2019]. Am Ende des Lebenszyklus eines Fahrzeugs wird es notwendig, mittels Recycling von Komponenten und Materialien die Rohstoffe aus einzelnen Komponenten leicht demonstrieren und wiederverwenden zu können. Die zur Herstellung von Elektroautos benötigten seltenen Erden kommen lediglich in geringen Konzentrationen vor und können nur mit kostspieligen und mit erheblichen Umweltrisiken verbundenen Verfahren gewonnen werden. Zudem sind Mobilitätsdienste wie Carsharing denkbar um weg von „stationären“ Fahrzeugen hin zu fahrenden Fahrzeugen der täglichen Fahrzeugnutzung gerecht zu werden [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 257].

Die Globalisierung als weltweite Verflechtung ist der seit Jahren diskutierte wichtigste Trend mit den größten Auswirkungen und wird daher in der vorliegenden Dissertation kurz erläutert. Dieser Trend macht sich in für die Logistik wichtigen steigenden weltweiten Handelsvolumina bemerkbar. Die Treiber, die zu einer global verteilten, zunehmend mehrgliedrigen Supply-Chain führen, sind vielfältig. Die Ausnutzung von komparativen Kostenvorteilen und Ertragspotenzialen impliziert die Verteilung der ertragsreichen Wertschöpfungspotenziale von den Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zu den Aufgabenbereichen des Vertriebs der Wertschöpfungskette, während die Erträge in der Mitte bei der Produktion eher gering sind. Die Local-Content-Forderungen bei Ausschreibungen resultieren aus den Forderungen von Unternehmen, an der Wertschöpfung sowohl wirtschaftlich als auch durch den Aufbau von Know-how zu partizipieren. In der Automobilindustrie führt dies zu Werken in Schwellenländern, bei denen Bausätze in die Länder geschickt und dort zusammengebaut werden. Die globalen Ressourcenbedarfe steigen und führen zu einem globalisierten Beschaffungsmarkt mit tendenziell steigenden und volatilen Preisen durch deren Entdeckung als Spekulationsobjekt [vgl. LIEBETRUTH 2016, S. 14-16]. Unterstützende Einflussfaktoren zur Globalisierung sind Entwicklungen der Transportinfrastruktur und der informations- und kommunikationstechnischen Infrastruktur, da mit jeder physischen Güterbewegung ein



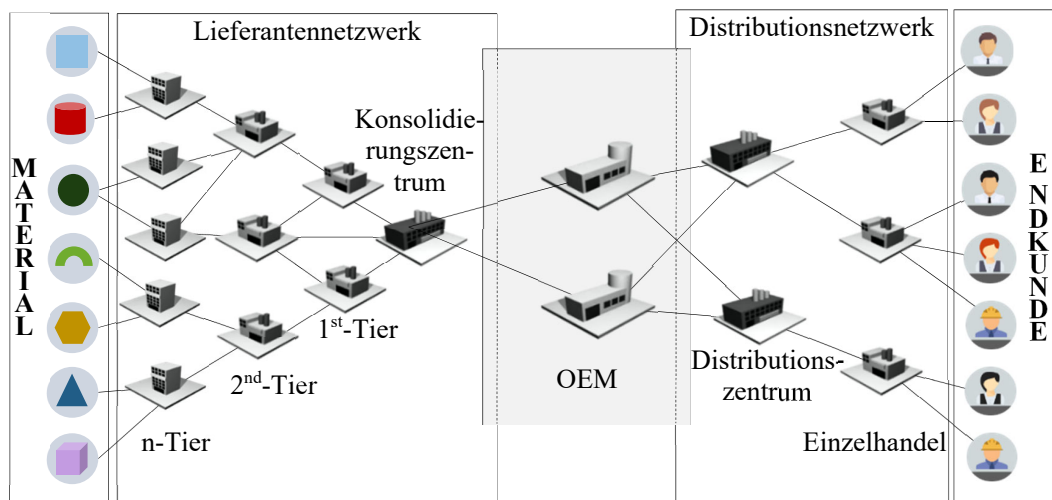
Informationsfluss verbunden ist. Der Einflussfaktor Politik kann dazu führen, dass Globalisierung gehemmt oder sogar eingedämmt wird [vgl. LIEBETRUTH 2016, S. 16]. Tabelle 2-1 fasst wichtige Faktoren der PESTLE-Analyse als Treiber des Wandel im allgemeinen Umsystem zusammen.

**Tabelle 2-1:** Wandel des allgemeinen Umsystems [vgl. WEDENIWSKI 2015, S. 246]

Politisch	Stabilität und Zuverlässigkeit politischer Systeme
	Rolle von Regierungsorganisationen bei der Gestaltung der Wirtschaft
	politisch unterstützte Veränderungen und Netzwerke auf globaler Ebene
	Freiheit, Privatsphäre und Sicherheit im digitalen Zeitalter
Wirtschaftlich	Stabilität der Währung
	Automobilindustrie als tragende Säule der Wirtschaft mit hohem Einfluss
	Wachstumsverlagerung von Industrieländern in Schwellenländer
	kontinuierlich wachsende Abhängigkeit von zahlreichen Rohstoffen
	wirtschaftlicher Wettbewerb um Rohstoffe im globalen Kontext
	Fahrzeugdaten schaffen wirtschaftliche Vorteile
Sozial	hoher Beschäftigungsgrad in der Wertschöpfungskette der Automobilindustrie
	Markenidentität ist wertvoll in der Gesellschaft
	wachsende Nachfrage nach Personalisierung
	zunehmende Urbanisierung verändert den Mobilitätsbedarf
	Wohngebiete werden aufgrund ihrer Nachhaltigkeit weniger autofreundlich
	Bevölkerungsalterung in Industrieländern
	Abnahme der Begeisterung für das Autofahren bei jungen Menschen
Technologisch	Standorte mit starker Präsenz bestimmter Technologien
	alternative Antriebstechnologien
	Fahrzeuge als Teil personalisierter Netzwerke
	vernetzte Fabriken und digitalisierte Wertschöpfungsketten
	von der Technologie geprägte Mitarbeiterarbeitsplätze
Rechtlich	Harmonisierung der technischen Vorschriften auf internationaler Ebene
	standardisierte vernetzte Fahrzeugdienste in mehreren Ländern
	hohe Haftungsbestimmungen
	Emissionsnormen für Abgase, CO <sub>2</sub> -Effizienz von Neufahrzeugen
	erste Regulierungsversuche für autonome Fahrzeuge
	zunehmende Nachfrage nach immateriellen Informationen wie Fahrzeugdaten
Ökologisch	Steigerung des Bewusstseins für Umwelt und Gesundheit
	alternative Antriebskonzepte mit neuen Umweltrisiken
	Recycling im Fahrzeugbau
	Mobilitätsdienste von „stationären“ Fahrzeugen zu fahrenden Fahrzeugen

### 2.1.2 Partner eines automobilen Produktionsnetzwerks

In der Forschung wird zunehmend versucht, dem Aspekt der wachsenden Vernetzung industrieller Strukturen Rechnung zu tragen, indem statt des Einzelunternehmens das gesamte Produktionsnetzwerk in den Betrachtungsfokus rückt [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 4]. MENTZER ET AL. (2001) definieren eine Supply-Chain als zwischen dem Rohstofflieferanten und dem Endkunden über Produkt-, Dienstleistungs-, Finanz- oder Informationsflüsse verbundene Menge von drei oder mehr Entitäten, Organisationen oder Individuen [vgl. GOMM 2008, S. 39; PFOHL 2016, S. 6; MENTZER ET AL. 2001, S. 4ff.]. Eine komplexe SC beinhaltet Zulieferer, Distributionszentren, das fokale Unternehmen, Einzelhändler und Endkunden [vgl. HELMOLD UND TERRY 2016, S. 33ff.; HAAREN 2009, S. 18]. SC-Aktivitäten richten sich nach Kundenanforderungen, um durch eine hohe Kundenzufriedenheit wettbewerbsfähig zu sein [vgl. PLACZEK 2007, S. 23; FOSCHT ET AL. 2000, S. 23f.; GÜNTER UND HELM 2013, S. 11f.]. Das Supply-Chain-Management beschreibt die unternehmensübergreifende Koordination und Optimierung der Material-, Informations- und Wertflüsse über den ganzen Wertschöpfungsprozess von der Rohstoffgewinnung über die Veredelungsstufen bis hin zum Endkunden [vgl. SYDOW 2017, S. 17; ARNDT 2013, S. 47]. Der Gesamtprozess fokussiert die Endkunden und wird zeit- und kostenoptimal anhand der Kundenbedürfnisse ausgestaltet, siehe Abbildung 2-2.

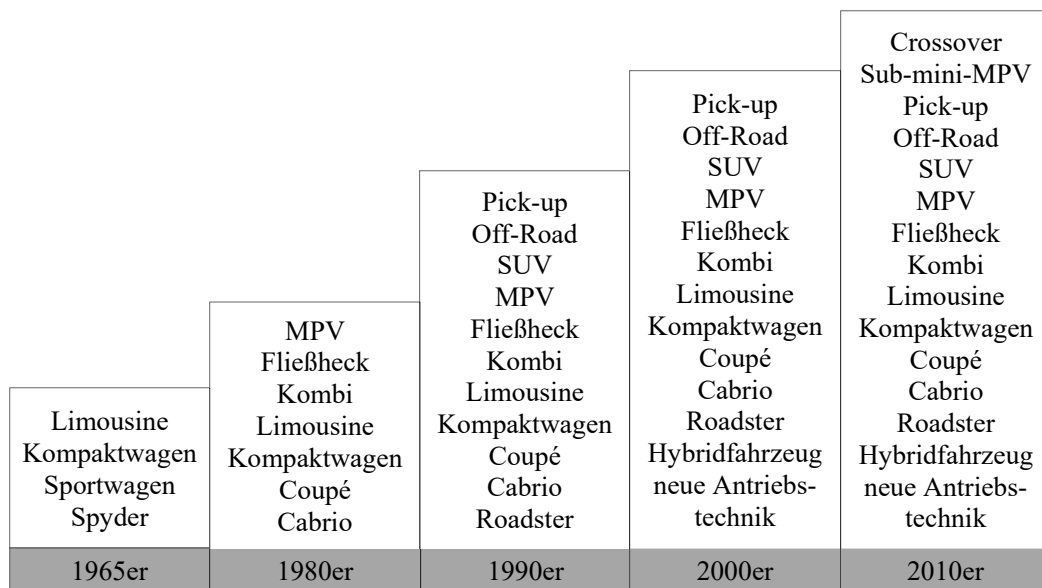


**Abbildung 2-2:** Supply-Chain-Akteure [i. A. a. BOWERSOX ET AL. 2013, S. 6]

Automobilhersteller verfolgen das vorrangige Unternehmensziel der Entwicklung und Produktion sowie des Absatzes und Vertriebs von Kraftfahrzeugen [vgl. HEITMANN 2007, S. 118.]. Ein OEM kombiniert als wirtschaftliche Einheit selbst gefertigte oder fremdbezogene Komponenten oder Module<sup>3</sup> zu kompletten Fahrzeugen und bietet diese privaten bzw. industriellen Kunden in diversen Märkten an [vgl. WALLENTOWITZ ET AL. 2009, S. 1; WOLTERS 1995, S. 6]. Sie unterscheiden sich nach der Positionierung in den

<sup>3</sup> In dieser Dissertation ist ein Modul eine Aggregation aus mehreren Teilen [siehe LIEBLER 2013, S. 13].

Marktsegmenten oder über ihr produziertes Volumen. Premiumhersteller betonen Ausstattungsmerkmale<sup>4</sup> und das Markenimage und fertigen auftragsbasiert, um flexibel auf Kundenwünsche zu reagieren. Volumenhersteller positionieren ihre Produkte eher preisorientiert und fertigen große Teile ihrer Produktion auf Lager [vgl. HEITMANN 2007, S. 118f.; PARMENT 2008, S. 255f.]. Für Automobilhersteller wird es immer schwieriger, den Wettstreit um die Gunst des Kunden zu gewinnen. Der herausragende Erfolgsfaktor ist die Kundenorientierung. Es muss analysiert werden, ob und wie sich die Zielgruppe über den Zeitraum eines Produktlebenszyklus verändert [vgl. KUDER 2005]. Die Hersteller entsprechen den Kundenbedürfnissen nach mehr Individualität mit einer sukzessiven Erweiterung und Ausdifferenzierung der Produktpaletten [vgl. SCHADE ET AL. 2012, S. 137]. Diese Entwicklung zwischen 1965 und 2010 zeigt Abbildung 2-3.



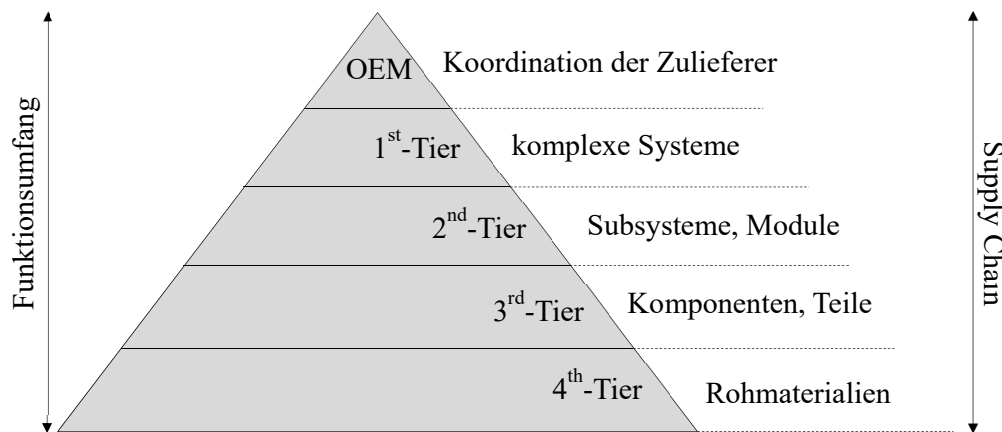
**Abbildung 2-3:** Entwicklung der Fahrzeugvarianten [vgl. SCHADE ET AL. 2012, S. 137; i. A. a. GÖTZINGER ET AL. 2009]

Die grundsätzliche Auswahl der Distributionskanäle als Vertriebswege legt die Länge, Breite und Tiefe der Absatzkanäle fest. Bei der Gestaltung der Absatzwege werden direkte Absatzwege, die ohne Zwischenhändler direkt an den Endverbraucher adressiert sind, und indirekte Absatzwege, die über eine oder mehrere Zwischenstufen über Distributionszentren durch den Groß- und/oder Einzelhandel abgewickelt werden, unterschieden [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 33]. Hierbei sind Behälter wie Gestelle,

<sup>4</sup> Ein Merkmal ist eine Eigenschaft eines Merkmalsträgers. Die Menge möglicher Merkmalsausprägungen je Merkmal kann finit sein oder unendlich viele Elemente enthalten. Es gibt rang- oder nominalskalierte, qualitative Merkmale und quantitative Merkmale mit stetigen und diskreten Ausprägungen [vgl. LIEBLER 2013, S. 46; GONSCHORREK 2007, S. 41ff.], wobei sich die Ausprägungen eines Merkmals gegenseitig ausschließen [vgl. HERLYN 1990, S. 34]. Kundenwählbare Fahrzeugeigenschaften werden in der Automobilindustrie mit Merkmalsausprägungen gleichgesetzt. So wird ein Fahrzeug über die Merkmale Modellklasse, Karosserieform, Motor, Getriebe oder Radio definiert [vgl. LIEBLER 2013, S. 46f.].

Paletten, Kunststoffkisten oder Gitterboxen als Logistikhilfsmittel zu verwenden, um die Güter zu schützen und den Transport, den Umschlag und die Lagerung zu vereinfachen [vgl. SYDOW 2017, S. 221; KLUG 2010, S. 149]. Sie helfen dabei oftmals gleichförmige Güter aufzunehmen und eine gleichartige Ladeinheit zu bilden und Mengen für verschiedene logistische Prozesse zu bündeln [vgl. SYDOW 2017, S. 221; GUDEHUS 2004, S. 600]. SYDOW (2017) nimmt eine Unterteilung in Mehrweg- und Einwegbehälter am Beispiel der *Volkswagen AG* vor [vgl. SYDOW 2017, S. 221].

Automobilzulieferer sind wirtschaftliche Einheiten, die einem OEM Dienstleistungen und/oder Güter als Leistungsbündel anbieten, die indirekt in den Fertigungsprozess eines Automobils eingehen oder einen direkten Bestandteil eines Automobils darstellen. Die Lieferbeziehungen der rechtlich selbstständigen Automobilzulieferer zu den Automobilherstellern oder anderen Zulieferern sind einmalig bis regelmäßig [vgl. MENTZ 2006, S. 8; HEITMANN 2007, S. 118f.]. Neben der von einem Zulieferer zu erbringenden Wertschöpfungsleistung kann dieser auch zur Entwicklung des betreffenden Erzeugnishauptteils beitragen [vgl. SCHULTE-HENKE 2008, S. 64]. Automobilzulieferer können nach der Zusammenarbeitsform und dem Kooperationsgrad mit den OEM strukturiert werden [vgl. WALLENTOWITZ ET AL. 2009, S. 1; HELMOLD UND TERRY 2016, S. 33], siehe Abbildung 2-4, wobei Lieferanten zeitgleich auf verschiedenen Stufen stehen können [vgl. DÖLLE 2013, S. 22; DÖRMER 2013, S. 24].



**Abbildung 2-4:** Kooperationsgrade zwischen Automobilhersteller und Zulieferern in der Lieferantenpyramide [i. A. a. WALLENTOWITZ ET AL. 2009, S. 2, 33]

Keiretsu-Lieferanten zeichnen sich durch eine hohe Integrationskompetenz aus und bilden die höchste Stufe der Kooperation [vgl. HELMOLD UND TERRY 2016, S. 34ff.]. Die vertrauensbasierte Kooperation ist durch eine Kultur gegenseitigen Lernens und enger Innovationskoordination sowie relativ kurzfristige Volumenplanungen gekennzeichnet [vgl. DÖLLE 2013, S. 117f.]. Modul- und Systemlieferanten zeichnen sich durch eine hohe Integrationskompetenz aus und beliefern Automobilhersteller direkt. Ein Modul ist eine Baugruppe, die sich aus unterschiedlichen Teilen bzw. Komponenten zusammensetzt, ein

System kann im Unterschied zu einem Modul funktional abgegrenzt werden [vgl. HEITMANN 2007, S. 133f.; DÖRMER 2013, S. 24]. Komponentenlieferanten liefern Fahrzeugkomponenten, die direkt im Fahrzeug oder in Bauteilgruppen verbaut werden und für die eine passgenaue Einbaufähigkeit gewährleistet ist. Standardisierte Produkte, deren Fertigung kein spezielles Wissen voraussetzt, liefern Rohstoff-, Halbfabrikate- und Teilelieferanten [vgl. PILLER UND WARINGER 1999, S. 11; KUREK 2004, S. 21].

Die Lieferantennetzwerke beziehen Material zur Weiterverarbeitung, um die Bedarfe des OEM zu befriedigen. Die Materialbedarfsarten unterteilen sich in Materialbedarfe nach Ursprung und Erzeugnisebene sowie in Materialbedarfe nach Bestandsabgleich. Erstere unterteilen sich in Primär-, Sekundär- und Tertiärbedarfe. Um einen Handlungsbedarf bei der Über- bzw. der Unterschreitung der Kapazitäten abzuleiten dienen die Produktionsmengen und Primärbedarfe der Märkte als Grundlage für die Sekundär- und Tertiärbedarfsermittlung [vgl. DÖRMER 2013, S. 35; MEYR 2004]. Der Sekundärbedarf beinhaltet den abgeleiteten Bedarf an Ressourcen zur Produktion des Primärbedarfs. Er kann bei Kenntnis der Erzeugnisstruktur direkt aus dem Primärbedarf abgeleitet werden. Der Tertiärbedarf beschreibt die für die Produktion des Primärbedarfs erforderlichen Hilfs- und Betriebsstoffe, die keinen direkten Bestandteil des Endprodukts darstellen und nur zur Produktion, Wartung und Reparatur benötigt werden. Der Materialbedarf nach Bestandsabgleich unterteilt sich in den Brutto- und Nettobedarf. Der Bruttobedarf beinhaltet die Materialbedarfe nach Ursprung und Erzeugnisebene sowie den periodenbezogenen Primär-, Sekundär- oder Tertiärbedarf. Der Nettobedarf errechnet sich aus dem Bruttobedarf abzüglich des verfügbaren Lagerbestands [vgl. GÜNTHER UND TEMPELMEIER 2016, S. 158]. Tabelle 2-2 zeigt die unterschiedlichen Bedarfsarten.

**Tabelle 2-2:** Gliederung der unterschiedlichen Bedarfsarten [vgl. KLUG 2010, S. 377; GÜNTHER UND TEMPELMEIER 2016, S. 48]

Materialbedarf		nach Lagerbestandsabgleich	
		Bruttobedarf	Nettobedarf
nach Ursprung auf Erzeugnisebene	Primärbedarf	Bedarf an verkaufsfähigen Fahrzeugen ohne Lagerbestandsabgleich	Bedarf an verkaufsfähigen Fahrzeugen nach Lagerbestandsabgleich
	Sekundärbedarf	Bedarf an Rohstoffen, Teilen, Komponenten, Modulen und Systemen ohne Lagerbestandsabgleich	Bedarf an Rohstoffen, Teilen, Komponenten, Modulen, Systemen nach Lagerbestandsabgleich
	Tertiärbedarf	Bedarf an Hilfs- und Betriebsstoffen ohne Lagerbestandsabgleich	Bedarf an Hilfs- und Betriebsstoffen nach Lagerbestandsabgleich

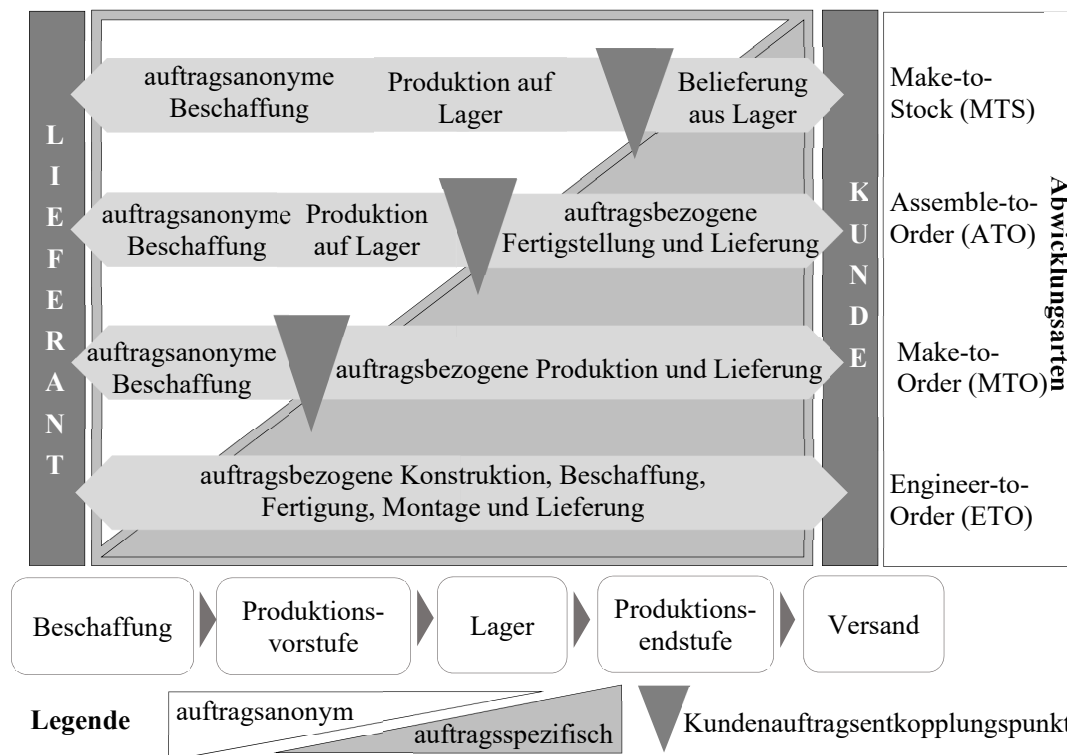
### 2.1.3 Typisierung produzierender Unternehmen

Einem kundenauftragsspezifischen Prozess liegt immer ein Kundenauftrag zugrunde, der durch eine preislich fixierte zu liefernde Menge eines Produkts zu einem bestimmten Termin in einer definierten Qualität festgelegt ist [vgl. SCHMIDT 2018, S. 6]. Der Kundenauftrag muss gültigen Regeln entsprechen, weswegen eine inhaltliche Überprüfung des Kundenauftrags auf Vollständigkeit und Baubarkeit [vgl. HUBER 2016, S. 28] erfolgt. Kombinationen aus Ausstattungsmerkmalen können aus technischen oder vertrieblichen Gründen erzwungen oder verboten werden [vgl. STÄBLEIN 2007, S. 67]. Der Kundenauftrag unterscheidet sich von einem Rahmenauftrag, der nur grobe Vereinbarungen über zukünftig zu liefernde Mengen trifft und keine konkrete Bestellung oder Abrufe von Artikeln vorsieht [vgl. SCHMIDT 2018, S. 6].

Der Kundenauftragsentkopplungspunkt (KEP) definiert den Punkt in einer Lieferkette, von dem aus ein Produkt einem Kundenauftrag zugeordnet wird [vgl. OLHAGER 2003, S. 319ff.], weswegen ihm die reale Nachfrage vorgelagert ist [vgl. CHRISTOPHER UND TOWILL 2000, S. 206-213]. Er markiert den Übergang zwischen den zwei Produktionsstrategien, die typischerweise in modernen Produktions- und Logistiknetzwerken praktiziert werden [vgl. KLINGEBIEL ET AL. 2011, S. 107; WINKLER 2010] und in Abhängigkeit von der Auftragsauslösung zu unterscheiden sind: Lageraufträge und kundenauftragsbezogene Produktionsaufträge [vgl. WIENDAHL ET AL. 2009, S. 261f.]. Die Platzierung des KEP ist eine wichtige Entscheidung, da das Produkt erst nach dem KEP den Kundenanforderungen entsprechend ausgestaltet wird. Die Positionierung des KEP beeinflusst markt- und produktbezogene Faktoren sowie Lieferketten- und Materialflussmerkmale [vgl. KLINGEBIEL ET AL. 2011, S. 103; SHARMAN 1984; BOWERSOX UND MORASH 1989; CHRISTOPHER UND TOWILL 2000; WINKLER 2010], wobei die Marktmerkmale die Produktmerkmale beeinflussen. Die Produktpalette und Anpassungsmöglichkeiten interagieren mit den Markterwartungen und führen zu einer Lieferfrist, die die Kunden hinsichtlich des Produktangebots benötigen [vgl. KLINGEBIEL ET AL. 2011, S. 103; OLHAGER 2003]. Diese Ziel-Lieferzeiten bestimmen, ob eine Prozesskette kundenauftragsspezifisch durchlaufen werden kann. Sind die Lieferzeiten an den Kunden kürzer als die Wiederbeschaffungszeiten der Produkte, kann ein kundenauftragsspezifischer Durchlauf nicht erfolgen, weswegen zumindest ein Teil der Prozesskette kundenauftragsneutral durchlaufen wird [vgl. SCHMIDT 2018, S. 6f.]. Bei komplexeren Produkten kann der KEP für einzelne Baugruppen oder Einzelteile an unterschiedlichen Positionen liegen [vgl. WIENDAHL ET AL. 2009, S. 258ff.].

Aus der Lage des KEP werden mehrere Produktbereitstellungsstrategien definiert [vgl. BOZARTH UND CHAPMAN 1996; OLHAGER 2003; KLINGEBIEL 2009], die vier Auftragsabwicklungsarten ergeben [vgl. SCHMIDT 2018, S. 6-9; WIENDAHL ET AL. 2009, S. 261f.]. Bei der Auftragsabwicklungsart Make-to-Stock (MTS) erfolgt die Herstellung von verkaufsfähigen Produkten unabhängig von Kundenaufträgen durch Plan-Bedarfe oder

durch Verbräuche aus dem Fertigwarenlager. Die Kunden werden nach dem Bestelleingang aus einem Fertigwarenlager beliefert, wie in der Mobiltelefonproduktion. Bei dieser Auftragsabwicklungsart profitieren die Kunden von sehr kurzen Lieferzeiten, das Unternehmen hat jedoch Bestände auf einer sehr hohen Wertschöpfungsstufe. Die Automobilproduktion erzeugt Zwischenerzeugnisse ohne Kundenbezug über die Auftragsabwicklungsart Assemble-to-Order (ATO). Die Fertigstellung der Endprodukte erfolgt auftragsbezogen, weswegen diese Endstufe häufig einer kundenindividuellen Montage entspricht. Es können nicht so kurze Lieferzeiten wie im MTS-Prozess sichergestellt werden, da Fertigwarenbestände bei dieser Auftragsabwicklungsart nicht vorgehalten werden. Werkzeugmaschinen, die auf einen spezifischen Kundenauftrag hin produziert werden, sind Produkte der Auftragsabwicklungsform Make-to-Order (MTO). Die Auftragsabwicklungsart Engineer-to-Order (ETO) ist dem MTO-Prozess sehr ähnlich, da die Produkte ebenfalls auf einen spezifischen Kundenauftrag hin gefertigt und montiert werden. Allerdings geht der Produktion von beispielsweise komplexen Großanlagen noch ein kundenspezifischer Engineeringprozess voraus [vgl. SCHMIDT 2018, S. 8]. Abbildung 2-5 zeigt die Auftragsabwicklungsarten und die Lage des KEP.



**Abbildung 2-5:** Arten der Auftragsabwicklung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 8, i. A. a. WIENDAHL ET AL. 2009, S. 259; HOEKSTRA ET AL. 1992, S. 67]

Nichtsdestotrotz finden sich alle Auftragsabwicklungsarten oft im Produktionssystem eines OEM wieder, da die Auftragspipeline Planaufträge, vom Händler zugewiesene Aufträge, vom Kunden bestimmte Aufträge und vom Händler bestimmte Aufträge umfasst [vgl. KLINGEBIEL ET AL. 2011, S. 109; SIMCHI-LEVI ET AL. 2007; GUNASEKARAN

UND NGAI 2005]. Für die kundenauftragsneutrale Prozesskette werden Lageraufträge zur Auffüllung des Entkopplungslagers erstellt, um die Entnahmen aus einem Entkopplungslager auszugleichen und den Bestand auf einem definierten Niveau zu halten. Im kundenauftragsbezogenen Teil werden Kundenaufträge in Produktionsaufträge überführt und Mengen und Fertigstellungstermine wesentlich durch die Kunden bestimmt [vgl. SCHMIDT 2018, S. 8f.]. Somit gehen mindestens zwei verschiedene, mehr oder weniger stark korrelierte Auftragsabwicklungsarten in die automobiler Lieferkette ein [vgl. KLINGEBIEL ET AL. 2011, S. 109].

Der Produktionstyp eines Betriebs entscheidet über die Art der Primär- und Sekundärbedarfsermittlung. Ein Auftragsfertiger (AF) fertigt ein Produkt kundenindividuell und ermittelt den Primärbedarf aus seinem Auftragsbestand. Der Rahmenauftragsfertiger (RAF) produziert kundenindividuelle Produkte über Rahmenverträge, die eine minimale und eine maximale Abnahmemenge eines Produkts beinhalten [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 24f., 136f.]. Ein Lagerfertiger (LF) produziert homogene, nicht direkt vom Kunden spezifizierte Produkte ausschließlich auf Grundlage von Bedarfsprognosen und lagert die Produkte bis zum Zeitpunkt des tatsächlichen Absatzes. Eine Mischform aus Auftrags- und Lagerfertiger ist der Variantenfertiger (VF). Um eine große Produktvielfalt<sup>5</sup> anzubieten verknüpft er deren Vorteile, indem er eine wirtschaftliche und kundenauftragsanonyme Vorproduktion des Grundprodukts bei gleichzeitiger Individualisierung durch den Endkunden ermöglicht [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 137; SCHUH UND SCHMIDT 2014, S. 23; KURBEL 2016, S. 166]. Der in der Automobilindustrie vorherrschende Produktionstyp ist der Variantenfertiger. Liegt eine große Anzahl an möglichen Varianten vor, so wird von einer variantenreichen Serienproduktion gesprochen. Gemäß der zurückgezogenen DIN 199-1:2002-03 sind Varianten „Gegenstände ähnlicher Form und/oder Funktion mit einem in der Regel hohen Anteil identischer Gruppen oder Teile“ [DIN 199-1:2002-03]. Der Regelsetzer empfiehlt allerdings die Anwendung von DIN EN ISO 10209:2012-11 [vgl. DIN EN ISO 10209:2012-11]. Zur konkreteren Typisierung eines OEM werden im Folgenden zwölf Einzelmerkmale und dahinterstehende Ausprägungen beschrieben, da die variantenreiche Serienproduktion sehr unterschiedliche Gestaltungs- und Ausprägungsformen annehmen kann [vgl. BARTHEL 2006, S. 36f.; ALICKE 2003, S. 49f.]. Die Ausprägungen lehnen sich an Merkmale der Betriebstypologie nach SCHOMBURG (1980) an, die um Merkmale zur objektiven Beschreibung der Auftragsabwicklungsstrukturen durch BÜDENBENDER (1991) ergänzt wurden [vgl. SCHUH UND SCHMIDT 2014, S. 123; SCHOMBURG 1980; BÜDENBENDER 1991].

---

<sup>5</sup> Die Produktvielfalt beschreibt die Anzahl an verschiedenen angebotenen Versionen eines Produkts zu einem bestimmten Zeitpunkt [vgl. RANDALL UND ULRICH 2001, S. 1588-1604], die den Kunden angebotene Produktanzahl [vgl. PINE 1993] und die Anzahl der Varianten innerhalb einer bestimmten Produktgruppe [vgl. VAAGEN UND WALLACE 2008, S. 431-455]. Sie setzt sich aus Farben, Geschmacksrichtungen, Größen, Merkmalen, Ländern oder Geometrie zusammen [vgl. KLINGEBIEL ET AL. 2011, S. 104].



Das erste Merkmal *Auftragsauslösungsart* kennzeichnet die Bindung der Produktion an den Absatzmarkt und lässt sich vom Grundtyp des Unternehmens ableiten. Die Auftragsauslösungsart hat einen großen Einfluss auf die Art und Genauigkeit der Primär- und Sekundärbedarfsprognose. Die Initiierung der Auftragsabwicklung kann entweder durch Kundenaufträge oder anhand von Absatzerwartungen erfolgen, wobei Ersteres ein Indiz für die Produktionstypen Kundenauftragsfertiger oder Rahmenfertiger und Letzteres für den Lagerfertiger ist. Bei der Produktion auf Bestellung von Einzelaufträgen erfolgt die Auslösung des Primärbedarfs durch viele Kundenaufträge. Die Auslösung des Primärbedarfs erfolgt bei Rahmenauftragsfertigern durch wenige Kundenaufträge mit längerfristiger Vereinbarung. Bei der kundenauftragsanonymen Vorproduktion- und der kundenauftragsbezogenen Endproduktion erfolgt die Auslösung des Primärbedarfs durch Absatzprognosen bei einem zeitlich versetzten Eintreffen der Kundenaufträge. Bei der Produktion auf Lager erfolgt die Kundenauftragsabwicklung über Fertigwarenlager [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 123]. Ein OEM produziert sowohl basierend auf Einzelaufträgen als auch auf Rahmenverträgen mit industriellen Großkunden.

Das zweite Merkmal *Erzeugnisspektrum* betrifft den Standardisierungsgrad und den kundenseitigen Gestaltungseinfluss auf die Erzeugniskonstruktion. Bei der Produktion der Erzeugnisse nach Kundenspezifikation handelt es sich um auftragsbezogene Neukonstruktionen auf der Basis von Kundenanforderungen. Typisierte Erzeugnisse mit kundenspezifischen Varianten sind auftragsbezogene Anpassungskonstruktionen auf der Basis einer vorhandenen Grundkonstruktion für verschiedene Typen. Zudem gibt es Standardkonstruktionen mit bzw. ohne Variantenprogramm [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 124]. Beim OEM werden auftragsbezogene Neukonstruktionen i. d. R. nicht durchgeführt. Typisierte Erzeugnisse mit kundenspezifischen Varianten sind häufig im Bereich der Nutzfahrzeuge vorzufinden, die für Geschäftskunden individuell gefertigt werden. Standarderzeugnisse mit Varianten sind bei einem OEM am weitesten verbreitet, wobei Unterschiede im Variantenspektrum existieren [vgl. FREYE 1996, S. 32].

Das dritte Merkmal *Erzeugnisstruktur* kennzeichnet den konstruktionsbedingten Aufbau der Erzeugnisse [vgl. SCHUH UND STICH 2012; SCHOMBURG 1980]. Kriterien zur Differenzierung des Merkmals sind die Strukturtiefe als Anzahl der Strukturstufen und die Strukturbreite als Anzahl der Stücklistenpositionen. Es wird zwischen geringteiligen Erzeugnissen, mehrteiligen Erzeugnissen mit einfacher Struktur und mehrteiligen Erzeugnissen mit komplexer Struktur unterschieden. Erstere haben eine durchschnittliche Anzahl an Strukturstufen von bis zu drei und eine durchschnittliche Anzahl an Stücklistenposten von bis zu 25. Mehrteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur verfügen mindestens über fünf Strukturstufen und 500 Stücklistenposten [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 125f.]. Trotz des modularen Aufbaus setzt sich ein Automobil aus einer hohen Anzahl an Einzelteilen und Baugruppen zusammen und ist daher den mehrteiligen Erzeugnissen mit komplexer Struktur zuzuordnen. Fahrzeuge sind

materielle, zählbare und bewegliche Güter, weswegen sie als materielle Stückgüter bezeichnet werden, die sich aus mehreren Teilen zusammensetzen [vgl. HOFFMANN 2017, S. 12ff.; DÖRMER 2013, S. 13; VOLLING 2009, S. 441; GRINNINGER 2012, S. 17; LÖDDING 2008, S. 95ff.; DYCKHOFF UND SPENGLER 2010, S. 232; KIENER ET AL. 2009, S. 149].

Das vierte Merkmal *Ermittlung des Erzeugnis- bzw. Komponentenbedarfs* beschreibt die Art der Bedarfsermittlung und die Strukturstufe des Erzeugnisses, auf der die Bedarfsermittlung durchgeführt wird. Bei einer bedarfsorientierten Ermittlung des Erzeugnisbedarfs erfolgt die Bedarfsermittlung anhand eingegangener Kundenaufträge. Der Auftragsbestand bildet die Eingangsgröße für die Planungsphase und ist oft erheblichen Schwankungen durch weitere Auftragseingänge und -änderungen unterworfen. Der Komponentenbedarf wird bei der erwartungs- und bedarfsorientierten Ermittlung teilweise planerwartungsorientiert aus Absatzprognosen und teilweise anhand eingegangener Kundenaufträge bedarfsorientiert ermittelt. Die Erzeugnisse entstehen durch die Kombination von Komponenten nach dem Baukastenprinzip, wobei maximal die Endmontage kundenbezogen erfolgt. Die erwartungsorientierte Ermittlung des Erzeugnisbedarfs erfolgt auf der Basis von Absatzprognosen. Die verbrauchsorientierte Ermittlung des Erzeugnisbedarfs erfolgt über einen fixierten Mindestbedarf unter Berücksichtigung der Wiederbeschaffungszeit [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 126f.]. Bei einem OEM erfolgt die Ermittlung durch Prognosen und durch Kundenaufträge. Wenn nicht genügend Kundenaufträge zur Füllung des Produktionsprogramms eingehen, werden verbleibende Kapazitäten mit Lagerfahrzeugen gefüllt [vgl. DÖRMER 2013, 27ff.; MEYR 2004; STÄBLEIN 2007].

Das fünfte Merkmal *Auslösung des Sekundärbedarfs* beschreibt anhand des mengenmäßigen Verhältnisses zwischen den auftragsorientiert und den periodenorientiert ausgelösten Sekundärbedarfen die Sekundärbedarfsermittlung. Eine auftragsorientierte Auslösung des Sekundärbedarfs meint eine auftragsbezogene und für jeden einzelnen Auftrag separate Auslösung des Sekundärbedarfs. Bei der periodenorientierten Auslösung des Sekundärbedarfs aus mehreren Kundenaufträgen werden mehrere Kundenaufträge über eine definierte Zeitperiode gebündelt und gemeinsam ausgelöst [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 127]. Bei einem Automobilhersteller wird der Sekundärbedarf teilweise auftrags- und periodenorientiert ausgelöst. Für Teile, die in jedem Fahrzeug verbaut werden, hängt der Teilebedarf vom Produktionsvolumen ab und kann bei der Volumenplanung ausgelöst werden. Bei Umfängen, die nur bei bestimmten Ausstattungsmerkmalen verbaut werden, wird der Sekundärbedarf durch Kunden- oder Lageraufträge ausgelöst.

Das sechste Merkmal der *Beschaffungsart* bezeichnet den Umfang des Einsatzes von fremdbezogenen Bedarfspositionen im Rahmen der betrieblichen Leistungserstellung und zieht als Kriterium zur Differenzierung den durchschnittlichen Anteil des prozentualen Fremdbezugsumfangs heran. Ein weitgehender Fremdbezug liegt vor, wenn mehr als 80 Prozent der Bedarfspositionen zugekauft werden. Demgegenüber kann der Fremd-

bezug bei einem durchschnittlichen Anteil an fremdbezogenen Bedarfspositionen von weniger als zehn Prozent als unbedeutend eingestuft werden. Fremdbezug im größeren Umfang bewegt sich folglich im Bereich zwischen zehn Prozent bis 80 Prozent [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 128]. In der Automobilindustrie nimmt die Fertigungstiefe und der Wertschöpfungsanteil der Produkte ab, teilweise werden bis zu 90 Prozent der Teile zugekauft [vgl. WANNENWETSCH 2014, S. 133].

Das siebte Merkmal *Bevorratung* berücksichtigt die Strukturebene der bevorrateten Bedarfspositionen, ohne Rohmaterialien und Normteile zu berücksichtigen. Wenn Erzeugnisse konstruktiven Aufbaus durch kundenspezifische Anforderungen festgelegt werden, kann eine Bevorratung von Bedarfspositionen kaum durchgeführt werden, da jeder Kundenauftrag den Charakter einer Neukonstruktion besitzt. Eine Bevorratung von Bedarfspositionen, die kundenanonym vorgefertigt werden, ist wegen dem geringen Standardisierungsgrad sowohl auf Baugruppen- als auf Teileebene wenig sinnvoll. Die Bevorratung kann sich in Abhängigkeit von dem Standardisierungsgrad auf Bedarfspositionen der unteren Strukturebenen beschränken oder sich bis auf Bedarfspositionen der oberen Strukturebenen bis hin zu teilweise vormontierten und komplett vormontierten Hauptbaugruppen ausdehnen. Die Bevorratung komplett montierter Erzeugnisse bietet sich bei einfachen Standarderzeugnissen an, die kundenanonym vorproduziert und über die jeweiligen Lager an die jeweiligen Kunden verkauft und ausgeliefert werden [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 129]. Eine möglichst ideale Lagerhaltungs- bzw. Beschaffungsstrategie wird beim OEM für jede Beschaffungsposition angestrebt, wobei die Entscheidung zur Lagerhaltung vom Wertanteil und der Bedarfskontinuität abhängt [vgl. SCHOLZ-REITER ET AL. 2014, S. 446].

Das achte Merkmal *Fertigungsart* bildet die Häufigkeit der Leistungswiederholung im Produktionsprozess ab, wobei die Differenzierungskriterien die durchschnittliche Auflagenhöhe und Wiederholhäufigkeit der Erzeugnisse pro Jahr sind. Die Einzelfertigung zeichnet sich durch eine geringere Auflagenhöhe der Erzeugnisse aus. Eine Wiederholung der Leistungserstellung gleicher oder fast gleicher Erzeugnisse findet i. d. R nicht statt. Eine Abgrenzung der Einzel- und Kleinserienfertigung von der Serienfertigung lässt sich aufgrund von schwammigen Definitionsgrenzen nur schwer vornehmen, weswegen Grenzwerte als Richtwerte angegeben werden. Unternehmen mit einer durchschnittlichen Wiederholhäufigkeit der Erzeugnisse pro Jahr größer zwölf und mit einer Auflagenhöhe fünfzig und mehr Einheiten können eher der Serienfertigung zugerechnet werden. Ein höherer Automatisierungsgrad in der Teilefertigung und Montage sowie ein stärker arbeitsteilig ausgeprägter Fertigungsprozess sind weitere Eigenschaften der Serienfertigung. Eine Massenfertigung liegt vor, wenn die Erzeugnisse in sehr hohen Stückzahlen ununterbrochen nacheinander gefertigt werden und die Auflagenhöhe folglich unbegrenzt ist [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 130]. Die Variantenfertigung impliziert eine Auftrags- bzw. Variantenmontage zur Umsetzung von

kundenindividueller Massenproduktion. Unterschiedliche Varianten werden unter Verwendung desselben Produktionssystems in einer verbundenen Produktion gefertigt. Die Produktion von individualisierten Automobilen erfordert durch die Variantenvielfalt eine hohe Flexibilität, weswegen flexible Automatisierungslösungen Umrüstaufwände zwischen aufeinanderfolgenden Varianten minimieren [vgl. VOLLING 2009, S. 20-24; DÖRMER 2013, S. 14].

Das neunte Merkmal *Ablaufart in der Teilefertigung* beschreibt die räumliche Anordnung der Fertigungsmittel und die Transportbeziehungen zwischen den Fertigungsmitteln. Die vier Ablaufarten der Teilefertigung sind die Werkstattfertigung, die Inselfertigung, die Reihenfertigung und die Fließfertigung. Die Werkstattfertigung fasst Fertigungsmittel mit gleichem Bearbeitungsverfahren zu räumlichen Einheiten zusammen und ist durch einen ungerichteten Materialfluss der einzelnen Fertigungseinheiten charakterisiert. Die Inselfertigung beinhaltet die Zusammenfassung von Fertigungsmitteln unterschiedlicher Bearbeitungsverfahren zur möglichst vollständigen Bearbeitung fertigungstechnisch ähnlicher Teilegruppen oder -familien. Innerhalb der Fertigungsinseln ist der Materialfluss weitgehend variabel. Die Arbeitsgruppen steuern sich weitgehend selbst. Eine Reihenfertigung fasst Fertigungsmittel an der Arbeitsvorgangsfolge einer Teilegruppe zusammen, der Materialfluss ist gerichtet und unterliegt keinem Taktzwang. Einzelne Bearbeitungsstationen können übersprungen werden, um Ablaufvarianten bei der Arbeitsvorgangsfolge einzelner Teile realisieren zu können. Im Unterschied zur Reihenfertigung werden bei der Fließfertigung die einzelnen Bearbeitungsstationen zu starren Anlagen verkettet. Ein Fertigungsablauf, der keine Ablaufalternativen im Materialfluss mehr zulässt, unterliegt einem Taktzwang [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 132; EVERSHEIM 2002]. Durch das Produktionsprinzip der Fließfertigung in der Automobilmontage kann ein Nachrüstaufwand bei fehlendem Material am Verbauort entstehen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 34; WIENDAHL ET AL. 2009, S. 266].

Das zehnte Merkmal *Ablaufart in der Montage* beschreibt Organisationsformen der Montage und betrachtet den Grad der Arbeitsteilung sowie Bewegungsabläufe von Montageobjekten oder -richtungen. Bei der Baustellenmontage erfolgt eine Zuordnung von ortsfesten Montageobjekten zu ortsfesten Arbeitsplätzen. Das Erzeugnis wird komplett an einem Montageplatz im Herstellerwerk oder auf der Baustelle beim Kunden ohne Wechsel des Montagepersonals zusammengebaut. Bei der Gruppenmontage können zwei Ablaufalternativen unterschieden werden: von bewegten Arbeitsplätzen zu stationären Montageobjekten oder umgekehrt. Eine Reihenmontage liegt vor, wenn die Arbeitsplätze für bewegte Montageobjekte entsprechend dem Montageablauf angeordnet sind. Der gesamte Arbeitsumfang wird auf die einzelnen Arbeitsplätze aufgeteilt, wobei der den Arbeitsplätzen zugeteilte Arbeitsumfang in gewissen Grenzen variabel ist. Dies schließt eine Taktung des Montageablaufs aus. Die Reihenmontage ist dabei meist flexibel gegenüber Änderungen im Montageablauf. Bei der Montage von Varianten

können einzelne Arbeitsplätze übersprungen werden, wenn die an den betreffenden Arbeitsplätzen bereitliegenden Teile nicht eingebaut werden sollen. Die Fließmontage ist ähnlich strukturiert wie die Reihenmontage, wobei der gesamte Arbeitsumfang mit einem höheren Detaillierungsgrad und einer strengeren zeitlichen Abstimmung auf die einzelnen Arbeitsplätze aufgeteilt wird. Diese Maßnahmen führen zu einem quasi kontinuierlichen Bewegungsablauf, der eine Taktung des Montageablaufs ermöglicht. In Verbindung mit automatisierten Montageeinrichtungen wird eine Taktung des Montageablaufs erforderlich [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 133f.], welche einer Arbeitsfolge definierter Varianten unterliegt [vgl. SCHMIDT 2018, S. 34].

Das elfte Merkmal *Fertigungsstruktur* kennzeichnet die durchschnittliche Anzahl der aufeinander folgenden Arbeitsvorgänge und Montageabschnitte als Untergliederung in an Baugruppen orientierte Teilkomplexe im Fertigungsprozess [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 134; SCHOMBURG 1980]. Ein geringer Strukturierungsgrad der Fertigung liegt in einem Unternehmen vor, wenn weniger als zehn Arbeitsgänge und Montageabschnitte im Fertigungsprozess aufeinander folgen. Bei mehr als zwanzig aufeinander folgenden Montageabschnitten kann der Strukturierungsgrad als hoch bezeichnet werden. In der Automobilindustrie liegt eine Mischform der Produktstrukturtypen bei gleichzeitig hohem Fertigungsstrukturgrad vor, da im Karosseriebau einheitliche Karossen aus mehreren Vorprodukten hergestellt und zu Personenkraftwagen (PKW) oder Nutzfahrzeugen weiterverarbeitet werden [vgl. SCHUH ET AL. 2012b, S. 124, 135].

Das zwölfte Merkmal *Kundenänderungseinflüsse* beschreibt den Einfluss von verspätet eingehenden Kundenwünschen nach Fertigungsbeginn. Eine Differenzierung dieses Merkmals erfolgt anhand des durchschnittlichen Anteils der Aufträge, die nach Beginn der Fertigung infolge von Kundenwünschen gestalterischen Änderungseinflüssen unterworfen sind. Änderungseinflüsse in größerem Umfang liegen vor, wenn mehr als 25 Prozent des durchschnittlichen Anteils der Aufträge nach Fertigungsbeginn infolge von Kundenwünschen gestalterischen Änderungseinflüssen unterworfen sind. Gelegentliche Kundenänderungseinflüsse treten auf, wenn zwischen 25 Prozent und null Prozent der Aufträge geändert werden [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 135]. Bei den Fahrzeugherstellern sind aufgrund von Erfahrungswerten diejenigen Ausstattungsmerkmale sehr gut bekannt, die von Kunden regelmäßig verändert werden, was als Konsequenz große Probleme im Liefernetzwerk bereitet. Ein Beispiel sind Innenausstattungs-elemente im Sichtfeld des Kunden [vgl. BARTHEL 2006, S. 73]. Problematisch sind Varianten, die nur in kleinen Stückzahlen verbaut werden, da im Gegensatz zu Varianten mit einer höheren Stückzahl der Ausgleichseffekt zwischen den Kundenänderungen fehlt und eine geringe Erhöhung zu einer Bedarfsverdopplung in einer Zeiteinheit führen kann [vgl. KLAUS UND KRIEGER 2004, S. 277, 455].

Abbildung 2-6 fasst die vier Produktionstypen Auftragsfertiger (AF), Rahmenauftragsfertiger (RAF), Lagerfertiger (LF) und den Variantenfertiger (VF) sowie die zwölf

Merkmalsausprägung zusammen. Die jeweilige Ausprägung in einem Merkmal wird für den jeweiligen Produktionstyp grau hinterlegt visualisiert.

Merkmal		Typ	Merkmalsausprägung							
1	Auftragsauslösungsart	AF	Produktion auf Bestellung (Einzelaufträge)		Produktion auf Bestellung mit Rahmenaufträgen		Produktion auf Lager und/oder auf Bestellung		Produktion auf Lager	
		RAF								
		VF								
		LF								
2	Erzeugnisspektrum	AF	Erzeugnisse nach Kundenspezifikation		typisierte Erzeugnisse mit spezifischen Varianten		Standarderzeugnisse mit Varianten		Standarderzeugnisse ohne Varianten	
		RAF								
		VF								
		LF								
3	Erzeugnisstruktur	AF	mehrteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur		mehrteilige Erzeugnisse mit einfacher Struktur			geringteilige Erzeugnisse		
		RAF								
		VF								
		LF								
4	Ermittlung Erzeugnisbedarf bzw. Komponentenbedarf	AF	bedarfsorientiert auf Erzeugnisebene		prognosebedarfsorientiert Komponentenebene		prognoseorientiert Komponentenebene		prognoseorientiert auf Erzeugnisebene	bedarfsorientiert auf Erzeugnisebene
		RAF								
		VF								
		LF								
5	Auslösung des Sekundärbedarfs	AF	auftragsorientiert			teilw. auftragsorientiert/teilw. periodenorientiert		periodenorientiert		
		RAF								
		VF								
		LF								
6	Beschaffungsart	AF	weitgehender Fremdbezug			Fremdbezug in größerem Umfang		Fremdbezug unbedeutend		
		RAF								
		VF								
		LF								
7	Bevorratung	AF	keine Bevorratung von Bedarfspositionen		Bevorratung von Bedarfspositionen unterer Strukturebenen		Bevorratung von Bedarfspositionen oberer Strukturebenen		Bevorratung von Erzeugnissen	
		RAF								
		VF								
		LF								
8	Fertigungsart	AF	Einmalfertigung		Einzel- und Kleinserienfertigung		Serienfertigung		Massenfertigung	
		RAF								
		VF								
		LF								
9	Ablaufart in der Teilefertigung	AF	Werkstattfertigung		Inselfertigung		Reihenfertigung		Fließfertigung	
		RAF								
		VF								
		LF								
10	Ablaufart in der Montage	AF	Baustellenmontage		Gruppenmontage		Reihenmontage		Fließmontage	
		RAF								
		VF								
		LF								
11	Fertigungsstruktur	AF	Fertigung mit hohem Strukturierungsgrad			Fertigung mit mittlerem Strukturierungsgrad		Fertigung mit geringem Strukturierungsgrad		
		RAF								
		VF								
		LF								
12	Änderungseinflüsse während der Fertigung	AF	Änderungseinflüsse in größerem Umfang			Änderungseinflüsse gelegentlich		Änderungseinflüsse unbedeutend		
		RAF								
		VF								
		LF								

Abbildung 2-6: Produktionstypen und Merkmale [i. A. a. SCHUH UND STICH 2012]

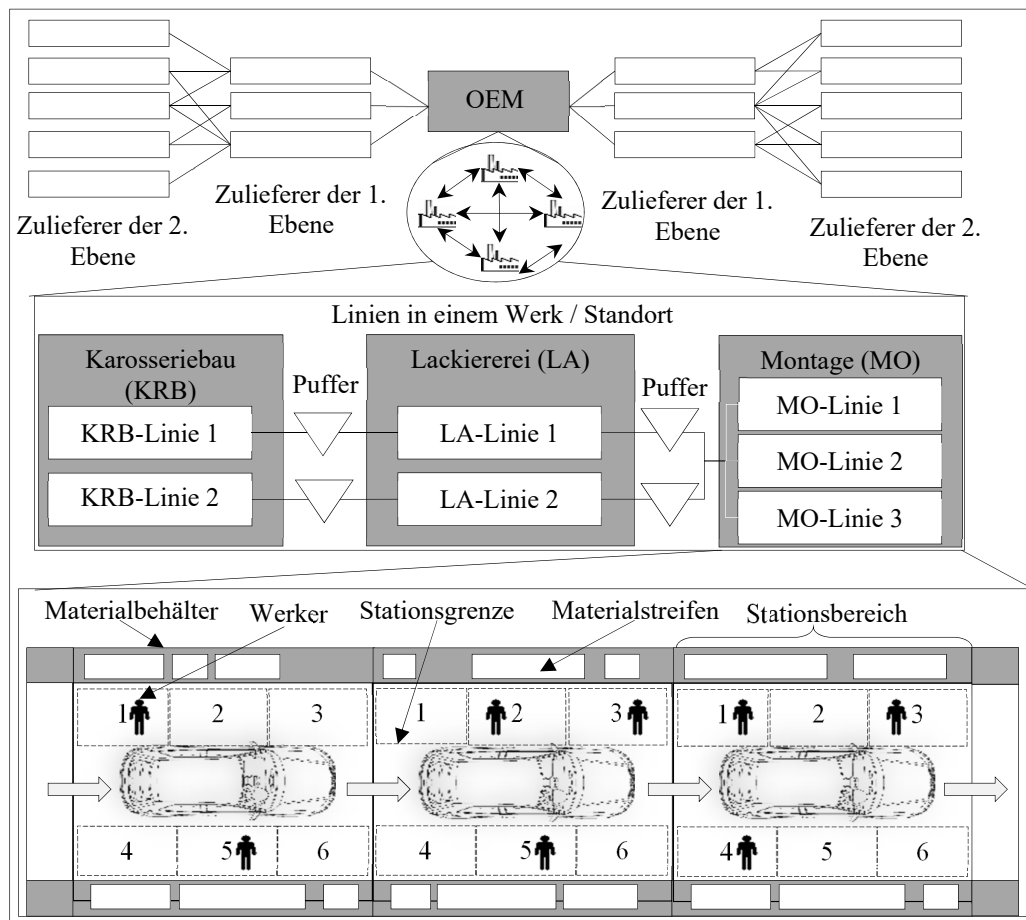
### 2.1.4 Flexibilisierungspotenziale durch kapazitative Anpassungen

Aufbauend auf der Produktionstypisierung eines Automobilherstellers als Variantenfertiger in Abschnitt 2.1.3 lassen sich zwei grundsätzliche Herausforderungen zusammenfassend darlegen. Der Produktbedarf der Automobilproduktion ist saisonalen Schwankungen unterworfen [vgl. HOFFMANN 2017, S. 30; LÖDDING 2008, S. 105f.], weswegen Produktionsmengen nicht vollständig synchron mit dem Nachfrageverlauf ausgeplant werden können [vgl. HOFFMANN 2017, S. 30]. Änderungswünsche der Kunden können in der modernen Automobilproduktion bis kurz vor Fertigungsbeginn berücksichtigt werden. Bei aufgebauten Beständen besteht die Gefahr, dass die Produkte vom Kundenwunsch abweichen [vgl. HOFFMANN 2017, S. 31; SOARES UND VIEIRA 2009, S. 550] und nicht verkaufsfähig sind. Eine Folge sind Kapitalbindungskosten, Umrüstungsaufwände oder Verschrottungskosten. Automobilhersteller verlagern diese Herausforderung an ihre Vertragshändler, die für die Konfiguration eines Großteils der Aufträge verantwortlich sind [vgl. HOFFMANN 2017, S. 31; MATZKE 2016, S. 288]. Folglich wird die Bedarfssynchronisierung durch Bestände für die Automobilproduktion als kritisch angesehen, weswegen eine variable Kapazitätsanpassung in den Mittelpunkt rückt, auch Flexibilitätsinstrumente genannt [vgl. HOFFMANN 2017, S. 29-31].

Kapazität beschreibt eine verfügbare oder erzielte Leistung oder Menge einer Ressource, zum Beispiel Maschinen oder Personal [vgl. BICHLER ET AL. 2017, S. 112]. BIHLMAIER ET AL. (2009) unterscheiden zwischen technischer und organisatorischer Kapazität. Während die technische Kapazität die maximale Menge an Erzeugnissen, die eine Produktionsstätte produzieren kann, darstellt, bestimmt die organisatorische Kapazität durch die Festlegung von Arbeitszeiten die eigentliche Auslastung der Produktionsstätte [vgl. BIHLMAIER ET AL. 2009, S. 370]. Als Ergebnis der betrieblichen Tätigkeit wird zwischen einer qualitativen und einer quantitativen Komponente der Kapazität unterschieden. Erstere beschreibt die Entwicklung des Leistungsvermögens, Art und Güte. Beispielsweise wird die qualitative Personalkapazität durch die Eignung bzw. Kompetenz der menschlichen Arbeitsleistung zur Bewältigung der gestellten Aufgaben bestimmt. Die quantitative Kapazität ist das mengenmäßige Leistungsvermögen mit dem Maßstab der Ausbringungsmenge je Zeiteinheit. Beispielsweise wird die quantitative Personalkapazität durch die Anzahl an beschäftigten Mitarbeitern errechnet [vgl. ALBRECHT UND STEINRÜCKE 2014, S. 44; HEERLEIN 2009, S. 32]. Da die Gesamtkapazität einer SC keine geeignete Basis zur Kapazitätsermittlung darstellt, ist eine zeitliche, räumliche und funktionale Spezifikation der Kapazitäten erforderlich. Bei der zeitlichen Spezifikation wird zwischen der Gesamtkapazität des Betrachtungshorizonts und der Periodenkapazität unterschieden. Bei der räumlichen Spezifikation werden Kapazitäten an unterschiedlichen, in sich homogenen Standorten betrachtet. Mittels funktionaler Spezifikation erfolgt eine Einteilung nach betrieblichen Faktorkapazitäten wie Produktions- und Logistikkapazitäten [vgl. ALBRECHT UND STEINRÜCKE 2014, S. 44]. Das Ziel des Kapazitäts-

managements ist eine unternehmensübergreifende Planung der benötigten Kapazitäten unter Beachtung der externen Restriktionen aller Netzwerkpartner sowie der internen Restriktionen beim OEM [vgl. KLUG 2010, S. 140]. Das Kapazitätsmanagement nimmt eine zentrale Rolle im Spannungsfeld zwischen Bedarfen, Lieferantenkapazitäten und dem geplanten Produktionsprogramm ein [vgl. KROG, E. H. ET. AL 2002, S. 47].

Die Kapazität im Produktionsnetzwerk eines Automobilherstellers erstreckt sich über die Lieferantenkapazitäten für Kaufteile und Distributionskapazitäten zur Beförderung der Kaufteile. Hinzu kommen die internen Kapazitäten der Produktionsstandorte beim OEM, die je nach Betrachtungshorizont weiter detailliert werden. So findet beispielsweise in der strategischen Netzwerkplanung und der aggregierten Produktionsprogrammplanung eine volumenorientierte Betrachtung für Produkte statt, die in den einzelnen Fabrikstandorten des OEM geprüft und über langfristige Lieferpläne mit den Lieferanten abgestimmt wird. In dem kurzfristigen Betrachtungshorizont gewinnt beim OEM über die Fließbandabstimmung die Reihenfolge und genaue Ausplanung der Automobile an Bedeutung, die über eine festgelegte Taktung an der Montagelinie des OEM unter Verwendung der benötigten Kaufteile der Lieferanten verbaut werden. Abbildung 2-7 zeigt die Kapazitätsebenen im Produktionsnetzwerk eines OEM.



**Abbildung 2-7:** Kapazitätsebenen im Produktionsnetzwerk



Der Begriff „Flexibilität“ meint die Kompetenz bei zunehmender Komplexität und Geschwindigkeit der sich wandelnden Umwelt anpassungsfähig zu bleiben und die entstehenden Herausforderungen bewältigen zu können [vgl. VOIGT UND SCHORR 2007, S. 41; MEFFERT 1985, S. 12; KALUZA 1993, S. 1173]. Die Bedeutung der Flexibilität nimmt in Zeiten zu, in denen Diskontinuitäten auftreten [vgl. MONSEES ET AL. 2007, S. 54]. Wie die Kapazität hat auch die Flexibilität eine qualitative und eine quantitative Dimension. Erstere bezieht sich auf den Faktor Arbeit und wird auch als funktionale oder numerische Flexibilität bezeichnet [vgl. ATKINSON 1984]. Früher ging ein hoher Automatisierungsgrad mit einer sinkenden funktionalen und numerischen Flexibilität einher, wohingegen moderne Organisationstypen der Produktion in Kombination mit flexiblen Automatisierungstechniken eine Beibehaltung oder auch Anhebung des Flexibilisierungsgrades bei gleichzeitiger Automatisierung ermöglichen. Insbesondere in der automobilen Endmontage wird aus Flexibilisierungsüberlegungen heraus teilweise bewusst auf Automatisierung verzichtet. Da sich die Flexibilität auf jedes Produktionssystem beziehen kann, ist von inter- und intraorganisationaler Flexibilität die Rede [vgl. SYDOW UND MÖLLERING 2015, S. 46; SYDOW 1992, S. 110ff.]. Zur unternehmensübergreifenden Flexibilität zählen in der personellen Dimension die Nutzung externer Arbeitskräfte, in der Dimension Beschaffungsflexibilität die Kapazitäten von Lieferanten. Die unternehmensinterne Flexibilität impliziert analog zur Kapazität eine Anlagen- und Personalflexibilität. Erstere ist bei Mehrzweckaggregaten größer als bei Spezialaggregaten. Die Personalflexibilität ist tendenziell bei qualifiziertem Personal größer als bei unqualifiziertem, zudem wird in eine passive Flexibilität als Fungibilität und eine aktive Flexibilität als Elastizität unterschieden. Erstere impliziert eine reaktive Anpassung an veränderte Quantitäten oder Qualitäten, wohingegen der Elastizität eine aktive Anpassungsfähigkeit zugeschrieben wird. Die Gewährleistung von Fungibilität basiert auf Reaktionsfähigkeit und Mobilität, wohingegen Elastizität Souveränität und eine breite Einsatzmöglichkeit, Polyvalenz genannt, erfordert. Die Beschaffungsflexibilität ist bei mehreren Bestellzeitpunkten höher als bei einem einmaligen Bestellzeitpunkt [vgl. SYDOW UND MÖLLERING 2015, S. 46f.].

Die Kapazität sowie die Flexibilität eines Produktionssystems oder Unternehmensnetzwerks gilt es nachhaltig mit großer Zuverlässigkeit sicherzustellen, da die dahinterstehenden Prozesse, sobald einmal angelaufen, eine hohe Stabilität bzw. eine geringe Störanfälligkeit aufweisen müssen. Robustheit als eine weitere notwendige Eigenschaft der Produktionssysteme ist ebenfalls erforderlich, allerdings ist sie eher für Sachleistungen als für Dienstleistungen bedeutsam. Ein technisch robustes Produktionssystem kann unwirtschaftlich sein, sofern die Kosten für eine geringe Störanfälligkeit den Gewinn übersteigen [vgl. SYDOW UND MÖLLERING 2015]. Die Kapazitätsflexibilität unterteilt sich in die Betriebsmittelflexibilität und die Mitarbeiterflexibilität [vgl. HOFFMANN 2017, S. 32f.; GRINNINGER 2012, S. 105], die in ihrer jeweiligen Ausprägung

sowohl für den OEM an seinen Fabrikstandorten als auch für die Zulieferer Anwendung finden können. Die Betriebsmittelflexibilität impliziert Maßnahmen zur Anpassung der technischen Kapazität und betrachtet die Taktzeit, die Fremdvergabe, die Verlagerung sowie die Anzahl der Betriebsmittel. Die Mitarbeiterflexibilität ist komplementär zur Beeinflussung der technischen Kapazität und kann durch die Variation der zur Produktion nutzbaren Arbeitszeit angepasst werden. Die Auswahl eines Arbeitszeitmodells, die Planung von Schließtagen sowie die Planung von arbeitsorganisatorischen Maßnahmen dienen zur Anpassung. Die Auswahl eines Arbeitszeitmodells ist gleichbedeutend mit der Festlegung der Grundarbeitszeit für jeden Mitarbeiter sowie der für die Produktion genutzten Wochentage [vgl. HOFFMANN 2017, S. 32-36; BOYSEN ET AL. 2007, S. 767-772].

Die Maßnahmen zur Anpassung des Kapazitätsangebots der Betriebsmittelflexibilität und der Mitarbeiterflexibilität unterteilen sich in Maßnahmen der Intensität, der Einsatzzeit und der Quantität. Zu den intensitätsverändernden Kapazitätsangebotserhöhungen zählen Maßnahmen, die auch ohne bevorstehende Kapazitätsengpässe betriebswirtschaftlich sinnvoll sind, da sie den Output je Zeiteinheit erhöhen und damit i. d. R. zu einer effizienteren Produktion beitragen. Falls diese Maßnahmen noch nicht ausgeschöpft sind, können sie dennoch als Kapazitätsmaßnahmen genutzt werden. Die Verringerung der Taktzeit kann beispielsweise aufgrund der damit verbundenen höheren Belastung von Personal und Maschinen Bedarfsspitzen ausgleichen. Eine andere Möglichkeit der Produktionsintensivierung ist die Erhöhung der produktiven Zeit innerhalb einer Schicht [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 44], indem beispielsweise die Maschinenreinigung am Ende einer Schicht fremdvergeben wird. Weiterhin kann eine bessere Auslastung der Produktionssysteme beispielsweise durch Parallelbearbeitung den Output je Zeiteinheit vergrößern. Hierbei wird ein Auftrag in Teilaufträge zerlegt, die auf mehreren Maschinen zugleich bearbeitet werden können [vgl. GUDEHUS 2000, S. 252]. Eine Maßnahme zur Veränderung der Einsatzzeit ist die Einführung von Lebensarbeitszeitkonten als Allokation von Kapazitäten über die Zeit, indem bei einem kurzfristigen Bedarf an personeller Kapazität Arbeitszeit aus der Vergangenheit oder der Zukunft entnommen werden kann [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 44]. Die Verlängerung der Schichten kann mit der Einführung von Lebensarbeitszeitkonten verbunden werden und bewirkt i. d. R. eine Erhöhung des Outputs, während aus der Verkürzung eine Verringerung des Outputs resultiert. Weiterhin kann der Produktionskalender und der Werksurlaub angepasst werden, wobei Schichtverlängerungen und -verkürzungen Teile des Produktionskalenders sind [vgl. ASKAR ET AL. 2007, S. 239; KLUG 2010, S. 384; GOTTSCHALK 2005, S. 44]. Als Maßnahme bei existenzbedrohender Überkapazität als einem Überschuss an Kapazität darf Kurzarbeit als die vorübergehende Verringerung der Arbeitszeit eingeführt werden [vgl. KLUG 2010, S. 384]. Eine weitere Möglichkeit zur Abstimmung des Kapazitätsangebots ist die quantitative Anpassung, die mithilfe der Beschaffung oder Abstoßung von Produktionsanlagen, der Einstellung oder des Abbaus von Personal und eines

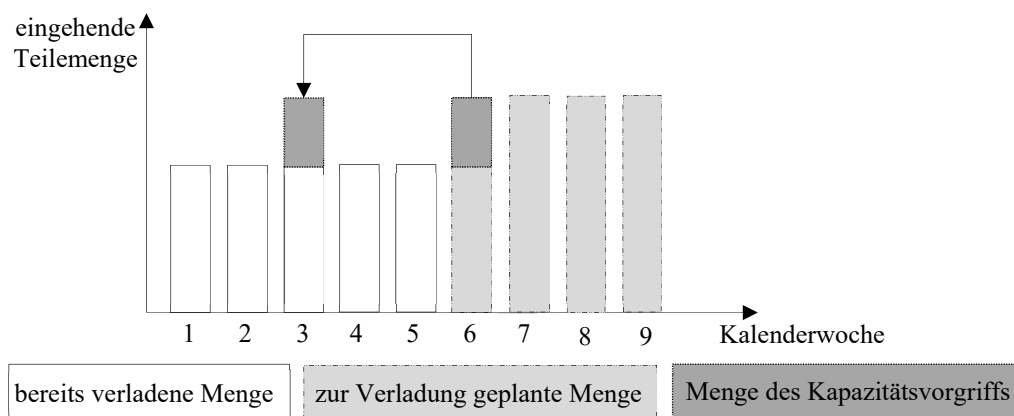
innerbetrieblichen Austauschs von Arbeitskräften ermöglicht wird. Zudem können Zulieferer Aufträge oder die Produktion von Vorprodukten fremdvergeben, um ihre Kapazität zu erweitern. Tabelle 2-3 fasst die Maßnahmen aus der Literatur zusammen.

**Tabelle 2-3:** Maßnahmen kapazitiver Anpassung des Angebots

	Angebotskapazität größer als der Kapazitätsbedarf	Kapazitätsbedarf höher als der Kapazitätsbestand
<b>Intensität</b> produzierte Menge pro Zeit [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 44]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Taktzeit [vgl. KLUG 2010, S. 384; ASKAR ET AL. 2007, S. 240; GOTTSCHALK 2005, S. 44]</li> <li>• Stilllegung von Anlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verringerung der Taktzeit [vgl. KLUG 2010, S. 384]</li> <li>• produktive Zeit innerhalb der Schicht erhöhen [ASKAR ET AL. 2007, S. 241]</li> <li>• Auslastung der Maschinen erhöhen [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 44]</li> <li>• Qualifikationsmaßnahmen [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 40]</li> </ul>
<b>Einsatzzeit</b> Nutzung der Kapazität im gewählten Zeitraum [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 44]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung Schichten, Wochenenden [vgl. KLUG 2010, S. 384]</li> <li>• Kurzarbeit [vgl. KLUG 2010, S. 384]</li> <li>• Ausweitung des Betriebsurlaubs [vgl. KLUG 2010, S. 384]</li> <li>• Personalverlagerung in andere Produktionsbereiche bzw. Werk- standorte [vgl. KLUG 2010, S. 384]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überstunden</li> <li>• Schichtlänge erhöhen [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 240]</li> <li>• Wochenendschichten [vgl. KLUG 2010, S. 384]</li> </ul>
<b>quantitative Anpassung</b> dauerhafte Anpassung der Kapazität [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 44]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verringerung der Anzahl an Produktionsanlagen in der Fertigung [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 44]</li> <li>• Verringerung des Personalbestands [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 44]</li> <li>• innerbetrieblicher Austausch von Personen [vgl. KLUG 2010, S. 384]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Anzahl an Produktionsanlagen in der Fertigung [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 44]</li> <li>• Erhöhung des Personalbestands [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 44]</li> <li>• innerbetrieblicher Austausch von Personen [vgl. KLUG 2010, S. 384]</li> <li>• Fremdvergabe [vgl. KLUG 2010, S. 384; GOTTSCHALK 2005, S. 44]</li> </ul>

Zu einer Verringerung der Kapazitätsnachfrage können Einbaurestriktionen führen, indem eine Quotierung des Kapazitätsangebots je Periode erfolgt. Dies kann mit einer Verlängerung der Lieferzeit oder einer sinkenden Kundenzufriedenheit einhergehen. Darüber hinaus kann die Nachfrage nach Fahrzeugeigenschaften durch gezielte Marketing-Aktionen gesteuert werden, um eine Erhöhung der Einbauraten anderer Fahrzeugeigenschaften einer Gruppe zu erreichen, für die eine ausreichende Kapazität vorhanden ist. Eine Erhöhung der Kapazitätsnachfrage kann durch eine Quotierung des Kapazitätsangebots je Periode erfolgen, indem entsprechende Einbauraten erhöht werden [vgl. KLUG 2010, S. 384ff.].

Die Flexibilisierung durch Fremdbezug impliziert die Fremdvergabe produktionsseitiger Wertschöpfungsanteile an externe Dritte und ermöglicht eine Auslastungsverringerung der eigenen Produktionsstätte [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 43]. Eine kapazitative Verlagerung führt zu keiner dauerhaften Kapazitätsveränderung, da sie mit einem Kapazitätsvorriff arbeitet. Allerdings kann so ein Engpass hinausgezögert werden, bis die kapazitative Aufstockung erfolgt [vgl. WANNENWETSCH 2014, S. 68-70]. Zum anderen können durch Vorproduktion zukünftige Bedarfe gedeckt werden, indem in Perioden mit freien Kapazitäten Leistungen im Voraus erbracht und in einem Lager des Unternehmens bis zum Eintreffen der entsprechenden Nachfrage aufbewahrt werden [vgl. LETMATHE 2002, S. 298]. Der Aufbau von zusätzlichen Sicherheitsbeständen durch Vorproduktion ist im Gegensatz zum Kapazitätsvorriff eine mittelfristige Maßnahme. Die Voraussetzung für den Aufbau von Sicherheitsbeständen ist eine ausreichende Kapazität des entsprechenden Zulieferers. Die Vorproduktion eines Sicherheitsbestands kann sowohl Kosten für die Lagerhaltung als auch entstehende Risiken zur Folge haben. Beispielsweise dürfen die vorproduzierten Teile durch technische Änderungen am gewünschten Einsatzzeitpunkt nicht mehr verwendet werden oder es entstehen Verschrottungskosten durch falsch prognostizierte Bedarfsspitzen [vgl. WANNENWETSCH 2014, S. 68-70]. Abbildung 2-8 visualisiert die Sicherheitsbestände durch Vorproduktion.

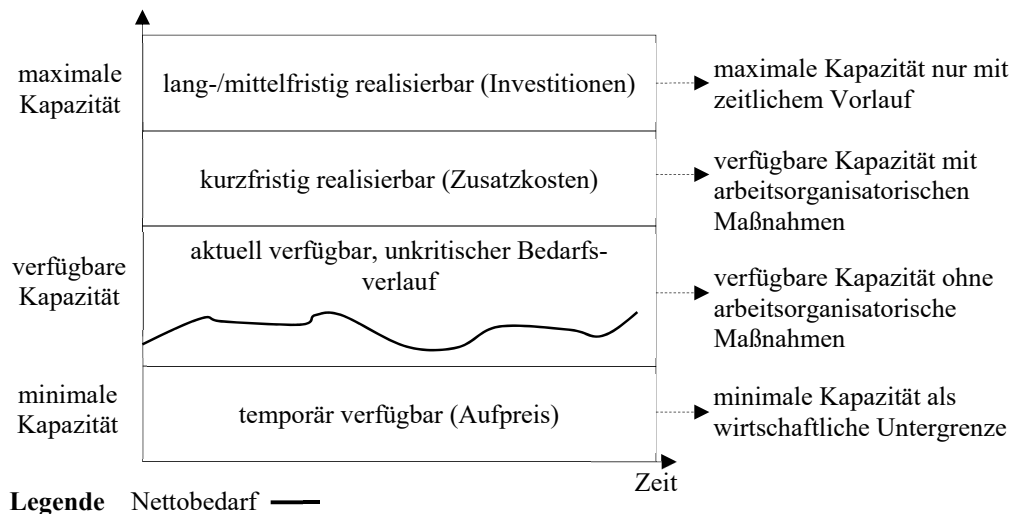


**Abbildung 2-8:** Sicherheitsbestände durch einen Kapazitätsvorriff

Es steht die Nutzung von diversen Möglichkeiten der Kapazitätsflexibilität zur Verfügung, um die Produktionsmenge an die spezifische Nachfragesituation anzupassen [vgl. DÖRMER 2013, S. 51; DUDENHÖFFER UND DUDENHÖFFER 2013, S. 235].

Für einen ersten Überblick über die möglichen Kapazitätsmaßnahmen eines Zulieferers kann ein sogenanntes Kapazitätsprofil erstellt werden. Ein Kapazitätsprofil stellt die maximale Kapazität im Zeitverlauf einer Periode durch die Zusammenfassung kapazitiver Flexibilität dar und gibt einen ersten Überblick über mögliche Flexibilisierungen. Inputgrößen sind die Vorlaufzeit, die Höhe der Kapazitätserweiterung bzw. Kapazitätsverringerung sowie die minimale oder maximale Einsatzdauer je

Kapazitätsmaßnahme [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 75-78]. Die Belastung einer Maschine für die Produktion eines bestimmten Produkts stellt der Kapazitätsauslastungsfaktor fest und bildet kapazitative Besonderheiten ab [vgl. LEACHMAN UND CARMON 1992, S. 63f.]. Kapazitätsgrenzen erfordern gegebenenfalls Kapazitätserweiterungen, die einer zeitlichen Realisierbarkeit unterliegen. In der Theorie werden sämtliche Kapazitätsmaßnahmen entweder rollierend oder bei Bedarf erhoben. Abbildung 2-9 zeigt die Kapazitätsgrenzen im Kontext der zeitlichen Realisierbarkeit.



**Abbildung 2-9:** Kapazitätsgrenzen im Zeitverlauf [vgl. HEROLD 2007, S. 38]

Aus ökonomischer Sicht ist die Betrachtung der neu entstehenden oder wegfallenden Kosten einer zusätzlichen Produktionseinheit als Grenzkosten genannt [vgl. VOEGELE UND SOMMER 2012, S. 33] bei der Bestimmung von kapazitiven Anpassungen ebenfalls relevant. Grenzkosten sind als die bei der Vergrößerung der Produktionsmenge für die Herstellung der letzten Produktionseinheit verursachten variablen Mehrkosten definiert. Solange ein zusätzlicher Umsatz aus der zusätzlichen Mengeneinheit resultiert, der größer als die zusätzlichen Kosten ist, trägt diese Einheit zur Erhöhung des Gewinns bei. Wenn die letzte Einheit ebenso viel kostet, wie sie an Umsatz erzielt, wird der Grenzgewinn Null, eine weitere Einheit würde den Gewinn schmälern, da sie mehr Kosten verursacht, als sie an Gewinn einbringt. Die Produktion ist so lange rentabel, wie die Kosten den Umsatz nicht überschreiten [vgl. AUBECK 2010; VOEGELE UND SOMMER 2012, S. 419]. Die Grenzkosten werden ermittelt, indem die Produktion um eine Einheit verändert und der sich ergebende Kostensatz bestimmt wird [vgl. VOEGELE UND SOMMER 2012, S. 33]. Eine gleichmäßige Auslastung der Produktionskapazität ist durch eine ständig wechselnde Auftragslage und kompetitive Absatzmärkte zunehmend erschwert. Um Auswirkungen unternehmerischer Entscheidungen korrigieren zu können, kann es erforderlich sein, diese kostenrechnerisch zu erfassen. Durch die Betrachtung der Grenzkosten lassen sich Entscheidungen, beispielsweise den Auslastungsgrad [vgl. VOEGELE UND SOMMER 2012, S. 33] oder die Wirtschaftlichkeit des Produktionsprogramms betreffend, untermauern.

## 2.2 Grundlagen automobiler Geschäftsprozesse

Die Prozessforschung kann in verschiedensten Bereichen eingesetzt werden, wodurch sie durch eine Vielzahl an unterschiedlichen Begriffen und Konzepten geprägt ist. Diese begriffliche Heterogenität [vgl. SEIDLER 2009, S. 76] führt dazu, dass Arbeiten zur Klassifikation aus ihrem spezifischen Kontext gelöst werden müssen [vgl. SEIDLER 2009, S. 76; MÜLLER-STEWENS UND LECHNER 2003, S. 44f.].

Die Dissertation identifiziert den Handlungsbedarf einer Konzepterstellung einer ereignisorientiert initiierten Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen im mittelfristigen Zeithorizont als Weiterentwicklung der in der Literatur etablierten Geschäftsprozesse. Der Begriff „Prozess“ lässt sich auf das lateinische „processus“ zurückführen und kann mit „Fortgang“ oder „Verlauf“ übersetzt werden [vgl. SAATKAMP 2002, S. 63]. Er wird in der Literatur auf zwei Arten definiert, die sich inhaltlich unterscheiden [vgl. SEIDLER 2009, S. 78]. Die erste Interpretation des Prozessbegriffs wird als handlungsbezogene Sichtweise bezeichnet, da sie die Handlungen in den Mittelpunkt stellt [vgl. BAMBERGER UND CAPPALLO 2003, S. 94]. Um ein Ergebnis von Wert zu erzeugen, werden unterschiedliche Inputs benötigt [vgl. HAMME ET AL. 1994, S. 52; BAMBERGER UND CAPPALLO 2003, S. 94]. Die Prozessergebnisse, auch Outputs genannt, können materielle oder immaterielle Produkte beinhalten [vgl. GERPOTT UND WITTKEMPER 1995, S. 145]. Folglich ist ein Prozess eine Abfolge von Aktivitäten bzw. Aufgaben zur Bearbeitung eines betriebswirtschaftlich relevanten Objekts, die zeitlich und logisch aufeinander aufbauen [vgl. KOCH 2015, S. 2; BECKER ET AL. 2005, S. 6]. Die zweite Sichtweise wird als inhaltsorientierte Sichtweise bezeichnet und stellt die Betrachtung einer Variablen und ihre Veränderung im zeitlichen Verlauf in den Mittelpunkt und nicht die Handlungen [vgl. BAMBERGER UND CAPPALLO 2003, S. 94]. Diese Dissertation ordnet sich in die handlungsbezogene Sichtweise des Prozessbegriffs ein, da für eine mittelfristige Bewertung automobiler Produktionsprogramme Abfolgen von Handlungen aufgezeigt werden.

Unternehmen betreiben erhebliche Anstrengungen, um die logistischen Ziele ihrer internen Lieferkette fortwährend zu erreichen. Dabei bestätigt sich, dass die Optimierung nicht nur kompliziert, sondern aufgrund der zahlreichen Wechselwirkungen zwischen den Elementen einer Lieferkette sowie externer Einflussgrößen komplex ist. Selbst wenn eine Optimierung gelingt, ist diese bei einer Veränderung der Zielgrößen oder der Randbedingungen schnell wieder hinfällig [vgl. SCHMIDT 2018, S. 18f.]. Als Lösungsansatz müssen die wesentlichen Elemente durch eine entsprechende Abstraktion zunächst überschaubar dargestellt werden, wozu sich der Einsatz von Modellen anbietet. Ein Modell ist ein durch Abstraktion gewonnenes Abbild der Realität [vgl. SCHMIDT 2018, S. 18f.; STACHOWIAK 1973, S. 128ff.]. Die Abstraktion kann dabei durch eine Reduktion als Verzicht auf die Abbildung von unbedeutenden Details oder die Idealisierung als einer Vereinfachung von vorliegenden Gegebenheiten erreicht werden, um nur die relevanten

Systemelemente und Eigenschaften zu erfassen. Ein Modell muss eine realitätsnahe Abbildung der Situation bzw. des Problems innerhalb des Realsystems ermöglichen und eine allgemeine Anwendbarkeit sicherstellen. Die Klarheit und Verständlichkeit der Aussagen kann durch eine Beschränkung auf das Wesentliche erreicht und ein umfassendes Verständnis des Systemverhaltens geschaffen werden [vgl. SCHMIDT 2018, S. 18f.; OERTLI-CAJACOB 1977, S. 16ff.].

Die Begriffe „Prozess“ und „Geschäftsprozess“ finden häufig synonym Verwendung [vgl. SAATKAMP 2002, S. 63]. Ein Geschäftsprozess beschreibt die funktionsüberschreitende Abfolge von wertschöpfenden Tätigkeiten im Unternehmen zur Erreichung der Organisations- oder Unternehmensziele [vgl. TUROWSKI 1997, S. 211; STAUD 2006, S. 5]. Geschäftsprozesse werden definitorisch oftmals mit Leistungsprozessen, Kernprozessen oder Unternehmensprozessen gleichgesetzt. Sie unterscheiden sich von anderen betrieblichen Prozessen durch die unmittelbare Ausrichtung am Kundennutzen zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit [vgl. KOCH 2015, S. 2; ZELLNER 2004, S. 41], der entlang von Geschäftsprozessen und nicht in einzelnen Funktionen oder Bereichen entsteht [vgl. SEIDLER 2009, S. 74; KAMPHAUSEN, S. 16f.; KUTSCHKER UND SCHMID 2005, S. 642]. Die Tätigkeiten eines Geschäftsprozesses sind i. d. R. als Aufgaben definiert. Die unterste Ebene stellt die Elementaraufgaben als entweder nicht weiter zerlegbare oder auf der betreffenden Beschreibungsebene nicht weiter zerlegte Aufgaben dar [vgl. BULLINGER UND FÄHRICH 1997, S. 41]. Mehrere solche Elementaraufgaben werden in einer Aufgabe zusammengefasst: „Eine Aufgabe ist eine betriebliche Funktion mit einem bestimmbar Ergebnis. Sie wird von Menschen und/oder Maschinen ausgeführt.“ [ÖSTERLE 1995, S. 45]. Die in Geschäftsprozessen zu leistenden Aufgaben können auf unterschiedlichen Aggregationsniveaus betrachtet, aufgeteilt oder zusammengefasst werden [LIEBETRUTH 2016, S. 6]. Abfolgen von Tätigkeiten werden zur Realisierung von Aufgaben als Vorgänge ausgeführt [vgl. BULLINGER UND FÄHRICH 1997, S. 19].

Ein Prozessmodell stellt eine Abstraktion der realen Geschäftsprozesse dar und besitzt im Gegensatz zu einer Prozessbeschreibung eine klare Struktur, die die einzelnen Prozesse und Elemente miteinander verbindet, um Informationen und unterschiedliche Detaillierungsgrade zu organisieren [vgl. SEIDLER 2009, S. 78; KREISCHE 2004, S. 1]. Die Anzahl der Prozesse innerhalb von Prozessmodellen variiert. So kann ein Unternehmen mit zwei bis vier Kernprozessen [vgl. KAPLAN ET AL. 1991, S. 94] oder mit 140 Prozessen abgebildet werden [vgl. DAVENPORT 1993, S. 28]. In der Literatur werden zwei Richtungen bei der Aufstellung von Prozessmodellen in Unternehmen verfolgt [vgl. SEIDLER 2009, S. 81f.; GAITANIDES 2007, S. 152, 371f.; STRIENING 1988, S. 4; GAITANIDES ET AL. 1994, S. 6; SOMMERLATTE UND WEDEKIND 1991, S. 30f.; SCHILLING UND VÖLKL 2004, S. 417]. Die unternehmensspezifische Erstellung auf einem niedrigen Aggregationsniveau verhindert eine Übertragung zwischen Unternehmen oder Branchen [vgl. GAITANIDES 2007, S. 371f.; STRIENING 1988, S. 4], situative Prozessidentifikation

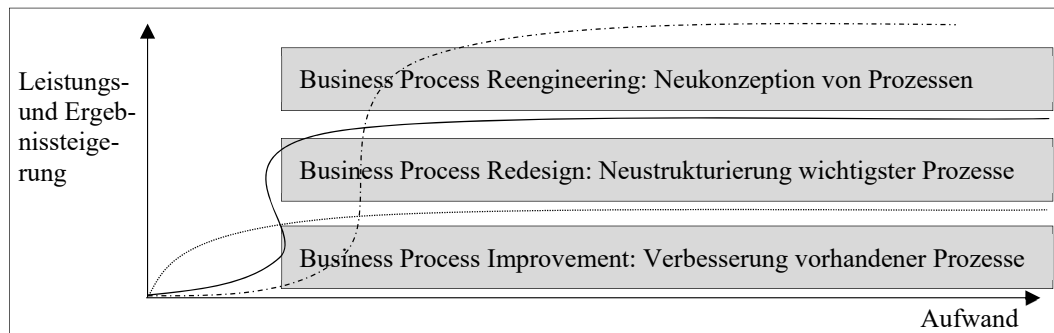
genannt [vgl. GAITANIDES ET AL. 1994, S. 6]. Die Erstellung auf der höchsten Aggregationsebene dient der Abbildung der allgemeinen Prozessidentifikation [vgl. SCHILLING UND VÖLKL 2004, S. 417] zur branchenweitem Übertragung [vgl. SOMMERLATTE UND WEDEKIND 1991, S. 30f.; GAITANIDES ET AL. 1994, S. 6; JARILLO 2005, S. 68; GAITANIDES 2007, S. 152, 272ff.].

Das erste Ziel jeder Prozessmodellierung ist die Bestandsaufnahme, welche Geschäftsprozesse in welcher Form ablaufen [vgl. STAUD 2006, S. 17]. Hierbei geht es um die zielorientierte Abbildung betrieblicher Abläufe [vgl. LIEBETRUTH 2016, S. 27; MERTENS ET AL. 2012]. Die Prozessmodellierung beinhaltet alle Aktivitäten zur Darstellung von Ist- und Soll-Prozessen [vgl. LIEBETRUTH 2016, S. 27; GESELLSCHAFT FÜR ORGANISATION 2014, S. 111] und wird als eine vollständige und präzise Beschreibung von Geschäftsprozessen durch die Verwendung einer Modellierungssprache bezeichnet [vgl. SCHMELZER UND SESSELMANN 2010, S. 416; LIEBETRUTH 2016, S. 27]. Weder die Methoden der Prozessmodellierung noch die Identifikation und Abgrenzung von Geschäftsprozessen sind exakt [vgl. STAUD 2006, S. 22]. Die wichtigste Unschärfe betrifft den Detaillierungsgrad, mit dem der Geschäftsprozess erhoben wird [vgl. STAUD 2006, S. 23]. Für die Prozessmodellierung werden drei Blickwinkel unterschieden. Das obere Management betrachtet zur Bestimmung der Unternehmensstrategie das Gesamtunternehmen und benötigt eine sehr grobe Übersicht über die Prozesse und Teilprozesse. Prozessverantwortliche verantworten die Leistungsbemessung eines einzelnen Prozesses über eine end-to-end-Sichtweise über Einzelprozessmodelle mit Prozessen, Teilprozessen und Arbeitsschritten. Das untere Management und die Ausführenden arbeiten in einzelnen Arbeitsschritten, sie benötigen weiterführende Details wie Dokumente, Verantwortlichkeiten und Datenflüsse [vgl. LIEBETRUTH 2016, S. 29; GESELLSCHAFT FÜR ORGANISATION 2014, S. 139ff.].

Referenzmodelle sind Prozessmodelle, die einen konzeptionellen Rahmen vorgeben und keinen spezifischen Fall modellieren, weswegen sie auch als eine allgemein gültige Repräsentation von Wissen bezeichnet werden [vgl. SEIDLER 2009, S. 82; SCHÜTTE 1998, S. 13,70, 195]. Ein Referenzmodell kann auch als Informationsmodell bezeichnet werden, das als Soll-Modell über Empfehlungscharakter für eine anforderungsgerechte Modifikation und Entwicklung unternehmensspezifischer Informationsmodelle verfügt [vgl. GENC 2015, S. 57]. Referenzmodelle werden daher auch als eine allgemein gültige Repräsentation von Wissen bezeichnet. Referenzmodelle sind durch ihr Abstraktionsniveau für verschiedene Organisationen gültig [vgl. SEIDLER 2009, S. 83f.; SCHÜTTE 1998, S. 13, 70]. Diese Organisationen sind nach den Modellen des unterbrochenen Gleichgewichts über längere Phasen robust gegenüber Umweltveränderungen [vgl. KÖTZLE 1997, S. 32ff.], weswegen sich auch die Referenzmodelle über längere Phasen in einem Gleichgewicht befinden. Referenzmodelle besitzen i. d. R. also auch eine längere Gültigkeit [vgl. SPECK UND SCHNETGÖKE 2003, S. 191ff.] und dienen der unternehmensspezifischen Prozessidentifikation oder zwischen- bzw. innerbetrieblichen Vergleichen. In der



Literatur wird nach Reichweite und Art des organisatorischen Veränderungsprozesses in drei Gruppen unterschieden [vgl. SEIDLER 2009, S. 83f.; METZEN 1994, S. 280ff.]. Eine Entschlackung der bestehenden Prozesse zur Verbesserung der vorhandenen Ablauforganisation ist das *Business Process Improvement* [vgl. NEUMANN ET AL. 2003, S. 308; GAITANIDES ET AL. 1994, S. 12f.]. *Business Process Redesign* ist eine Neustrukturierung der wichtigsten Prozesse, einhergehend mit einer Prozessrationalisierung [vgl. GAITANIDES ET AL. 1994, S. 12f.]. Eine grundlegende Neustrukturierung des Unternehmens ohne Berücksichtigung etablierter Organisationsstrukturen, bestehender Prozesse oder Ressourcen [vgl. PEISL 1996, S. 64ff.] ist das *Business Process Reengineering* [vgl. RESCH 1997, S. 9ff.; TREVOR 1999, S. 207; HAMME ET AL. 1994, S. 12ff.; KIESER 1996]. Diese Dissertation orientiert sich am Business Process Redesign zur Neustrukturierung des Prozesses automobiler Programmbewertung. Abbildung 2-10 fasst die Veränderungsprozesse zusammen.



**Abbildung 2-10:** Arten der Prozessveränderung zur Leistungs- und Ergebnissteigerung [vgl. SEIDLER 2009, S. 84; BOCK 1995, S. 80]

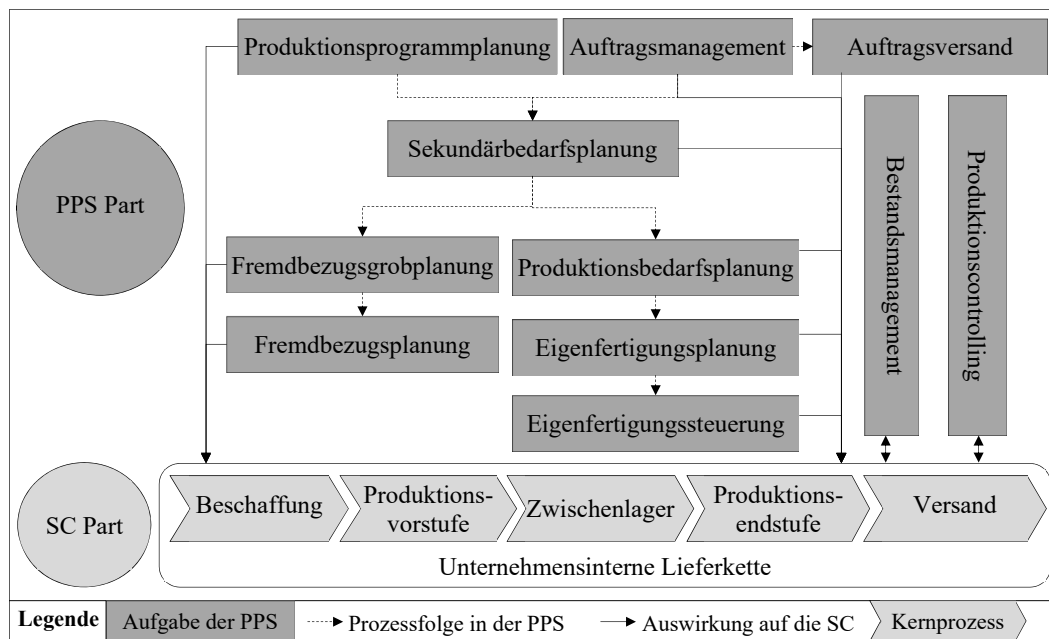
Eine Modellierungssystematik beschreibt die Realität mit einer spezifischen Notation, die in einer Semantik festlegt, mit welchen Symbolen die Bestandteile von Prozessen dargestellt werden, wie sie kombiniert werden können und was sie bedeuten [vgl. LIEBETRUTH 2016, S. 28]. Es existieren hunderte Notationen für unterschiedlichste Zielsetzungen, um Prozesse zu modellieren [vgl. WAGENITZ 2007, S. 80; HOMMES UND VAN REIJSWOUD 2000]. Bei einer Modellierungsmethode muss die Überwachung und Kontrolle von Geschäftsprozessen bedacht werden [vgl. STAUD 2006, S. 229], wobei die Wahl der Modellierungssystematik vom Ziel und dem Reifegrad der Prozessorganisation abhängt [vgl. LIEBETRUTH 2016, S. 28f.; GEISER 2009, S. 143]. Die Berücksichtigung der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) stellt sicher, dass die Prozessmodellierung auf einer einheitlichen und qualitativen Grundlage erfolgt und die mit ihr einhergehende Komplexität reduziert und beherrscht werden kann [vgl. SEIDLER 2009, S. 79; ROSEMAN 1998, S. 3]. Der *Grundsatz der Richtigkeit* impliziert die korrekte Wiedergabe der Sachverhalte dargestellter Prozesse [vgl. SEIDLER 2009, S. 80; BECKER ET AL. 2003, S. 49ff.]. Dabei ist zwischen semantischer und syntaktischer Richtigkeit zu unterscheiden. Die semantische Richtigkeit bezieht sich auf die adäquate Repräsentation der realen Welt im

abgebildeten System, die syntaktische Richtigkeit auf die Einhaltung definierter Notationsregeln [vgl. SCHÜTTE 1998, S. 37]. Der *Grundsatz der Relevanz* fordert, dass ein Prozessmodell grundsätzlich geeignet sein muss, die für verschiedene Verwendungszwecke erforderlichen Sachverhalte zu dokumentieren. Relevante Informationen müssen ergänzt und irrelevante Informationen gelöscht werden, ohne dass das Modell an Wert verliert [vgl. SEIDLER 2009, S. 80]. Der *Grundsatz der Wirtschaftlichkeit* weist darauf hin, dass die Modellierungsaktivitäten in einem angemessenen Kosten-Nutzen-Verhältnis stehen [vgl. SCHÜTTE 1998, S. 37; SEIDLER 2009, S. 80; BECKER ET AL. 2003, S. 49ff.]. Der *Grundsatz der Klarheit* postuliert, dass Modelle nur von Nutzen sind, wenn sie von den Anwendern zumindest bis zu einem bestimmten Grad intuitiv verstanden werden, weswegen die für das Modellverständnis erforderlichen methodischen Kenntnisse so gering wie möglich gehalten werden [vgl. SEIDLER 2009, S. 80; BECKER ET AL. 2003, S. 49ff.]. Der *Grundsatz der Vergleichbarkeit* meint, dass mit unterschiedlichen Modellierungsverfahren erstellte Modelle vergleichbar sein müssen [vgl. SCHÜTTE 1998, S. 57]. Der *Grundsatz des systematischen Aufbaus* meint, dass Modelle nur Teilaspekte einer komplexen Realität wiedergeben. Schnittstellen zu korrespondierenden Modellen sind einzuplanen und nachzuweisen [vgl. SEIDLER 2009, S. 80f.; BECKER ET AL. 2003, S. 49ff.].

Die Prozessmodellierung erfolgt i. d. R. durch ein Modellierungswerkzeug, das den Wechsel zu Detailansichten, das Ausblenden von Informationen, automatische Syntaxprüfungen und eine benutzerspezifische Festlegung von Zugriffsrechten ermöglicht [vgl. SEIDLER 2009, S. 86; KREISCHE 2004, S. 2f.]. Die Literatur unterscheidet in Abhängigkeit von den jeweiligen Aufgaben- und Einsatzbereichen fünf Arten von Modellierungswerkzeugen: Visualisierungswerkzeuge zur Prozessdarstellung, Modellierungswerkzeuge zur Prozessoptimierung, Simulationswerkzeuge zur Prozesssimulation, Workflow-Management-Systeme zur Automatisierung von betrieblichen Abläufen und CASE-Werkzeuge zur informationstechnischen Realisierung [vgl. SEIDLER 2009, S. 86; KOPPERGER ET AL. 2001, S. 19ff.]. Die Modellierungswerkzeuge arbeiten mit verschiedenen Modellierungssprachen wie mit ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) [vgl. SEIDLER 2009, S. 87; KÜHN UND KARAGIANNIS 2001, S. 1164], welche bei der Geschäftsprozessoptimierung Anwendung finden und die Forderungen an eine Darstellung des Kontrollflusses erfüllen [vgl. STAUD 2006, S. 56, 59]. Die Struktur einer EPK sollte ein gewisses Maß an Abstraktion beinhalten, um durch komplexe Konstruktionen die Übersichtlichkeit nicht zu gefährden [vgl. STAUD 2006, S. 239]. Systeme wie *Microsoft Visio*® ermöglichen neben der Prozessdarstellung und -optimierung weitere Aufgaben bis zur informationstechnischen Realisierung und erreichen einen höheren Verbreitungsgrad [vgl. SEIDLER 2009, S. 86; ÖSTERLE UND BLESSING 2000, S. 79ff.; BECKER ET AL. 2003, S. 83ff.]. Bei der Verwendung von *Microsoft Visio*® empfiehlt sich zur Sicherstellung der allgemeinen Verständlichkeit die Einhaltung von gewissen Standards, wie in DIN 66 001 definiert [vgl. SEIDLER 2009, S. 87; SCHILLING UND VÖLKL 2004, S. 413].

## 2.3 Geschäftsprozesse der automobilen Programmplanung

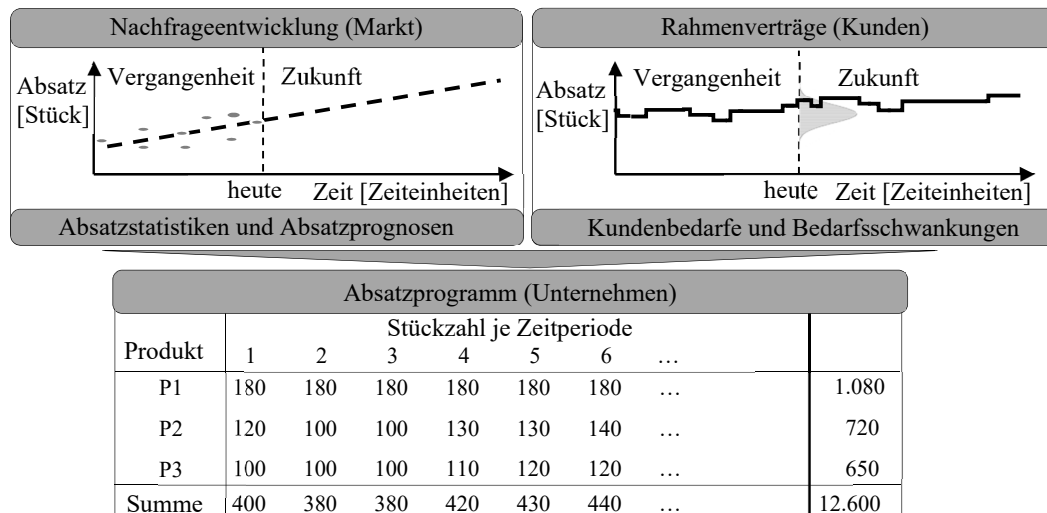
Dieses Unterkapitel bereitet die Geschäftsprozesse zur automobilen Produktionsprogrammplanung auf. Der Fokus liegt auf der Produktionsprogrammplanung in Abschnitt 2.3.1, dem Auftragsmanagement in Abschnitt 2.3.2 und der Sekundärbedarfs-ermittlung in Abschnitt 2.3.3. Die Produktionsprogrammplanung ist eng mit der Absatzplanung verbunden, da sich die Absatzplanung nur realisieren lässt, wenn die erforderlichen Mengen produzierbar sind. Die Produktionsprogrammplanung basiert auf kundenauftragsneutralen Informationen die auf historischen Absatzzahlen basieren und in Form von Prognosen vorliegen. Diese werden um Marktentwicklungsindikationen und Informationen zu Rahmenverträgen ergänzt und münden in einem Produktionsprogramm. In das Auftragsmanagement fließen Kundenaufträge ein, welche in Produktionsaufträge umgewandelt, grob terminiert und hinsichtlich der groben Verfügbarkeit erforderlicher Ressourcen geprüft werden. Die Produktionsaufträge ergänzen das Produktionsprogramm [vgl. SCHMIDT 2018, S. 68]. Das Ergebnis fließt in die Sekundärbedarfs-ermittlung zur Ermittlung der Produktionsbedarfsplanung ein, indem durch Stücklistenauflösung die zu beschaffenden Sekundärbedarfe abgeleitet werden. Sofern die Informationen nicht in den Artikelstammdaten hinterlegt ist erfolgt die Zuordnung der Beschaffungsart als Fremdbezug oder Eigenfertigung. Je nach Standardisierungsgrad der Erzeugnisse entstehen gemischte Produktionsformen, die sich zwischen einer kundenbezogenen Auftragsfertigung und einer erwartungsbezogenen Lagerfertigung ansiedeln [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 39-41]. Abbildung 2-11 zeigt das Hannoveraner Lieferkettenmodell mit den Wechselwirkungen der PPS und den unternehmensinternen Zielgrößen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 68].



**Abbildung 2-11:** Hannoveraner Lieferkettenmodell [vgl. SCHMIDT 2018, S. 68]

### 2.3.1 Produktionsprogrammplanung beim Variantenfertiger

Um die kapazitative Realisierbarkeit der Primärbedarfe und Stückzahlen in einem Zeitverlauf festzulegen, werden in der Produktionsprogrammplanung die herzustellenden Erzeugnisse nach Art, Menge und Termin für einen Planungszeitraum definiert [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 39]. Die Absatzplanung als abteilungs- bzw. funktionsübergreifende Aufgabe hängt von der internen Bereichsstruktur ab [vgl. SCHMIDT 2018, S. 237]. Sie wird marktseitig vom Absatzmarkt mit Informationen zur Nachfrageentwicklung und von den Kunden mit Informationen zu Rahmenverträgen initialisiert. Die Marktprognose setzt sich aus historischen Daten, bereits eingetroffenen Kundenaufträgen und durchgeführten Marktanalysen zusammen [vgl. MEYR 2004, S. 453, STADTLER UND KILGER 2008, S. 133f.]. Sie leitet den Primärbedarf zur Bedarfsprognose und die zeitliche Verteilung von zukünftigen Kundenaufträgen ab und wird für Erzeugnisgruppen durchgeführt, wenn der Variantenreichtum und die Komplexität der Enderzeugnisse eine Planung auf Enderzeugnisebene unwirtschaftlich werden lassen [vgl. STADTLER UND KILGER 2008, S. 133f.; SCHUH ET AL. 2012a, S. 41]. Das Absatzprogramm gibt über einen Horizont von ein bis fünf Jahren eine erste Vorstellung über die zu fertigenden Endprodukte mit periodenbezogenen Absatzmengen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 88, 236; WIENDAHL ET AL. 2009, S. 57ff.; KURBEL 2003, S. 330f.]. Prognoseverfahren wie die exponentielle Glättung [vgl. SCHARNBACHER 2004, S. 153ff.], die Extrapolation [vgl. BREZINSKI UND REDIVO ZAGLIA 1991, S. 5ff.], die lineare Regressionsrechnung [vgl. FAHRMEIR ET AL. 2009, S. 59ff.] oder ein zeitreihenbasiertes Verfahren werden zur Erfüllung der Planungsaufgabe eingesetzt [vgl. SCHMIDT 2018, S. 237; vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 42]. Abbildung 2-12 zeigt die Absatzprogrammstehung.



**Abbildung 2-12:** Entstehung des Absatzprogramms [vgl. SCHMIDT 2018, S. 92]

Die Brutto-Primärbedarfsplanung ergibt den Brutto-Primärbedarf des Unternehmens an verkaufsfähigen Fahrzeugen und Standardkomponenten wie Ersatzteillieferungen in einem vorläufigen Produktionsprogrammorschlag [vgl. SCHMIDT 2018, S. 88; SCHUH ET

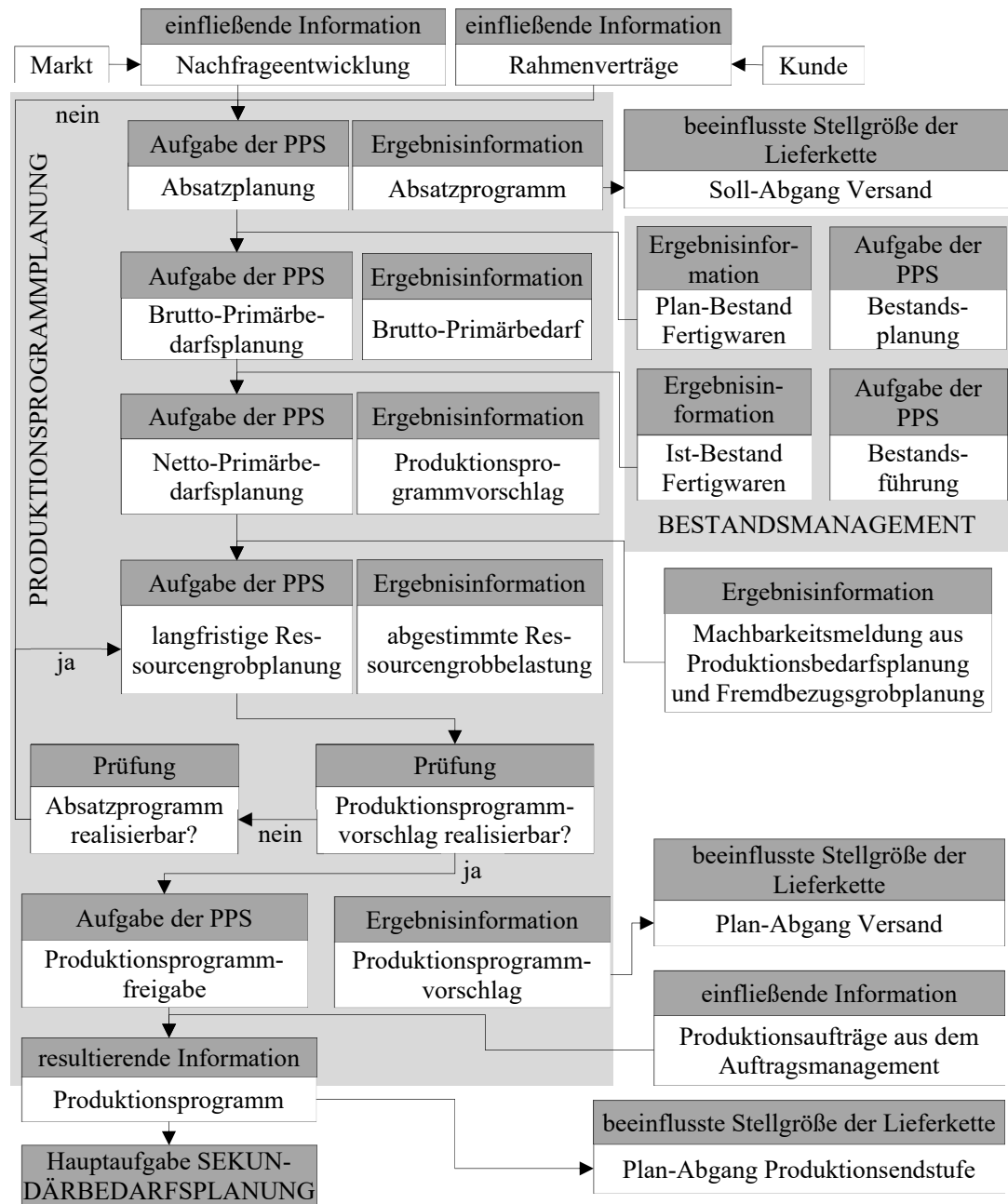
AL. 2012a, S. 39ff.]. Aus den aggregierten Werten der Absatzplanung für verkaufsfähige Fertigerzeugnisse werden disaggregierte Werte zur Deckung der Primärbedarfe nach Art, Menge und Zeithorizont ermittelt. Anspruchsvolle Rechenoperationen oder weitreichende Entscheidungen werden nicht vorgenommen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 239]. In der Bestandsplanung der Fertigwarenbestände von Lagerfertigern findet eine Positionierung zwischen den gegensätzlichen Zielgrößen Servicegrad und dem Lagerbestand an Fertigwaren in dem Kernprozess Versand statt [vgl. SCHMIDT 2018, S. 93].

In der Netto-Primärbedarfsplanung wird der Netto-Primärbedarf durch einen Abgleich des Brutto-Primärbedarfs mit den frei verfügbaren Beständen ermittelt [vgl. GLASER ET AL. 1992, S. 51ff.; SCHUH ET AL. 2012a, S. 43]. Um den Netto-Primärbedarf zu erhalten, sind zum Brutto-Primärbedarf aus der Absatzplanung Reservierungen von Material und der Plan-Lagerbestand im Fertigwarenlager zu addieren und der Auftragsbestand und bereits vorgenommene Bestellungen abzuziehen. Der Netto-Primärbedarf wird als ein erster Produktionsprogrammorschlag verstanden und umfasst i. d. R. einen Zeithorizont von ein bis zwei Jahren. In der Netto-Primärbedarfsplanung werden keine spezifischen Verfahren eingesetzt, es liegt kein Zielkonflikt vor [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 42f.; SCHMIDT 2018, S. 88, 241].

Die langfristige auftragsanonyme Ressourcengrobplanung überprüft die grobe Realisierbarkeit des Produktionsprogrammorschlags. Die bezüglich Art, Menge und Termin festgelegten Netto-Primärbedarfe werden grob mit den verfügbaren Ressourcen Material, Personal, Betriebsmittel und Hilfsmittel als langfristiger Kapazitäts- und Belastungsabgleich abgeglichen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 242; SCHUH ET AL. 2012a, S. 43]. Die Bedarfe können zur Planung an die zur Verfügung stehenden Ressourcen, hauptsächlich als Anlagen- und Personalkapazitäten, angepasst werden oder umgekehrt. Das Vorgehen ist unternehmensspezifisch abzuwägen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 242, S. 96]. Es existieren die Handlungsmöglichkeiten Erhöhung der Bedarfe oder Absenkung der Kapazitäten auf die Bedarfe bei vorhandenen Überkapazitäten bzw. Bedarfsreduzierung auf das Kapazitätsniveau oder Kapazitätserhöhung bei Unterkapazitäten [vgl. SCHMIDT 2018, S. 243].

Ist der Produktionsprogrammorschlag mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht durchführbar, müssen die Ressourcen angepasst und die langfristige auftragsanonyme Ressourcengrobplanung so lange erneut angestoßen werden, bis ein realisierbares Produktionsprogramm und ein realisierbares Absatzprogramm vorliegen. Die Umplanung kann zu einem späteren Zeitpunkt erforderlich werden, wenn das Produktionsprogramm nicht realisierbar ist [vgl. SCHMIDT 2018, S. 88]. In der Absatzplanung und der auftragsanonymen Ressourcengrobplanung existiert ein Zielkonflikt zwischen dem umsatzwirksamen potenziellen Absatz der Fertigerzeugnisse und einer Kapazitätsunterauslastung, die sich negativ auf die Kostensituation des Unternehmens auswirkt. Zudem liegt ein Zielkonflikt zwischen der kostenverursachenden Kapazitätsflexibilität und dem zeitlichen Verlauf des Rückstands und des Bestandsniveaus im Fertigwarenlager vor [vgl.

SCHMIDT 2018, S. 243]. Die Programmfreigabe, in die auch die bestätigten Kundenaufträge aus dem Auftragsmanagement einfließen, ist das Ergebnis der Produktionsprogrammplanung und erfordert teils mehrere Iterationsschleifen. Die Kapazitäten der Produktionsvorstufe und der Lieferanten sind zu berücksichtigen und die planmäßig benötigten Materialien mit den Lieferanten abzustimmen. Das freigegebene Produktionsprogramm legt erstmalig den Plan-Abgang des Kernprozesses Produktionsendstufe fest. Das Absatzprogramm bestimmt den Plan-Abgang aus dem Prozess Versand [vgl. SCHMIDT 2018, S. 102, 242]. Anhang A1 zeigt den Prozess eines Variantenfertigers nach SCHUH UND STICH (2012). Abbildung 2-13 zeigt den Produktionsprogrammplanungsprozess.



**Abbildung 2-13:** Aufgaben der Programmplanung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 89]

### 2.3.2 Auftragsmanagement beim Variantenfertiger

Kundenaufträge werden beim Variantenfertiger über das Auftragsmanagement aufgenommen und ergänzen das Produktionsprogramm um Produktionsaufträge. Die Auftragskoordination stimmt mit den Kunden den Auftragsstatus ab und vereinbart bei Bedarf neue Liefertermine. Wenn ein Kundenauftrag realisierbar ist, erfolgt die Annahme des Kundenauftrags. Die Bestätigung des Auftrags und des Liefertermins bestimmt den Plan-Abgang aus dem Versand und wandelt den Kundenauftrag final in einen oder mehrere Produktionsaufträge um. Produktionsaufträge fließen als Ergebnis des Auftragsmanagements in das Produktionsprogramm ein und bestimmen die Plan-Zugänge und Plan-Abgänge der Produktionsvorstufe und -endstufe [vgl. SCHMIDT 2018, S. 103f.].

Den Aufgaben des Auftragsmanagements vorgelagert erfolgt die Prognose des Primärbedarfs als Absatzprognose. Es lassen sich i. d. R. keine Prognosen für jede Variante in der variantenreichen Automobilproduktion durchführen [vgl. VOLLING 2009, S. 16; ZIMMERMANN 1988, S. 379], weswegen sich ein Prognoseverfahren basierend auf Volumen und Einbauraten etabliert hat [vgl. MEYR 2004, S. 451; SCHUH 2006, S. 40; WAGNER 2006, S. 73; ZERNECHEL 2007, S. 370]. Der Ausgangspunkt der Prognosen sind Marktcluster, die mehrere Fahrzeugvarianten und/oder Absatzregionen zu einem Prognoseobjekt zusammenfassen, die im dynamischen Zeitverlauf ihre Werte wechseln [vgl. LIEBLER 2013, S. 51f.]. Volumenprognosen beschreiben i. d. R. in wöchentlichen oder monatlichen Intervallen, wie viele Aufträge aus einem Marktcluster in einem bestimmten Zeitraum erwartet werden [vgl. STADTLER UND KILGER 2008, S. 194]. Eine Einbaurrate definiert die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kunde eine bestimmte Merkmalsausprägung wählt. OHL (2000) zeigt Ansätze<sup>6</sup> zur Darstellung des zukünftigen automobilen Absatzes auf [vgl. OHL 2000, S. 79ff.]. CHOPRA UND MEINDL (2010), HÜTTNER (1982) und SACKMAN (1974) zeigen die praktische Durchführung der Prognosen [vgl. LIEBLER 2013, S. 52; CHOPRA UND MEINDL 2010, S. 198ff.; HÜTTNER 1982; SACKMAN 1974].

Nach Eingang eines Kundenauftrags in der Auftragsklärung werden die Kundenanforderungen spezifiziert, um Missverständnisse frühzeitig auszuräumen und die technische Machbarkeit zu prüfen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 246]. Spezifische Methoden zur Auftragsklärung und Zielkonflikte existieren nach SCHMIDT (2018) nicht [vgl. SCHMIDT 2018, S. 247]. Die groben Termine zur Auftragsbearbeitung einzelner Produktionsbereiche und Konstruktionsabteilungen ermittelt die Grobterminierung der Produktionsaufträge und Sicherheitszeitplanung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 105]. Dabei wird der gesamte Auftragsdurchlauf von vorgelagerten Bereichen wie der Konstruktion oder der Arbeitsplanung bis hin zur Teilefertigung berücksichtigt [vgl. SCHMIDT 2018, S. 248; NICOLAI ET AL. 1999, S. 55]. Die Terminierung kann über die drei Prinzipien [vgl.

---

<sup>6</sup> Weiterführende Ansätze der Markt- und Absatzprognosen siehe GANSSER UND KROL 2015.

SCHMIDT 2018, S. 249] der Vorwärtsterminierung [vgl. NICOLAI ET AL. 1999, S. 41], der Rückwärtsterminierung [vgl. VAHRENKAMP UND SIEPERMANN 2008, S. 341] sowie der Mittelpunktsterminierung [vgl. NICOLAI ET AL. 1999, S. 41f.] erfolgen. Die Vorwärtsterminierung ermittelt ausgehend von einem Plan-Starttermin einen Plan-Endtermin. Die Rückwärtsterminierung prüft, wann ein Auftrag bei vorgegebenem Endtermin gestartet und in den einzelnen zu durchlaufenden Bereichen bearbeitet werden muss [vgl. SCHMIDT 2018, S. 105; WIENDAHL 2014, S. 321ff.]. Die Mittelpunktsterminierung geht beispielsweise von einem Engpasssystem aus. Zumeist liegen noch keine genauen Angaben über den Produktionsablauf vor, weswegen die Mengen- und Terminvorgaben unsicher sind. Sie müssen mit zunehmender Klärung in späteren Planungsaufgaben weiter konkretisiert werden [vgl. SCHMIDT 2018, S. 248; EVERSHEIM 2002, S. 155]. Zunächst erfolgt auftragsspezifisch eine zeitliche Reihung der Arbeitsvorgänge, die darauf aufbauend um die Dauer der Arbeitsvorgänge in den einzelnen Produktionsbereichen ergänzt wird. Die Daten können auf aus der historischen Auftragsbasis abgeleiteten Schätzwerten, Planwerten aus Standard-Ablaufplänen oder aus neu berechneten Fristen resultieren [vgl. SCHMIDT 2018, S. 105]. Aus den Daten ermittelt sich der voraussichtliche zeitliche Auftragsdurchlauf<sup>7</sup> in den einzelnen Produktionsbereichen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 106]. Ein vorherrschender Zielkonflikt bei der Einplanung kundenauftragsspezifischer Sicherheitszeiten entsteht zwischen einer hohen Kundenauftragstermineinhaltung und einem hohen Fertigwarenbestand durch zu früh fertiggestellte Kundenaufträge und lange Lieferzeiten. Eine größere Sicherheitszeit führt zu einer höheren Kundenauftragstermineinhaltung bei einem gleichzeitigen Anstieg der Fertigwarenbestände [vgl. SCHMIDT 2018, S. 249]. Die kundenauftragsbezogene Ressourcengrobplanung erfolgt nach der Grobterminierung der Produktionsaufträge und der Sicherheitszeitplanung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 250], die die Plan-Start- und Plan-Endtermine der Aufträge in den einzelnen Unternehmensbereichen grob fixiert. Diese Grobterminierung und die Ressourcengrobplanung muss für die direkten Bereiche Produktionsvorstufe und -endstufe sowie für die indirekten Bereiche berücksichtigt werden, sofern diese zur Erfüllung des Kundenauftrags beitragen. Das Ziel ist die in den einzelnen Bereichen benötigten Kapazitäten dem verfügbaren Kapazitätsangebot gegenüberzustellen. Wenn der Kapazitätsbedarf nicht exakt bestimmbar ist dienen Schätz- oder Erfahrungswerte zur Ermittlung. Die kundenauftragsbezogene Ressourcengrobplanung findet auf Abteilungs- oder Bereichsebene verdichtet statt und dient der groben Realisierbarkeitsprüfung eines Auftrags [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 60ff.], die bei positivem Ergebnis die Auftragsannahme anstößt [vgl. SCHMIDT 2018, S. 250; EVERSHEIM 2002, S. 156].

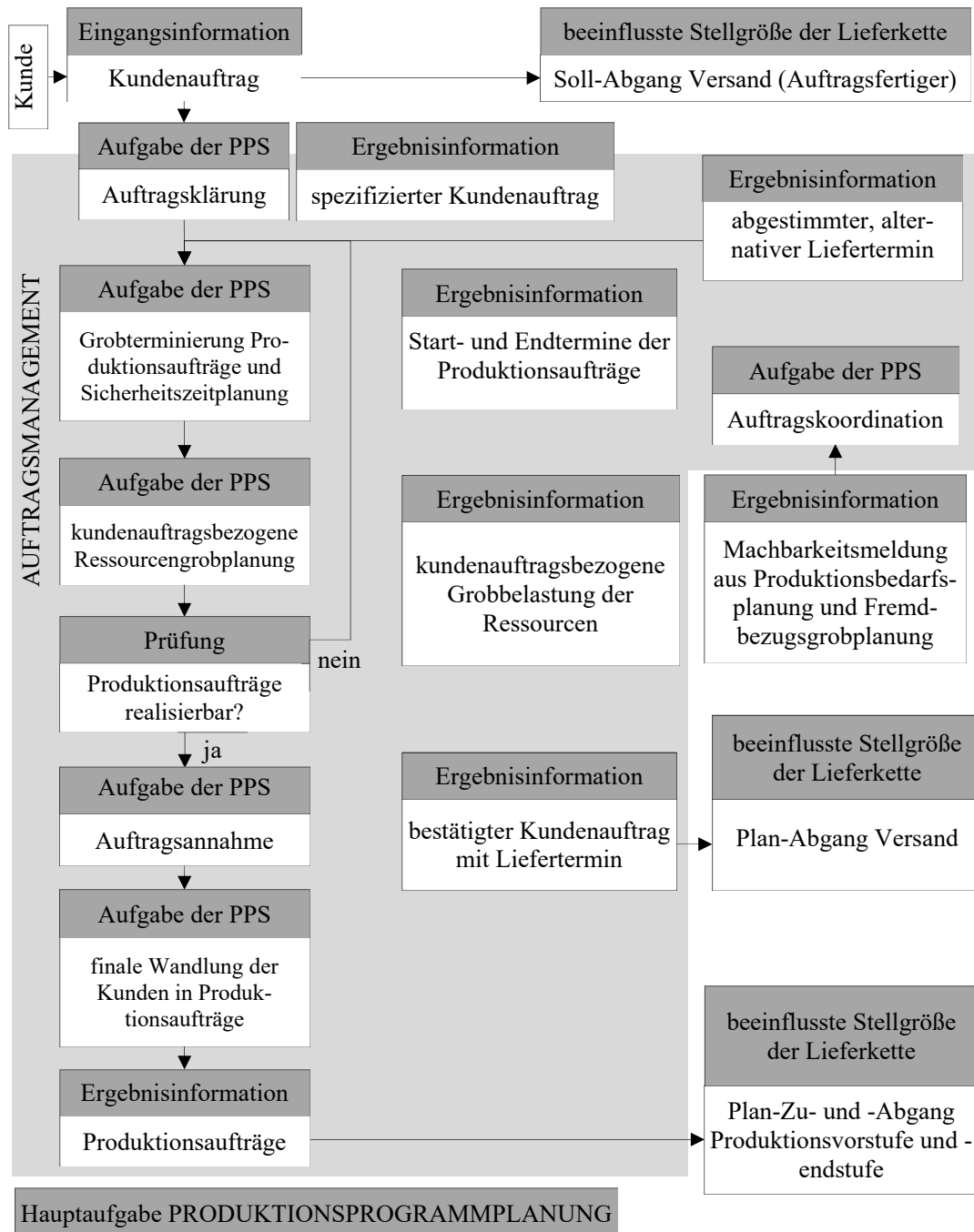
Bei Realisierbarkeit und positiver Wirtschaftlichkeitsprüfung eines Auftrags folgt die Annahme des Kundenauftrags [vgl. SCHMIDT 2018, S. 110,253; REHKOPF 2006, S.

---

<sup>7</sup> Die Ermittlung von Plan-Arbeitsvorgangsdurchlaufzeiten zeigt beispielsweise WIENDAHL 2014.



137ff.]. Ein Zielkonflikt liegt bei einem hohen Umsatz durch die Annahme vieler Kundenaufträge und einem hohen Rückstand durch eine Überlastung der Kapazitäten vor, was zu einer sinkenden Termineinhaltung führt [vgl. SCHMIDT 2018, S. 110]. Am Auslastungsmaximum operierende Unternehmen können den Rückstand kurzfristig nur erschwert aufholen, weswegen Terminverzögerungen auftreten. Werden zu wenige Kundenaufträge eingeplant, können die zugesagten Termine aus Kapazitätssicht eingehalten werden, während Kosten durch nicht ausgelastete Kapazitäten entstehen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 252f.]. Abbildung 2-14 zeigt die Aufgaben des Auftragsmanagements.



**Abbildung 2-14:** Aufgaben im Auftragsmanagement [vgl. SCHMIDT 2018, S. 104]

### 2.3.3 Sekundärbedarfsermittlung beim Variantenfertiger

Nach dem Auftragsmanagement und der Produktionsprogrammplanung erfolgt die Sekundärbedarfsermittlung und Vorlaufverschiebung. Aus den im Produktionsprogramm als Ergebnis der Produktionsprogrammplanung enthaltenen Primärbedarfen werden über die Sekundärbedarfsermittlung die Sekundärbedarfe für die Fertigerzeugnisse abgeleitet. Das Produktionsprogramm des Variantenfertigers unterscheidet sich von dem des Auftragsfertigers. Der Auftragsfertiger greift in größerem Umfang auf Ersatzdaten zurück, dem Variantenfertiger sind die Stücklisten der Erzeugnisse bekannt, weswegen sie aufgelöst den Bruttobedarf kundenanonym zu produzierender Teile und Baugruppen vollständig spezifizieren. Wegen der Durchlaufzeit, die zur Herstellung des Fertigerzeugnisses aus den Baugruppen und Einzelteilen erforderlich ist, entsteht der Sekundärbedarf zeitlich vor dem Primärbedarf. Dieser zeitliche Versatz kann entweder über eine Vorlaufverschiebung [siehe GLASER ET AL. 1992, S. 48ff.] oder eine Umlaufverschiebung [siehe LÖDDING 2008, S. 252ff.] berücksichtigt werden [vgl. SCHMIDT 2018, S. 259]. Je größer der eingeplante Vor- oder Umlauf, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die benötigten Sekundärbedarfe zum Bedarfszeitpunkt verfügbar sind. Jedoch verursachen lange Vorlaufzeiten bzw. hohe Umlaufbestände und Halbfabrikatebestände gegebenenfalls lange Durchlaufzeiten der Artikel durch die unternehmensinterne Lieferkette. Bei der Einplanung von Vorlaufzeiten liegt ein Zielkonflikt zwischen der hohen Termineinhaltung und Flexibilität der Produktionsendstufe gegenüber den Kunden durch lange Vorlaufzeiten und einen hohen Halbfabrikatebestand durch sehr früh bereitgestellte Artikel zur Deckung der Sekundärbedarfe vor. Bei der Einplanung einer Umlaufverschiebung liegt ein Zielkonflikt zwischen einem hohen Servicegrad und einem niedrigen Halbfabrikatebestand vor [vgl. SCHMIDT 2018, S. 259]. Ziel ist, die Sekundärbedarfe für die Fertigwarenerzeugung aus dem Produktionsprogramm abzuleiten und die benötigten Einsatzgütermengen hinsichtlich Art, Menge und Termin zu bestimmen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 258; GLASER ET AL. 1992, S. 50].

Die geläufigste Darstellungsform der technischen Erzeugnisstruktur ist neben der grafischen Darstellung und der Formulierung in linearen Gleichungssystemen die Listendarstellung [vgl. STÄBLEIN 2007, S. 35]. Die DIN EN ISO 10209:2012-11 definiert die Listendarstellung der Erzeugnisstruktur als eine Stückliste, die die Bestandteile in einer Produktstruktur beschreibt und die Möglichkeit bietet, den Zerlegungsgrad an die entsprechende Anforderung anzupassen [vgl. DIN EN ISO 10209:2012-11]. Die Stückliste stellt die in einem Fertigerzeugnis verwendeten Einzelteile und Baugruppen unter Angabe der Dispositionsstufe in tabellarischer Form dar [vgl. BICHLER ET AL. 2017, S. 212] und ermöglicht eine Auflösung der aggregierten Primärbedarfe in die jeweiligen Bestandteile [vgl. KLUG 2010, S. 376]. Die Darstellungsform von Erzeugnisstrukturen unterteilt sich in eine synthetische und eine analytische Betrachtung [vgl. DIN EN ISO 10209:2012-11]. Die synthetische Listendarstellungsform dient der Abschätzung der

Konsequenzen von Teileänderungen für andere Teile, die entsprechenden Interdependenzen unterliegen. Die bekannteste analytische Listendarstellungsform der Erzeugnisstruktur ist die Stückliste. Unterschieden werden Stücklistengrundformen und Variantenstücklisten. Erstere ermöglichen keine variablen Positionen, weswegen für jede Variante eine einzelne Stückliste erstellt werden muss [vgl. STICH 2007, S. 38]. Aufgrund des Variantenreichtums kommen lediglich Variantenstücklisten für die automobilen Sekundärbedarfsbestimmung in Frage, die sich wiederum in geschlossene und offene Stücklisten unterteilen [vgl. STICH 2007, S. 40-44]. Bei der Verwendung von geschlossenen Stücklisten werden die Varianten vom Hersteller vordefiniert, die bestellbar sind [vgl. STICH 2007, S. 39]. Bei offenen Variantenstücklisten wird das Fahrzeug hingegen durch die Kunden konfiguriert. Die Konfiguration erfolgt dabei nach gewissen Regeln, auch Baubarkeitsregeln genannt. So können bestimmte Kombinationen von Fahrzeugeigenschaften aus technischen oder vertrieblichen Gründen erzwungen oder verboten werden [vgl. STÄBLEIN 2007, S. 67].

In der Automobilindustrie liegen aufgrund der Motor- und Getriebekombination und den verschiedenen Innen- und Sonderausstattungen oft bis zu mehrere Millionen Varianten pro Baureihe vor [vgl. PIL UND HOLWEG 2004, S. 395]. Eine daraus resultierende Herausforderung ist, dass eine Stücklistenauflösung in der variantenreichen Fließfertigung mit einem unvollständig spezifizierten Primärbedarf zur Sekundärbedarfsbestimmung nicht möglich ist. Um der Herausforderung zu begegnen ermittelt die Planauftragserzeugung ausgehend von Volumen, Einbauraten und Konstruktionsregeln vollständig spezifizierte Planaufträge [vgl. LEWIS UND MICHALAK 2000]. Die Einhaltung aller Konstruktionsregeln<sup>8</sup> wird durch eine permanente Widerspruchsprüfung der teilspezifizierten Variante sichergestellt [vgl. LIEBLER 2013, S. 67-69]. Allerdings enthält die dahinterstehende Patentschrift des Konzepts zur Planauftragserzeugung keine Hinweise auf eine tatsächliche Implementierung bzw. deren Leistungsfähigkeit. Zudem ist die Komplexität der Produktbeschreibung US-amerikanischer Fahrzeuge, wie sie der Patentschrift nach LEWIS UND MICHALAK (2004) zugrunde liegt, nicht mit deutschen Fahrzeugen vergleichbar [vgl. LIEBLER 2013, S. 67-69; SCAVARDA ET AL. 2009, S. 394; STÄBLEIN 2007, S. 7; LEWIS UND MICHALAK 2000]. Viele komplexitätstreibende Aspekte der Planauftragserzeugung, wie der Umgang mit dynamischen Veränderungen in der Produktstruktur oder die Verarbeitung von Konstruktionsregeln mit beliebigen booleschen Ausdrücken und komplexen Einbauratenspezifikationen, werden nicht zwangsweise berücksichtigt [vgl. LIEBLER 2013, S. 69]. WAGENITZ (2007) verwendet, ähnlich der Planauftragserzeugung, aus Marktprognosen und Konstruktionsregeln einen

---

<sup>8</sup> Eine Konstruktionsregel kann in ihrer zeitlichen Gültigkeit eingeschränkt sein und besteht als boolesche Implikation aus den zwei booleschen Ausdrücken „WENN“ und „DANN“. Ursachen für Konstruktionsregeln sind technische Gründe, Zulassungsvorschriften, Vertriebsentscheidungen oder Ausstattungspakete [vgl. LIEBLER 2013, S. 47f.].

Auftrag ohne gesetzte Ausstattungsmerkmale und fügt diesem iterativ und einer permanenten Gültigkeitsprüfung unterliegend Ausstattungsmerkmale hinzu [vgl. WAGENITZ 2007, S. 109ff.]. Zusammengefasst basiert die Auftragssimulation auf der Annahme, dass das aggregiert geplante Produktionsprogramm mit simulierten Aufträgen unter Berücksichtigung geltender Regeln gefüllt und der geschätzte Sekundärbedarf durch die regelbasierte Komplexstückliste ermittelt werden kann. Die Planauftrags-simulation basiert i. d. R. auf Wahrscheinlichkeiten, die geschätzt werden müssen [vgl. BUERGIN ET AL. 2017, S. 502; STÄBLEIN 2007]. Die Planauftragserzeugung ist bei Fahrzeugmodellen mit einer reduzierten Variantenvielfalt anwendbar und bildet das Kundenverhalten realitätsnah ab. Dieses algorithmisch aufwändige Verfahren erzeugt gültige, aber keine den Marktwünschen entsprechenden Planaufträge. Probleme bei fehlenden Bedarfshistorien können auftreten [vgl. LIEBLER 2013, S. 68ff.].

OHL (2000) berechnet Teilebedarfe durch algebraische Umformungen von Stücklistenregeln und die Anwendung von Erkenntnissen aus der Mengenlehre aus prognostizierten Modellvolumen und Einbauraten [vgl. OHL 2000]. Das Ziel ist die Ermittlung der oberen und der unteren Grenze der Einbauraten auf Teileebene als Bedarfsintervallschranken basierend auf den Einbauraten der Primärbedarfe, indem die minimale und die maximale Überdeckung der Teilmengen berechnet werden [vgl. STÄBLEIN 2007, S. 109; KAPPLER ET AL. 2010]. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in seinem algebraisch exakten Ansatz. Da sich die Bandbreiten des algebraisch exakt ermittelten Teilebedarfs zwischen null und 100 Prozent bewegen können, ist die Aussagekraft jedoch teils unzureichend. Da diese Umformung nur in bestimmten Fällen exakte Bedarfe, meist aber Bedarfsbandbreiten ermitteln kann, erweitert STÄBLEIN (2007) den Ansatz um eine weitere Prognoseebene [vgl. STÄBLEIN 2007]. Der praktische Einsatz dieses Verfahrens ist nur in bestimmten Zeiträumen des PLZ möglich, da aufgrund der mangelnden Auftragshistorie keine Ressourcenbedarfe für Produktneuanläufe berechnet werden können [vgl. LIEBLER 2013, S. 71].

Der Brutto-Sekundärbedarf entsteht aus den Bedarfen an Halbfabrikaten und Rohstoffen der Sekundärbedarfsermittlung und den Plan-Beständen an Halbfabrikaten und Rohwaren der Bestandsplanung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 260]. Er wird zunächst ohne Berücksichtigung der Lagerbestände ermittelt. Die Erzeugnisstruktur kann nach Fertigungs- oder nach Dispositionsstufen organisiert sein. Das Dispositionsstufenverfahren fasst Bruttobedarfe gleicher Teile zusammen und wird in der Praxis häufiger angewandt, da Vorteile durch einen verringerten Rechenaufwand und geringere Lagerbestände entstehen [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 45; HACKSTEIN 1989; KURBEL 2003; HARTMANN 2002].

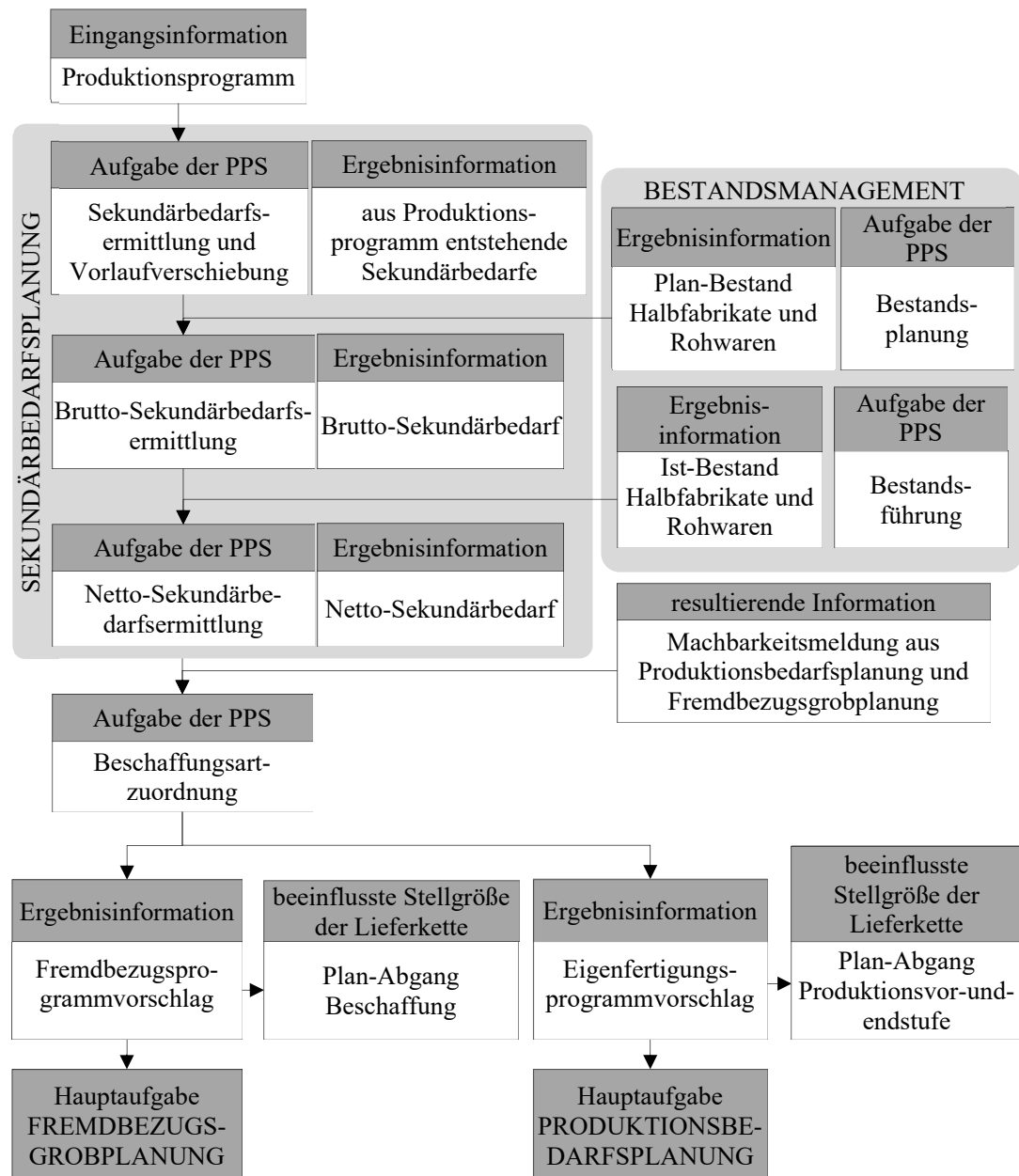
Die Netto-Sekundärbedarfsermittlung ermittelt in mehreren Schritten den zu beschaffenden Netto-Sekundärbedarf. Zum Brutto-Sekundärbedarf sind Reservierungen von Material zu addieren und die Ist-Lagerbestände, der bereits in der Produktion befindliche Auftragsbestand, die bereits vorgenommenen Bestellungen [vgl. GLASER ET AL. 1992, S. 51ff.] und Umlauf-, Sicherheits- und Meldebestände abzuziehen [vgl. SCHMIDT 2018,

S. 262]. Das Ergebnis der Netto-Sekundärbedarfsermittlung ist ein nach Art, Menge und Termin bestimmter Netto-Sekundärbedarf [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 46], der einer bestimmten Periode zugeordnet und bisher weder lagerbestandsmäßig verfügbar, noch in einem bereits geplanten bzw. veranlassten Auftrag zur Bedarfsdeckung enthalten ist. Er kann entweder als Terminbedarf geführt oder innerhalb einer Periode als Periodenbedarf zusammengefasst sein [vgl. SCHMIDT 2018, S. 262; NICOLAI ET AL. 1999, S. 39]. Die Bestimmung optimaler Bestellmengen wird in den Aufgabenbereichen Eigenfertigungs- sowie Fremdbezugsplanung und -steuerung durchgeführt [vgl. SCHMIDT 2018, S. 125]. Bei der auf der Brutto-Sekundärbedarfsermittlung basierenden Netto-Sekundärbedarfsermittlung werden keine spezifischen Verfahren eingesetzt, weswegen einfache mathematische Operationen ausreichend sind [vgl. SCHMIDT 2018, S. 263].

Die Entscheidung, ob ein ermittelter Bedarf durch Eigenfertigung oder Fremdbezug gedeckt werden soll, wird in der Beschaffungsartzuordnung getroffen [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 46]. Die Entscheidung der Beschaffungsart wird häufig für einen Artikel getroffen und in den Artikelstammdaten hinterlegt, kann jedoch auch fallweise erfolgen. Lagerfertiger legen meist aufgrund ihrer Kompetenzen und Einrichtungen eine Beschaffungsart fest, Auftragsfertiger entscheiden tendenziell eher fallweise [vgl. SCHMIDT 2018, S. 263; SCHUH ET AL. 2012a, S. 46f.]. Neben der Zuordnung von Artikeln zu einer Beschaffungsart ist ein Programmvorschlag zum Fremdbezug und der Eigenfertigung Ergebnis der Sekundärbedarfsplanung. Der Fremdbezugsprogramm vorschlag legt den Plan-Abgang der Beschaffung fest und umfasst fremd zu beziehende Fertigerzeugnisse, Halbfabrikate und Rohwaren. Der Eigenfertigungsprogramm vorschlag ist neben den Primärbedarfen aus dem Produktionsprogramm um die Sekundärbedarfe erweitert und legt die Plan-Abgänge der Produktionsvor- und -endstufe fest [vgl. SCHMIDT 2018, S. 264]. Für die Entscheidung, ob ein ermittelter Bedarf in Eigenfertigung hergestellt oder durch Fremdbezug beschafft werden soll, gibt es eine Reihe von Verfahren [vgl. SCHMIDT 2018, S. 265], wie den Make-or-buy-Decision-Process [vgl. BAJEC UND JAKOMIN 2010] oder den Ansatz Competitive-Advantage vs. Strategy-Vulnerability [vgl. QUINN UND HILMER 1994]. Die Beschaffungsartzuordnung hat einen unmittelbaren Einfluss auf die Wertschöpfungstiefe eines Unternehmens und enthält diverse Zielkonflikte. Eine Kostenvergleichsrechnung ist unzureichend, da weitere Aspekte wie Herstellungskosten oder Durchlaufzeiten zu berücksichtigen sind [vgl. SCHMIDT 2018, S. 265].

In Ergänzung zu dem vorgestellten Prozess nach SCHMIDT (2018) wird an dieser Stelle auf die Produktionsbedarfsplanung nach SCHUH UND STICH (2012) eingegangen. Diese plant mittelfristig erforderliche Ressourcen ausgehend von einem zu realisierenden Produktionsprogramm. Die Unteraufgaben sind nach SCHUH UND STICH (2012) die Brutto-Sekundärbedarfsermittlung, die Netto-Sekundärbedarfsermittlung, die Beschaffungsartzuordnung, die Durchlaufterminierung, die Kapazitätsbedarfsermittlung und die Kapazitätsabstimmung. Die Durchlaufterminierung erstellt durch die Aneinanderreihung

von durch Erzeugnisstrukturen miteinander in Beziehung stehenden Fertigungsaufträgen einen Netzplan und stellt zeitliche Zusammenhänge her. Die zeitliche Strukturierung des Fertigungsprozesses erfolgt durch die Vorlaufverschiebung mit einem höheren Genauigkeitsgrad als die Sekundärbedarfsermittlung. Verglichen mit der sehr detaillierten Eigenfertigungsplanung und -steuerung werden größere Planungszeiträume betrachtet. Das Ergebnis sind Ecktermine für Kapazitäten oder Kapazitätsgruppen [vgl. SCHUH UND STICH 2012]. Anhang A2 zeigt den Prozess nach SCHUH UND STICH (2012) wobei auch hier erst nach der Programmfreigabe die Realisierbarkeit des Programms geprüft wird. Abbildung 2-15 fasst die Aufgaben der Sekundärbedarfsermittlung nach SCHMIDT (2018) zusammen.

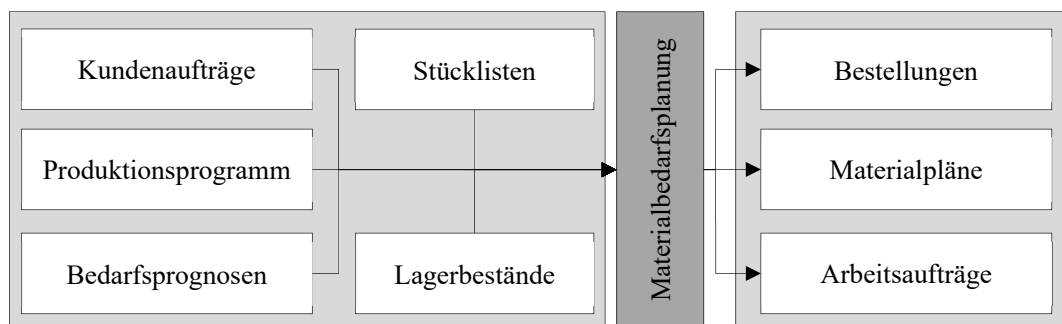


**Abbildung 2-15:** Aufgaben der Sekundärbedarfsermittlung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 112]

## 2.4 Historische Entwicklung IT-gestützter Planung

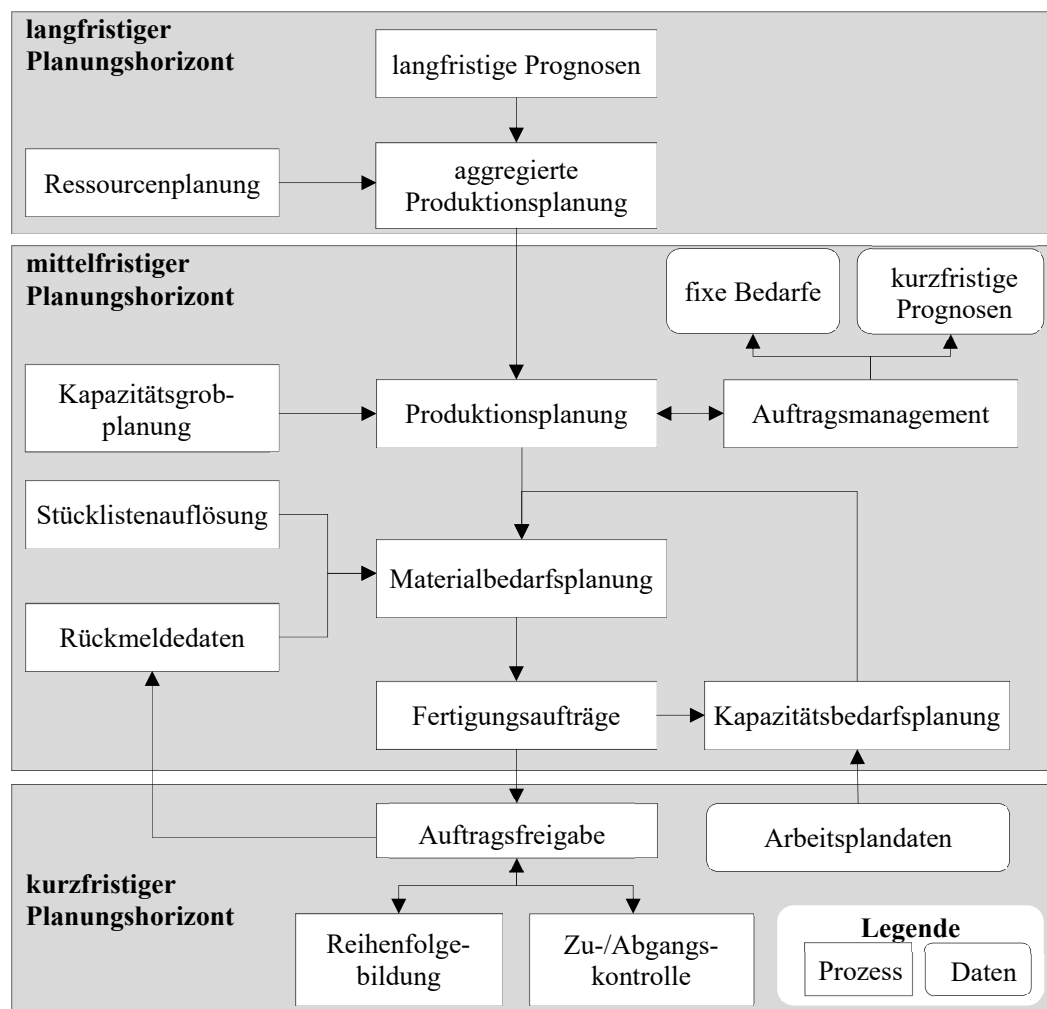
Die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) regelt die Abläufe in der internen Lieferkette. Durch die Zuordnung von Aufträgen zu Ressourcen unter Beachtung der exemplarischen Zielgrößen Auslastung, Pünktlichkeit und Kostenminimierung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 59] verfolgt die PPS das Ziel, den Auftragsdurchlauf zu planen und unter dem Einfluss von auftretenden Störungen zu steuern. Seit den 1950er-Jahren befinden sich PPS-Konzepte in einer kontinuierlichen Entwicklung und Erweiterung. Das Ziel besteht darin, die einzeloptimierte und serielle Vorgehensweise durch eine parallelisierte und gesamtoptimierte Vorgehensweise zu ersetzen [vgl. KLUG 2010, S. 366; MENGES ET AL. 2014, S. 301]. Je nach Typologisierung des Produktionsunternehmens bestehen unterschiedliche Ansprüche an die PPS sowie die IT-Unterstützung durch entsprechende IT-Systeme [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 25]. Aufgrund immer größer werdender Unternehmen mit immer mehr Fertigungsaufträgen und immer komplexer werdenden Fertigungsprozessen entstanden die ersten Modelle der PPS in den 1960er-Jahren [vgl. SCHMIDT 2018, S. 59; HOPP UND SPEARMAN 2008, S. 114]. Aufgrund der Informationsfülle mussten vereinfachte Annahmen getroffen und Informationen zusammengefasst werden, da diese ohne den Einsatz von Computern nicht zu bewältigen waren. Planvorgaben konnten nur sehr ungenau getroffen werden, weswegen die primäre Aufgabe der PPS darin bestand, Sicherheitsbestände zu bestimmen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 59; ORLICKY 1975, S. 4f.].

Gegen Ende der 1970er-Jahre betrachtet das Material Requirement Planning (MRP I) erstmals die Produktionsprogramm-, die Bestellmengen- und die Losgrößenplanung rechnergestützt, allerdings ohne eine Berücksichtigung der Produktionskapazitäten [vgl. WANNENWETSCH 2014; WHYBARK UND WILLIAMS 1976, S. 595f.]. Eine große Neuerung des MRP I ist die Ermittlung des Sekundärbedarfs mithilfe einer maschinellen Stücklistenauflösung, auch als Bill of Material Processor (BOMP) bezeichnet [vgl. SCHMIDT 2018, S. 60]. Da stets von einer ausreichenden Produktionskapazität ausgegangen wird, besteht die größte Schwäche des MRP I in der fehlenden Überprüfung der Realisierbarkeit [vgl. KURBEL 2011, S. 11]. Abbildung 2-16 zeigt das MRP I.



**Abbildung 2-16:** Kernprozesse im Material Requirement Planning [vgl. SCHMIDT 2018, S. 60; ORLICKY 1975, S. 49]

Als Weiterentwicklung entstand das Manufacturing Resource Planning (MRP II). Es unterteilt die PPS in eine langfristige, mittelfristige und kurzfristige Planungsebene. Die zentrale Neuerung des MRP II setzt an der erwähnten Schwachstelle des MRP I an und ermöglicht einen frühzeitigen Abgleich von vorhandenen mit benötigten Kapazitäten zur Steigerung der besseren Realisierbarkeit des Produktionsprogramms [vgl. SCHMIDT 2018, S. 61; KURBEL 2011, S. 11]. MRP II-Systeme basieren oftmals auf Bestandteilen des MRP I und werden um Fabrikkapazitätsbedarfe auf aggregierter Ebene ergänzt, die mit verfügbaren Ressourcen verglichen werden. Durch die Aggregation von Kapazitäten können allerdings auch Produktionspläne nach MRP II z. T. nicht realisierbar sein [vgl. ZIJM 2000, S. 318]. MRP II- und MRP I-Systeme werden als Push-Control-Systeme verstanden [vgl. ZIJM 2000, S. 317-319]. Auf Basis des MRP II -Konzepts wurden in den USA für die vorherrschende Massen- und Großserienfertigung entsprechende Systeme entwickelt, wohingegen in Deutschland hauptsächlich Systeme für die Einzel- und Kleinserienfertigung nachgefragt wurden [vgl. SCHMIDT 2018, S. 61; KURBEL UND ENDRES 2005, S. 203]. Abbildung 2-17 zeigt die Kernprozesse des MRP II.



**Abbildung 2-17:** Kernprozesse im Manufacturing Resource Planning [vgl. SCHMIDT 2018, S. 61; HOPP UND SPEARMAN 2008, S. 140]



Das Enterprise Resource Planning (ERP) ermöglicht die betriebliche Planung von Ressourcen und ist als Erweiterung der PPS anzusehen [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 4]. Da ERP-Systeme die Nachfolger des MRP II sind, beruhen Teile von ERP-Systemen i. d. R. auf Ansätzen des MRP II [vgl. PTAK 1991, S. 7]. ERP-Systeme wurden nicht als reine Planungstools, sondern zur Verwaltung von Stammdaten und Bewegungsdaten konzipiert. Ein Stammdatensatz enthält jegliche unternehmensrelevanten Daten eines Objekts und besitzt eine lange Lebensdauer bzw. wird selten modifiziert [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 73-78]. Bewegungsdaten sind zeitlich begrenzt und verfallen nach einer Zeitspanne oder einem Ereignis [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 73-78]. Anstatt diverser Programme für unterschiedliche Funktionen bzw. Unternehmensbereiche entstand mit dem ERP ein Planungsprogramm, das die Daten aller Bereiche mit Vor- und Nachteilen verwaltet [vgl. SCHMIDT 2018, S. 61; HOPP UND SPEARMAN 2008, S. 147f.]. Obwohl PPS-Systeme als Weiterentwicklung von ERP-Systemen gelten, sind heutige PPS-Systeme unter Advanced-Planning-and-Scheduling-Systeme (APS) subsumierbar, da sie die Funktionalität der ERP-Systeme um den Detailgrad von PPS-Modulen erweitern [vgl. REUTER UND ROHDE 2015, S. 241]. APS können individuell in ERP-Systemen integriert sein, der abgedeckte Umfang an Planungsproblemen von der SCPM variiert je Anbieter [vgl. STADTLER ET AL. 2015, S. 341ff.; GARCIA-SABATER ET AL. 2012, S. 271].

Aufgrund der zunehmenden Fülle an diversen Lösungen und Verfahren für die Produktionsplanung und -steuerung entwickelte HACKSTEIN in den 1980er-Jahren eine erste breit akzeptierte Definition der PPS im deutschsprachigen Raum [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 4], wonach die Aufgaben der PPS die Planung und Steuerung der gesamten Produktion mit den Teilbereichen Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Beschaffung und Fertigung umfassen [vgl. HACKSTEIN 1989, S. 4]. Aufbauend auf dieser Definition lieferte HACKSTEIN (1989) ein erstes Modell der Produktionsplanung und -steuerung, indem er den einzelnen Hauptaufgaben oder Funktionsgruppen der PPS in den Teilgebieten der Produktionsplanung und Produktionssteuerung die jeweiligen Aufgaben zuordnete. Abbildung 2-18 zeigt die Hauptaufgaben der PPS nach HACKSTEIN (1989).

Teilgebiet der PPS	Funktionsgruppen	
Produktionsplanung	Datenverwaltung	Produktionsprogrammplanung
		Mengenplanung
		Termin- und Kapazitätsplanung
Produktionssteuerung		Auftragsveranlassung
		Auftragsüberwachung

**Abbildung 2-18:** Hauptaufgaben der Produktionsplanung und -steuerung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 63; HACKSTEIN 1989, S. 5]

In den 1990er-Jahren entstand daraus das Aachener PPS-Modell [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 4], um die gesammelten Erkenntnisse über die PPS praxisnah darzustellen und nutzbar zu machen. Es gliedert sich in vier Referenzsichten: Aufgabensicht, Prozesssicht, Prozessarchitektur und Funktionssicht. Je nach Verwendungszweck sind die einzelnen Sichten besonders für die Erfüllung von speziellen Anforderungen geeignet. Wegen der zunehmenden Vernetzung der Produktionsindustrie wurde das Modell 2006 um eine Netzwerk Betrachtung erweitert. Die Netzwerkaufgaben sind strategischer Art und beinhalten Aufgaben zur effizienten Durchführung einer unternehmensübergreifenden Wertschöpfung. Die Kernaufgaben stellen die Hauptaufgaben der internen PPS dar. Die Querschnittsaufgaben tragen zur holistischen Integration und Optimierung der PPS bei, indem das Auftragsmanagement die bereichsübergreifende Koordination der Auftragsabwicklung übernimmt. Das Bestandsmanagement umfasst die Planung und Evaluierung von Beständen und Lieferantenkapazitäten, während das Controlling als dritte Querschnittsfunktion die Informationsaufbereitung zur Entscheidungsunterstützung abdeckt. Die Datenverwaltung verantwortet die Speicherung und Pflege relevanter Stamm- und Bewegungsdaten [vgl. SCHMIDT 2018, S. 64; SCHUH ET AL. 2012a, S. 19ff.]. Abbildung 2-19 visualisiert die Struktur der Aufgabenreferenzsicht.

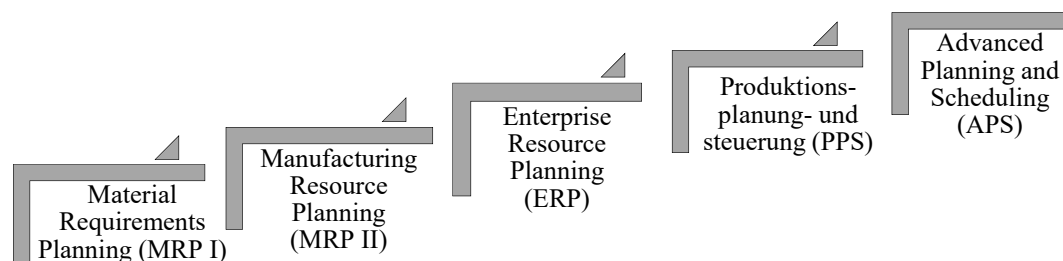
Netzwerkaufgaben	Kernaufgaben		Querschnittsaufgaben		
Netzwerkkonfiguration	Produktionsprogrammplanung		Auftragsmanagement	Bestandsmanagement	Controlling
Netzwerkabsatzplanung	Produktionsbedarfsplanung				
Netzwerkbedarfsplanung	Fremdbezugsplanung und -steuerung	Eigenfertigungsplanung und -steuerung			
Datenverwaltung					

**Abbildung 2-19:** Struktur der Aufgabenreferenzsicht [vgl. SCHMIDT 2018, S. 64; vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 21]

Ein Entscheidungsunterstützungssystem (EUS) ist ein interaktives, computergestütztes Informationssystem zur Unterstützung der Entscheidungsfindung [vgl. TURBAN UND ARONSON 2001, S. 96]. Zur Lösung vorgegebener Problemstellungen verwendet ein EUS Daten und stellt eine übersichtliche Benutzeroberfläche zur Interaktion mit dem Nutzer bereit [vgl. TURBAN UND ARONSON 2001, S. 98]. Ein EUS ist in die drei Teilsysteme Datenkomponente, Dialogkomponente und Modell-/Methodenkomponente unterteilbar [vgl. SILLEKENS 2008, S. 27]. Die Datenkomponente enthält als Grundlage der

Entscheidungs- und Problemlösung gespeicherte Informationen, die aus einem zentralen Data Warehouse oder einer eigens für das EUS angelegten Datenbank kommen. Die Datenkomponente kann auf diese Daten zugreifen, sie ergänzen oder löschen und in ihrer Ausprägung verändern [vgl. TURBAN UND ARONSON 2001, S. 103]. Datenbankmodelle beschreiben, welche Daten das EUS nutzt. Die Datenstruktur beschreibt die Speicherung und Verknüpfung der Daten, den Datenzugriff beschreiben Operationen [vgl. KRUMHOLTZ 2015, S. 70]. Der Abruf sowie die Veränderung von Daten durch den Nutzer erfolgen über die Dialogkomponente, bestehend aus einer grafischen Benutzeroberfläche, englisch als graphical user interface (GUI). Sie gibt dem Benutzer Hilfestellungen und Informationen, ermöglicht die Eingabe relevanter Eingangsparameter, die Anpassung der Daten in der Datenkomponente, die Steuerung der Modelle der Modellkomponente sowie die Visualisierung der Ergebnisse. Die Modellkomponente leistet die Entscheidungshilfe, nachdem der Nutzer die zur Entscheidung benötigten Eingaben getätigt hat. Bei der Anwendung von Entscheidungsmodellen des Operations-Research wird ein reales Problem mit den zentralen Problemaspekten als mathematisches Modell formuliert. Es besteht i. d. R. aus einer Zielfunktion zur Auswirkungsquantifizierung der verschiedenen Entscheidungsmöglichkeiten sowie einer oder mehrerer Nebenbedingungen, welche die Menge möglicher Maßnahmen restringieren [vgl. DOMSCHKE ET AL. 2015, S. 3]. Zur Reduktion der Modellkomplexität und der Rechenzeit können bei einem realen Planungsproblem einige Aspekte unberücksichtigt bleiben. Um nicht realisierbare oder für den konkreten Anwendungsfall ungünstige Lösungen abzulehnen sind nach Lösung eines Entscheidungsmodells Entscheidungsträger zur Bewertung einzubeziehen [vgl. DOMSCHKE ET AL. 2015, S. 2]. Dies entspricht der Intention eines EUS zur Unterstützung der Entscheidungsfindung durch die mathematische Lösung und grafische Aufbereitung der Ergebnisse komplexer Probleme [vgl. SILLEKENS 2008, S. 28].

Abbildung 2-20 fasst die historische Entwicklung von Systemen zur IT-gestützten Produktionsplanung und -steuerung zusammen.



**Abbildung 2-20:** Historische IT-Entwicklung der Produktionsplanung und -steuerung  
[i. A. a. HOSSAIN ET AL. 2002, S. 4]

## **2.5 Zusammenfassung: Identifikation des Handlungsbedarfs einer prozessualen Neugestaltung der automobilen Programmbewertung**

Dieses Kapitel 2 zeigt die Veränderung der Rahmenbedingungen automobiler Programmplanung durch die Dynamisierung der Absatzmärkte, die Verlagerung der Wertschöpfungstiefe vom OEM weg in die Liefernetzwerke und die steigenden Individualisierungsansprüche der Endkunden. Wandlungsfähigkeit der Automobilhersteller und eine steigende Flexibilität bei der Planung von Produktionsprogrammen spielen eine große Rolle um den steigenden Kundenanforderungen gerecht zu werden. Die Dynamisierung der Absatzmärkte und die damit einhergehende benötigte Vorplanungsflexibilität steht der zunehmend benötigten Vorplanungsgüte und -intensität weltweiter und vielschichtig aufgestellter Liefernetzwerke gegenüber. Bei der variantenreichen Serienproduktion mit verringerter Fertigungstiefe liegt ein hoher Planungsbedarf der Lieferkettenkapazitäten vor, weswegen Abweichungen zwischen Planung und Realität auftreten können [vgl. BUERGIN ET AL. 2017, S. 1f.].

In der Literatur ist die Produktionsbedarfsplanung der Schnittpunkt zwischen der mittel- und kurzfristigen Produktionsprogrammplanung und berücksichtigt Lieferkettenkapazitäten [vgl. REUTER UND ROHDE 2015, S. 250; DÖRMER 2013, S. 35]. Die Produktionsbedarfsplanung ist der Programmfreigabe nachgelagert und unterstützt lediglich die Realisierung des Produktionsprogramms, nicht dessen Steuerung [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 187]. Folglich ist beim Übergang zwischen Absatz- und Programmplanung a priori keine Berücksichtigung der Lieferketten möglich [vgl. DÖRMER 2013, S. 35], da der Sekundärbedarf nur bei vollständiger Spezifikation der Variante exakt bestimmbar ist. Nach SCHUH UND STICH (2012) sollte die Absatzplanung jedoch aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der sinkenden Genauigkeit der Planung bei hohem Aggregationsgrad stattfinden [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 41]. Eine verbesserte Programmbewertung durch eine Vorabprüfung der Lieferkettenkapazitäten kann mögliche Engpässe frühzeitig erkennen und die Einleitung von Gegenmaßnahmen ermöglichen und damit die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der gesamten Lieferkette verbessern [vgl. DÖRMER 2013, S. 35].

Die zentrale Schwachstelle ist die auftragsanonyme Ressourcengrobplanung, da die kapazitative Prüfung aggregiert und auftragsanonym erfolgt. Folglich muss eine prozessuale Veränderung zur Integration der kapazitiven Detailprüfung a priori der Programmfreigabe ausgearbeitet werden. Die Integration finanzieller Auswirkungen von Programmveränderungen stellt einen weiteren Handlungsbedarf dar, um nachhaltig wirtschaftliche Entscheidungen treffen zu können. Um ein Konzept auszugestalten, müssen die Prozessschritte der Literatur um Schwachstellen und Anforderungen der

Praxis erweitert werden. Tabelle 2-4 stellt die in der Literatur identifizierten Prozessschritte nach SCHUH UND STICH (2012) und SCHMIDT (2018) gegenüber.

**Tabelle 2-4:** Anforderungen aus der Literatur an eine konzeptionelle Entwicklung

SCHUH UND STICH (2012)		SCHMIDT (2018)	
Thematische Gruppierung	Prozessschritte	Prozessschritte	Thematische Gruppierung
Produktionsprogrammplanung	Absatzplanung		Produktionsprogrammplanung
	Brutto-Primärbedarfsplanung		
	Ableitung Montage-, Teile-, Baugruppenbedarf	-	
	Netto-Primärbedarfsplanung		
	Auftragsanonyme Ressourcengrobplanung		
Produktionsprogrammfreigabe			
Bestandsmanagement	-	Bestandsplanung	Bestandsmanagement
	Bestandsführung	Bestandsführung	
Produktionsbedarfsplanung	-	Vorläufermittlung	Sekundärbedarfsermittlung
	Brutto-Sekundärbedarfsermittlung		
	Netto-Sekundärbedarfsermittlung		
	Beschaffungsartzuordnung		Produktionsbedarfsplanung
	Durchlaufterminierung	-	
	Kapazitätsbedarfsermittlung	-	
	Kapazitätsabstimmung	-	
	Verfügbarkeitsprüfung	-	
	Beschaffungsprogrammfreigabe	-	
	-	mittelfristige Ressourcengrobplanung	
-	Eigenfertigungsprogrammfreigabe		
Auftragsmanagement	Auftragskoordination		Auftragsmanagement
	Auftragsüberwachung	-	
	Ressourcenüberwachung	-	
	Bestellüberwachung	-	
	-	Auftragsklärung	
	-	Grofterminierung Produktionsaufträge und Sicherheitszeitplanung	
	-	Kundenauftragsbezogene Ressourcengrobplanung	
	-	Auftragsannahme	
-	Finale Wandlung der Kunden- in Produktionsaufträge		
-	-	Auftragserfassung	Auftragsversand
	-	Versandabwicklung	
Eigenfertigungsplanung und -steuerung	Feinterminierung	-	-
	Ressourcenfeinplanung	-	
	-	Kapazitätssteuerung	Eigenfertigungssteuerung
	Reihenfolgeplanung		
	Verfügbarkeitsprüfung		
	Auftragsfreigabe		Eigenfertigungsplanung
	-	Losgrößenrechnung	
	-	Durchlaufterminierung	
	-	Kurzfristige Ressourcenfeinplanung	
-	Produktionsplanfreigabe		
Fremdbezugsplanung und -steuerung	-	Abstimmung Lieferpläne	Fremdbezugsgrobplanung
	-	Fremdbezugsprogrammfreigabe	
	Bestellrechnung		Fremdbezugsplanung
	Anfrageerstellung		
	Angebotseinholung/-bewertung		
	Lieferantenauswahl		
Bestellfreigabe			



### **3 Stand der Forschung und Forschungsdesign**

Aufbauend auf den in Kapitel 2 herausgearbeiteten Grundlagen automobiler Programmbewertung werden die Forschungsfragen in Unterkapitel 3.1 hergeleitet. Dies bildet die Basis für die internationale Literaturrecherche in Unterkapitel 3.2 um die Schwachstellen der Literatur an ein Konzept zur ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme zu identifizieren. Darauf aufbauend werden die Implikationen und der weiterführende Forschungsbedarf als Legitimation dieser Dissertation abgeleitet. In Unterkapitel 3.3 erfolgt die Strukturierung des Forschungsdesigns. Eine weiterführende Detaillierung zur instrumentalen Ausgestaltung des Forschungsdesigns enthält darauf aufbauend Unterkapitel 3.4. Die wichtigsten Erkenntnisse dieses Kapitels fasst Unterkapitel 3.5 zusammen.

#### **3.1 Herleitung der Forschungsfragen**

Forschungsfragen basieren auf existierendem Wissen und sollen durch ihre Beantwortung den Wissensstand erweitern, indem sie eine theoretische Wissenslücke zur Weiterentwicklung des Wissensbestands beschreiben. Sie erforschen einen verallgemeinerbaren Zusammenhang. Eine Forschungsfrage existiert als solche immer bezogen auf einen konkreten Stand der Forschung zum Zeitpunkt der Erhebung und ist idealerweise nach Abschluss der Untersuchung durch ihre Beantwortung verschwunden [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 65-67]. Die Wissenslücke zur Formulierung der Forschungsfragen resultiert aus den theoretischen Vorüberlegungen. Den Stand der Forschung aufzuarbeiten impliziert, möglichst viel von dem für die Untersuchung relevanten Wissen zu identifizieren und zusammenzutragen, um durch die Forschungsfrage Defizite im akkumulierten Wissensstand beschreiben zu können [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 73f.].

Die Forschungsfragen der vorliegenden Dissertation leiten sich sowohl aus der Aufbereitung der Grundlagen in Kapitel 2 als auch aus der beruflichen Tätigkeit der Forschenden im Bedarfs- und Kapazitätsmanagement eines Automobilherstellers ab. In diesem Rahmen wurden die prozessualen Schritte der Programmplanung und -bewertung begleitet und die Defizite in der Literatur über die teilnehmende Beobachtung und Gespräche mit Expertinnen und Experten in der Praxis bestätigt.

Bei der Definition der Forschungsfragen liegt ein besonderes Augenmerk auf dem identifizierten Praxisbedarf im Kontext der vorliegenden Problemstellung als Prozessgestaltung zur ereignisorientiert initiierten Programmbewertung hinsichtlich kapazitiver Versorgungbarkeit und der Abbildung finanzieller Auswirkungen auf den OEM. Eine Vorabprüfung der benötigten internen und externen Ressourcen kann die Leistungsfähigkeit im Produktionsnetzwerk durch das frühzeitige Erkennen möglicher Engpässe und die Einleitung von Gegenmaßnahmen verbessern.

Folglich muss eine prozessuale Veränderung zur Integration der kapazitiven Detailprüfung a priori der Programmfreigabe ausgearbeitet werden. Die Ausgangsbasis für die Entwicklung dieses Konzepts bildet die systematische internationale Literaturrecherche nach WEBSTER UND WATSON (2002) zur Ermittlung des Status quo in der Wissenschaft und in der Praxis, nachgelagert in Unterkapitel 3.2 dargelegt. Die identifizierten Publikationen fokussieren die in den bestehenden Prozessen zur Produktionsplanung und -bewertung vorherrschenden Beiträge, Zielkonflikte und Schwachstellen. Es findet keine durch Praxisdaten getriebene Erfassung der Schwachstellen statt. Folglich zielt die erste Forschungsfrage auf die Datenerhebung in der variantenreichen Praxis eines OEM zur Erfassung der bestehenden Schwachstellen bei der ereignisorientierten Programmbewertung im mittelfristigen Planungshorizont ab:

***FF1. Welche Schwachstellen liegen in der Programmbewertung im mittelfristigen Planungshorizont in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte vor?***

Die vorliegende Dissertation strebt einen anwendungsorientierten Beitrag zur Ausgestaltung eines Konzeptes zur ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme an, um die industriespezifischen Anforderungen identifizieren und berücksichtigen zu können. Die industriespezifischen Herausforderungen kennzeichnen sich beispielsweise durch selbst- und fremdinduzierte Bedarfschwankungen und einen hohen Variantenreichtum. Um eine Verallgemeinerung auf weniger komplexe Rahmenbedingungen sicherzustellen, muss ein Unternehmen für die Durchführung der leitfadenbasierten Experteninterviews zur anwenderorientierten Identifikation von Anforderungen an eine mittelfristige automobiler Programmbewertung ein Variantenfertiger mit der Auftragsabwicklungsart Make-to-Order sein. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn sich das auszuwählende Unternehmen vor allem durch die Diversität des Produktportfolios auszeichnet, in dem sowohl das Privatkundengeschäft mit Personenkraftwagen als auch das Geschäftskundenumfeld mit Nutzfahrzeugen abgedeckt wird. In Ergänzung zur ersten Forschungsfrage zielt die zweite Forschungsfrage darauf ab, die bestehenden Anforderungen an eine ereignisorientiert initiierte Bewertung automobiler Produktionsprogramme in der Praxis offenzulegen:

***FF2. Welche Anforderungen resultieren im mittelfristigen Planungshorizont an eine ereignisorientiert initiierte Programmbewertung in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte?***

Aufbauend auf der Beantwortung der ersten beiden Forschungsfragen bezieht sich die dritte Forschungsfrage auf die Möglichkeiten der Adressierung identifizierter Schwachstellen und Anforderungen mittelfristiger Programmplanung und -bewertung. Neben der systematischen und internationalen empirischen Untersuchung besteht das



zweite Primärziel dieser Dissertation darin, ein Konzept zu entwickeln, das die ereignisorientiert initiierte Bewertung automobiler Produktionsprogramme in der Praxis bestmöglich unterstützt. Die über die leitfadenbasierten Experteninterviews bei einem Variantenfertiger mit der Auftragsabwicklungsart Make-to-Order und einem Produktportfolio für Privat- und Geschäftskunden erfassten Daten und Informationen sollen das systematisch erhobene Literaturwissen ergänzen und das Konzept zusätzlich fundieren. Dieses Konzept berücksichtigt die erhobenen Schwachstellen der Literatur und der Praxis und wird um die erhobenen Anforderungen erweitert, um eine direkte Anwendung in der Praxis durch die Berücksichtigung der industriespezifischen Komplexität und Besonderheiten zu ermöglichen. Inhaltlich soll das Konzept möglichst die Endkunden, den diversen an der Programmplanung und -bewertung beteiligten Fachbereichen des Automobilherstellers sowie den global verteilten und vielschichtigen Wertschöpfungsnetzwerken gerecht zu werden. Damit wird adressiert, dass bis dato keine entsprechenden theoretisch-fundierten und praxisorientierten Lösungen zur Adressierung eines mittelfristigen und iterativen Planungs- und Bewertungsprozesses existieren. Mit der Beantwortung der dritten Forschungsfrage aus der Kombination und Integration bestehender Ansätze sowie praktischer Schwachstellen und Anforderungen wird damit sowohl ein Beitrag zum aktuellen Forschungsstand als auch zur Lösung eines vor dem Hintergrund der steigenden Dynamiken immer relevanteren Praxisproblems geleistet:

***FF3. Wie muss eine Konzeptentwicklung zur ereignisorientiert initiierten Prozessgestaltung einer Bewertung automobiler Produktionsprogramme im mittelfristigen Zeithorizont ausgestaltet sein und welche Informationen werden dafür benötigt?***

Durch die Durchführung der leitfadenbasierten Experteninterviews in der Automobilindustrie wird das Konzept zur ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme zur qualitativen Verbesserung der Programm-entscheidung entwickelt. Um eine größtmögliche Übertragbarkeit der Lösung auf andere Zweige als die Automobilindustrie sicherzustellen, insbesondere auch, weil selbst in der Automobilindustrie eine Vielzahl an unterschiedlichen Produktionstypen existieren, wird auf eine Allgemeingültigkeit des Konzepts respektive seiner Bestandteile geachtet. Realisiert wird diese Allgemeingültigkeit dadurch, dass die zugrunde liegenden Prozessmodelle aus der Literatur sowohl branchen- als auch produktionstypunabhängig sind.

## 3.2 Stand der Forschung zur Programmbewertung

Dieses Unterkapitel bereitet den internationalen Stand der Forschung zur Ableitung von weiterführenden Forschungsimplicationen durch eine systematische Literaturrecherche auf. Die Identifikation und Klassifizierung relevanter Autoren stellt eine erste wissenschaftliche Erkenntnis dieser Dissertation dar, da sie zur Identifikation der Schwachstellen in der Literatur zur Beantwortung der Forschungsfrage FF1 maßgeblich beiträgt. Die Suchbegriffe zur Identifikation relevanter Autoren in Abschnitt 3.2.1 und die Definitionslegenden zur Klassifikation der identifizierten Autoren in Abschnitt 3.2.2 bilden die Basis für die systematische Ergebnisaufbereitung in Abschnitt 3.2.3. Um den Handlungsbedarf aus Unterkapitel 1.3 zu validieren, werden die Autoren in die in Unterkapitel 1.2 vorgestellte SCPM einsortiert. Diese Aufbereitung zur Herleitung der Forschungslücke und des weiterführenden Forschungsbedarfs enthält Abschnitt 3.2.4.

### 3.2.1 Suchbegriffe zur Identifikation relevanter Autoren

Zur Identifikation relevanter Autoren im Kontext automobiler Programmbewertung wird in diesem Unterkapitel eine internationale Literaturrecherche durchgeführt. Das Ziel besteht darin, alle relevanten Quellen zu identifizieren, entsprechend den Anforderungen zu klassifizieren und dem Leser übersichtlich aufzubereiten. Indem Themenbereiche nicht mehrfach behandelt werden, trägt Forschung dazu bei, eine Relevanz sicherzustellen [vgl. BAKER 2000, S. 219]. Es gibt Literaturrecherchen in reifen Fachgebieten und Literaturrecherchen in neuen Fachgebieten [vgl. WEBSTER UND WATSON 2002, S. 14]. Ein Prozess zur ereignisorientierten kapazitiven und finanziellen Bewertung von automobilen Programmveränderungen stellt zwar eine Forschungslücke, aber kein gänzlich neues Gebiet dar. Um vorhandenes Wissen zu übertragen, müssen an das aufgezeigte Forschungsumfeld angrenzende Gebiete untersucht werden [vgl. WEBSTER UND WATSON 2002, S. 14]. Die Abgrenzung und Definition angrenzender Forschungsgebiete stellt eine gewisse Rigorosität sicher [vgl. ZORN UND CAMPBELL 2006, S. 75; VOM BROCKE ET AL. 2009, S. 9]. In einem nächsten Schritt sind jene Beiträge zu untersuchen und auszuwerten, die Zusammenfassungen oder Überblicke über die Forschungsgebiete geben [vgl. BAKER 2000, S. 222].

Die Identifikation der Schlagbegriffe zur internationalen Literaturrecherche resultiert aus den theoretischen Grundlagen des vorangegangenen Kapitel 2. Um diese Literatur bestmöglich erschließen zu können, werden Publikationen gesammelt und eine Vor- und Rückwärtssuche durchgeführt. Bei der Rückwärtssuche wurde in den gefundenen Quellen untersucht, welche Quellen diese wiederum zitieren. Sofern eine Relevanz auftrat, wurden über diese ermittelten Quellen weitere Rückwärtssuchen durchgeführt. Die Vorwärtssuche recherchiert die relevanten Quellen über die Suchmaschinen *IEEE Xplore* und *Google Scholar* und untersucht, welche Beiträge diese Quellen zitieren [vgl. WEBSTER UND WATSON 2002, S. 15f.]. Zum Finden internationaler Literatur wurden die

deutschen Begriffe ins Englische übersetzt. Die Herleitung der Suchbegriffe zur explorativen Suche resultiert aus dem bereits aufgezeigten Forschungsumfeld, weswegen Autoren mit den nachfolgend aufgelisteten Themenschwerpunkten in ein angrenzendes Forschungsgebiet dieser Dissertation fallen und in der internationalen Literaturrecherche berücksichtigt werden. Das Themenfeld dieser Dissertation sortiert sich in die *aggregierte Produktionsprogrammplanung* ein, weswegen entsprechend verortete Autoren identifiziert werden. Wie in Unterkapitel 1.2 aufgezeigt, bietet die sequentielle Programmplanung für Verbesserungen der ökonomischen Entscheidungsfindung einen großen Hebel. Die resultierende Zielsetzung ist die Notwendigkeit einer flexiblen und ereignisorientierten Programmbewertung im mittelfristigen Horizont. Im mittelfristigen Horizont liegen Unsicherheiten beispielsweise durch die Volatilität der Märkte vor, weswegen Flexibilität wichtig ist, um Engpässe zu ermitteln. Für Kapazitätsbewertungen wird nach den Schlagworten *Kapazitätsabgleich*, *-planung* sowie *-anpassung* gesucht. Benötigte Flexibilisierungspotenziale werden über die Schlagworte *Produktionsflexibilität* und *Beschaffungsflexibilität* sichergestellt. Eine entsprechende Prüfung kann die in Abschnitt 2.1.4 gezeigten Maßnahmen berücksichtigen. Die Schlagworte *Produktion*, *Logistik* und *Lieferkettenmanagement* stellen sicher, dass die Geschäftsbereiche Produktion für interne Fabrikkapazitäten, Logistik für Behälter- und Lieferantenkapazitäten für Kaufteile berücksichtigt werden.

Die Entwicklung IT-gestützter Planung [i. A. a. HOSSAIN ET AL. 2002, S. 4] aus Unterkapitel 2.4 liefern Informationen über den Betrachtungsumfang sowie die Datenverarbeitung. Da sich Autoren i. d. R. zur Einordnung ihrer Forschungsleistung auf ein bestimmtes Prinzip beziehen, lassen sich mit den dazugehörigen Schlagwörtern *Material Requirements Planning* (MRP I), *Manufacturing Resource Planning* (MRP II), *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Advanced Planning and Scheduling* (APS) sowie *Hierarchical Production Planning* (HPP) relevante Arbeiten identifizieren. Im Anwendungsfeld der Produktionsplanung werden häufig Methoden des Operations-Research eingesetzt [vgl. SUHL UND MELLOULI 2006, S. 216]. Daher wird speziell nach *Optimierungsmodellen* in Verbindung mit weiteren relevanten Schlagwörtern gesucht. Die thematische Verortung des Forschungsschwerpunktes in der *Automobilindustrie* führt dazu, diese Industrie als weiteres Schlagwort aufzunehmen, um Industriespezifika gesondert herauszufiltern.

Die internationale Literaturrecherche identifiziert 45 internationale Veröffentlichungen zur Baubarkeits- und Kapazitätsanalyse im Kontext von Optimierung, teilweise liegt der Schwerpunkt auf der für diese Dissertation relevanten Automobilindustrie. Konkret mit Modellen zum Behältermanagement befassen sich die Autoren BERBIG (2014) und ROSENTHAL (2016). Zur Übersicht, zu welchem Suchbegriff welche Autoren gefunden wurden, wurden die Suchbegriffe in allgemeinere Themengruppen gegliedert, da die Suchbegriffe teils nicht komplett mit den Schlagworten der Veröffentlichungen

übereinstimmen. Tabelle 3-1 zeigt die englischen und deutschen Schlagworte zur Gewährleistung der Einheitlichkeit und die Treffer in den Suchmaschinen Google Scholar / IEEE XPLORÉ.

**Tabelle 3-1:** Herleitung der Schlagworte zur Literaturrecherche

Themengebiet	englischer Suchbegriff	Treffer	deutscher Suchbegriff	Treffer
Produktionsplanung	Aggregate Production Planning	750.000 / 210	aggregierte Produktionsprogrammplanung	740 / (-)
Kapazität	Capacity Leveling/ Capacity Balancing	201.000 / 14.359 1.930.000 / 4.452	Kapazitätsabgleich	857 / (-)
	Capacity Planning	3.700.000 / 11.650	Kapazitätsplanung	6.260 / (-)
	Capacity Synchronization	1.090.000 / 1.405	Kapazitätsanpassung	1.750 / (-)
Flexibilität	Production Flexibility	5.880.000 / 3.215	Produktionsflexibilität	740 / (-)
	Ordering Flexibility	790.000 / 7.660	Beschaffungsflexibilität	95 / (-)
Supply Chain Management	Supply Chain Management	3.130.000 / 11.504	Lieferkettenmanagement	2.880 / (-)
Produktion	Production	6.700.000 / 152.698	Produktion	1.110.000 / (109)
Logistik	Logistic	3.320.000 / 8.026	Logistik	276.000 / (-)
Planungssysteme	Material Requirements Planning (MRP I)	1.560.000 / 1.363	Materialbedarfsplanung	1.350 / (-)
	Manufacturing Resource Planning (MRP II)	2.440.000 / 2.050	Fertigungsressourcenplanung	1 / (-)
	Enterprise Resource Planning (ERP)	2.990.000 / 4.016	Unternehmensressourcenplanung	81 / (-)
	Advanced Planning and Scheduling (APS)	1.400.000 / 820	erweiterte Planungssysteme	4.690 / (-)
	Hierarchical Production Planning (HPP)	2.520.000 / 2701	hierarchische Planung	62.500 / (-)
Optimierung	Optimization Model	3.450.000 / 126.767	Optimierungsmodell	6.280 / (-)
Automobilindustrie	Automotive Industry	2.020.000 / 6.343	Automobilindustrie	71.600 / (-)

Über 40 Prozent der Autoren sind in der Automobilindustrie verortet und berücksichtigen die industriespezifischen Anforderungen, weswegen sie für das Forschungsgebiet dieser Dissertation eine besondere Relevanz aufweisen.

Tabelle 3-2 zeigt die Zuordnung der Autoren zu Themengebieten.

**Tabelle 3-2:** Zuordnung der Autoren zu Themengebieten

	Logistik	SC-Management	Produktionsplanung	Kapazität	Flexibilität	Automobilindustrie	Netzwerkplanung	Operations-Research	Produktion	Planungssysteme
GOETSCHALCKX ET AL. 2002	x	x	-	-	-	-	-	-	-	x
GRUNDMANN 2007	x	-	x	x	x	-	-	x	-	-
FLEISCHMANN ET AL. 2006	x	-	x	-	-	x	-	-	-	-
KAUDER UND MEYR 2009	-	x	x	-	x	x	x	x	-	-
KOBERSTEIN ET AL. 2009	-	-	x	x	-	x	x	x	-	-
ROSCHE 2008	-	-	x	-	x	x	-	x	X	-
CHANDRA ET AL. 2005	-	-	-	x	x	x	-	-	-	x
GRUNOW ET AL. 2007	-	-	-	-	-	-	x	x	X	-
LIU UND PAPAGEORGIOU 2013	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-
BIHLMAIER ET AL. 2009	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-
WITTEK 2013	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-
HOFFMANN 2017	-	-	x	-	-	x	-	x	-	-
SILLEKENS 2008	-	-	x	-	x	x	-	x	-	-
SILLEKENS ET AL. 2011	-	-	x	-	x	x	-	x	-	-
KÖRPEOĞLU ET AL. 2011	-	-	x	-	x	-	-	x	-	x
TAVAGHOF-GIGLOO ET AL. 2016	-	-	-	-	x	-	-	x	-	x
GARCIA-SABATER ET AL. 2012	-	x	-	-	-	x	-	x	-	x
WEYAND 2010	-	-	-	-	x	x	-	-	X	x
WOCHNER ET AL. 2016	-	-	-	-	-	x	-	-	X	x
BOYSEN ET AL. 2007	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
GOTTSCHALK 2005	-	-	-	x	x	-	-	-	X	-
GANSTERER 2015	-	-	x	-	-	x	-	x	X	x
ALTENDORFER ET AL. 2016	-	-	x	-	-	-	-	x	-	x
DENTON ET AL. 2006	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x
KRAJEWSKI ET AL. 2005	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-
HEGMANN 2010	-	x	x	x	-	x	x	-	X	-
ADAM NG UND JOHNSON 2008	-	-	x	-	x	-	-	x	-	-
LEU ET AL. 2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RAFIEI ET AL. 2013	-	-	x	-	-	-	-	x	-	x
TEO ET AL. 2011	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
CHEN UND Ji 2007	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
LEUNG ET AL. 2007	-	x	-	-	-	-	-	x	X	-
KAPPLER ET AL. 2010	x	-	x	-	-	x	-	-	X	x
LIEBLER 2013	-	-	x	x	-	x	-	x	-	-
ALTEMEIER 2009	-	-	-	x	-	x	-	-	X	-
MEIBNER 2009	x	x	-	-	-	x	-	-	X	-
VOLLING 2009	-	-	x	-	-	x	-	-	X	-
COSTANTINO ET AL. 2014	-	-	-	-	-	x	-	x	X	-
PRÖPSTER 2015	-	-	x	x	-	x	-	-	X	-
HERRMANN UND ENGLBERGER 2015	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-
MATZKE 2016	x	x	-	-	-	x	-	-	X	-
BERBIG 2015	x	x	-	x	x	-	x	x	-	-
ROSENTHAL 2016	x	x	-	x	x	-	x	x	-	-
HENRICH 2002	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x
ASKAR ET AL. 2007	-	-	x	x	x	x	-	x	X	x

### 3.2.2 Klassifizierungsmerkmale zur Klassifikation der Literatur

Um die Literatur näher untersuchen und die Autoren miteinander vergleichen und hinsichtlich ihrer Relevanz bezüglich der Problemstellung gegenüberstellen zu können werden Klassifizierungsmerkmale entwickelt. Diese Klassifikation erfolgt anhand der Kategorien **Modellierungsansätze**, **Bedarfebene**n, **Produktionskapazitäten**, **Unternehmensbereiche** und **weitere Merkmale**. Die Aufbereitung der Klassifikation ergibt drei Konzeptmatrizen, unterteilt in die Betrachtungshorizonte strategisch, mittelfristig und operativ.

Die Kategorie **Modellierungsansätze** enthält vier Klassifizierungsmerkmale, die sich jeweils weiter detaillieren. Das erste Klassifizierungsmerkmal *Planungsprinzip (PZ)* basiert auf den in Unterkapitel 2.4 erläuterten Planungssystemen. Ein frühes Konzept ist das MRP I, bei dem der Materialfluss durch das Produktionssystem betrachtet wird. Eine Weiterentwicklung stellt das MRP II dar, bei dem zusätzlich zum Materialfluss Produktionskapazitäten in einer hierarchischen Planung mit einbezogen werden. Das Konzept des APS ist eine Weiterentwicklung von ERP-Systemen, mit denen der Funktionsumfang von ERP-Systemen durch mathematische Planungsverfahren erweitert wird. Das Aggregate Production Planning (APP) betrachtet im Gegensatz zu APS-Systemen die Planung von mittelfristigen Kapazitäten in einer Fabrik. Während das APP den Fokus auf die Befriedigung des Primärbedarfs legt, stellt das MRP I den Sekundärbedarf in den Vordergrund. Die hierarchische Programmplanung (HPP) fokussiert eine horizontale und vertikale Integration der Planungsaufgaben zur Vermeidung von Planungswidersprüchen. Die strategische Netzwerkplanung (SNP) betrachtet den langfristigen Horizont mit einer Ausplanung der Supply Chain-Partner sowie der Standortplanung beim OEM.

Das zweite Klassifizierungsmerkmal ist die betrachtete *Auftragsabwicklungsart (AT)*, da die Planungsaufgaben und Voraussetzungen je nach Auftragsabwicklungsart variieren. Diese beinhaltet die in Abschnitt 2.1.3 vorgestellten Auftragsabwicklungsarten MTS, ATO, MTO sowie ETO, wobei die klassischen Auftragsabwicklungsarten in der Automobilindustrie MTO und MTS sind [vgl. SCHMIDT 2018, S. 8]. Ein MTS-Fertiger strebt einen geringen Lagerbestand an Fertigerzeugnissen an, mit dem die Nachfrage abgedeckt werden kann. Dies ist für einen MTO-Fertiger nicht relevant, da die Produkte erst mit Eingang eines Kundenauftrags gefertigt werden. Da die Produktion direkt an die Volatilität des Marktes gekoppelt ist und nicht durch ein Lager gepuffert wird, ist die Produktionsplanung komplexer [vgl. KLUG 2010, S. 409; VOLLING 2009, S. 98].

Das dritte Klassifizierungsmerkmal *Methode der Modellierung (M)* beschreibt die Art und Weise, wie die Autoren das betrachtete Planungsproblem lösen. Neben den linearen (LP), nichtlinearen (NLP) und gemischt ganzzahlige (GA) bzw. Mixed-Integer Programming (MIP) Modellen werden auch alternative Methoden zur Modellierung vorgeschlagen. Das können z. B. Heuristiken (H) und Simulationen (S) sein. Der Vorteil

von Heuristiken ist, dass insbesondere bei komplexeren Problemen nach relativ kurzer Zeit Ergebnisse vorliegen. Im Gegensatz zu exakten Lösungsverfahren kann für eine gefundene Lösung nicht bewiesen werden, dass diese die optimale Lösung ist, weswegen eine Heuristik in einem lokalen Optimum verharren kann. Eine weitere Methode ist die dynamische Optimierung (DO). In die Kategorie Berechnungsvorschrift (BV) werden Autoren eingeordnet, die ein Verfahren zur Bedarfsermittlung vorstellen. Einige Autoren entwickeln zudem Prozess- oder Beschreibungsmodelle, weswegen die Prozessmodellierung (PMO) diesen angewandten Modellierungsansatz darstellt.

Das vierte Klassifizierungsmerkmal *Methodik (MT)* beschreibt die zur Problemlösung verfolgten die Ansätze und vermerkt, ob es exakt (e) oder heuristisch (h) gelöst wird. Tabelle 3-3 zeigt die Klassifizierungsmerkmale der Kategorie Modellierungsansätze.

**Tabelle 3-3:** Klassifizierungsmerkmale der Kategorie Modellierungsansätze

Modellierungsansätze	Planungsprinzip (PZ)	Material Requirements Planning (MRP I)
		Manufacturing Resource Planning (MRP II)
		Advanced Planning and Scheduling (APS)
		Aggregate Production Planning (APP)
		Hierarchical Production Planning (HPP)
		Strategic Network Planning (SNP)
	Auftragsabwicklungsart (AT)	Make-to-Stock (MTS)
		Make-to-Order (MTO)
		Assemble-to-Order (ATO)
		Engineer-to-Order (ETO)
	Methode der Modellierung (M)	lineare Programmierung (LP)
		nichtlineare Programmierung (NLP)
		gemischt ganzzahlige Programmierung (GA)
		Mixed Integer Programming (MIP)
		Heuristik (H)
		Simulation (S)
		dynamische Optimierung (DO)
		Berechnungsvorschrift (BV)
		Prozessmodellierung (PMO)
	Methodik (MT)	exakt (e)
heuristisch (h)		

Das Forschungsgebiet dieser Dissertation berücksichtigt die vorherrschende Komplexität und Variantenvielfalt und setzt sich mit einer automobilen Programmbewertung im mittelfristigen Zeithorizont auseinander. Die **Automobilindustrie (A)** ist eine der komplexesten Industrien [vgl. LIEBLER 2013, S. 9; PIL UND HOLWEG 2004, S. 394], weswegen eine Berücksichtigung automobilindustriespezifischer Herausforderungen erfolgt.

Die Kategorie **Bedarfsebene** beschreibt Bedarfsplanungen auf diversen Aggregationsniveaus, wobei diese sich in Abhängigkeit zum Detailgrad der Planung die Komplexität und die Informationstiefe unterscheiden. Da auf allen Ebenen kapazitative Probleme auftreten können, sollten auch alle Ebenen betrachtet werden. So kann das

Gesamtvolumen zwar gering, einzelne Teile oder Arbeitsstationen allerdings sehr stark belastet sein. Das höchste Aggregationsniveau stellt das *Gesamtvolumen (GV)* aller Produkte als Summe aller Fahrzeugmodelle dar. In der Automobilindustrie ist es üblich die Fahrzeuge über Ausstattungsmerkmale zu beschreiben [vgl. LIEBLER 2013, S. 46; ZERNECHEL 2007, S. 369]. Bei Betrachtung eines Fahrzeugmodells mit den wichtigsten Ausstattungsmerkmalen wird das Aggregationsniveau über die *Produktgruppen (PG)* ausgewiesen. Vollständig spezifizierte Produkte oder Teilebedarfe beschreibt die *Teilenummernebene (TE)*.

Die Kategorie **Produktionskapazitäten** beschreibt die Kapazitäten im Produktionsnetzwerk auf unterschiedlichen Aggregationsniveaus als Werke exklusive der Komponentenwerke. Die Komponentenwerke werden zur Vereinfachung als Lieferanten mit gesonderter Kapazität betrachtet. Ein sehr hohes Aggregationsniveau ist die Betrachtung der *Gesamtproduktionskapazität (GP)* über mehrere Produktionsstandorte. Ein Produktionsstandort kann in verschiedene *Gewerke (G)* untergliedert werden, die i. d. R. durch Puffer gekoppelt sind, siehe Abschnitt 2.1.3. Da die Gewerke über unterschiedliche Anforderungen verfügen, beispielsweise ist im Karosseriebau ein hoher Automatisierungsgrad und in der Montage ein hoher Personaleinsatz die Regel, werden die Kapazitäten getrennt betrachtet. Die Gewerke enthalten unterschiedliche *Produktionslinien (PL)*, die sich in Bandabschnitte unterteilen, an denen mehrere *Arbeitsteams (aT)* arbeiten.

Die SCPM zeigt, dass die Produktionsprogrammplanung in mehreren **Unternehmensbereichen** angesiedelt ist. Daher berücksichtigt diese Kategorie die Kapazitätsplanung für alle Bereiche. Der Bereich *Lieferanten (L)* wird intern dem Einkauf/Beschaffung zugeordnet und überprüft Kaufteilkapazitäten. Die *Distribution (D)* verantwortet die Auslieferung der Endprodukte und kalkuliert die Kapazitäten der Transportmittel für Land-, Luft- oder Seetransporte. Die *Produktion (P)* ist für die Kapazitätsplanung der Werke zuständig. Der *Vertrieb (V)* identifiziert Marktbedarfe und kann diese beispielsweise durch Ausstattungspakete steuern.

Zu der Kategorie **weitere Merkmale** zählt die *Wirtschaftlichkeit (W)* des gesamten Ablaufs, da beispielsweise die ökonomische Sinnhaftigkeit von Kapazitätserweiterungsmaßnahmen bei geringen oder negativen Deckungsbeiträgen in Frage steht. Daher ist eine finanzielle Bewertung für eine vollständige Betrachtung essentiell. Die Abgrenzung zum Fachbereich Finanz erfolgt, da finanzielle Aspekte wie Zölle je Land betrachtet werden können und der Ablauf keine wirtschaftliche Bewertung vorsieht. Das Vorhandensein spezifischer *Kundenaufträge (KA)* erfolgt im kurzfristigen Betrachtungshorizont. Im mittelfristigen Betrachtungshorizont liegen primär Prognosedaten vor. Die Betrachtung der Kapazitäten des Produktionsnetzes unterscheidet zwischen *Kapazitäten einzelner Werke (KE)* und der *Betrachtung mehrerer Standorte (mS)*. *Lieferantenkapazitäten (LK)* betrachten Kapazitätsgruppen, die über eine gemeinsame Kapazität verfügen.



### 3.2.3 Ergebnisaufbereitung der systematischen Literaturrecherche

Die Aufbereitung der über die internationale Literaturrecherche identifizierten 45 Autoren erfolgt über die in Abschnitt 3.2.2 herausgearbeiteten Kategorien und Klassifizierungsmerkmale für die Betrachtungshorizonte strategisch, mittelfristig und operativ.

Von den 45 Autoren werden 13 Autoren in den *strategischen Betrachtungshorizont* eingeordnet. Von diesen Autoren betrachten zehn mehrere Standorte. Bei der Betrachtung der Produktallokation sind distributive und kapazitive Faktoren der Produktion relevant.

So können auch die Autoren GRUNOW ET AL. (2007), BIHLMAIER ET AL. (2009), KOBERSTEIN ET AL. (2009), LIU UND PAPAGEORGIOU (2013) und WOCHNER ET AL. (2016) den Unternehmensbereichen Distribution und Produktion zugeordnet werden. GRUNOW ET AL. (2007) beschreiben ein strategisches Optimierungsmodell in der Verfahrenstechnik unter der Annahme, dass die SC neugestaltet wird, um einen höheren Handlungsspielraum inklusive frühzeitigerer Vorbereitung von Kapazitätserweiterungen zu erreichen. Das Prinzip MIP dient der Minimierung von Produktions- und Logistikkosten innerhalb der SC. Die strategische Ausrichtung des Modells macht es für die mittelfristige Programmplanung nicht anwendbar [vgl. GRUNOW ET AL. 2007, S. 427]. BIHLMAIER ET AL. (2009) entwickeln ein Optimierungsmodell zur Kapazitätsplanung bei unsicherer Nachfrage im Automobilbereich. Dabei werden für die strategische Planung von Investitionen in Kapazitätserweiterungen taktische Personalflexibilitätsmaßnahmen mit dem Ziel antizipiert, die Kosten für die Kapazitätserweiterung zu minimieren [vgl. BIHLMAIER ET AL. 2009, S. 311-336]. KOBERSTEIN ET AL. (2009) beschreiben ein MIP zur Aggregate-Production-Planning in der Fließbandproduktion der Automobilindustrie. Dabei werden ebenso technische wie personelle Kapazitätsrestriktionen beachtet. Ein weiterer Ansatz ist die hierarchische PPP, die eine vertikale und horizontale Integration der Planungsaufgaben anstrebt [vgl. KOBERSTEIN ET AL. 2009, S. 87-92]. LIU UND PAPAGEORGIOU (2013) betrachten mehrere Produktionsstandorte und Absatzmärkte und streben die ganzheitliche Optimierung der SC mit einem Optimierungsmodell an. Die Produkte werden in Produktgruppen betrachtet, wohingegen eine allgemeine Betrachtung bei den Kapazitäten erfolgt. So erfolgt bei Zusatzkapazitäten keine Aufschlüsselung möglicher Maßnahmen zur Kapazitätsanpassung [vgl. LIU UND PAPAGEORGIOU 2013, S. 370f.]. WOCHNER ET AL. (2016) untersuchen den automobilen Produktionsanlauf anhand aggregierter Bedarfe und Kapazitäten und entwickeln ein MIP unter Berücksichtigung verschiedener Absatzmärkte und einem Produktionsstandort. Eine finanzielle Bewertung wird zum Teil berücksichtigt, da die Absatzmärkte sowie Varianten des Produkts unterschiedlich bewertet sind [vgl. WOCHNER ET AL. 2016].

Eine end-to-end Betrachtung stellen GOETSCHALCKX ET AL. (2002), FLEISCHMANN ET AL. (2006) und KAUDER UND MEYR (2009) an. Dabei sind alle Unternehmensbereiche außer dem Fachbereich Vertrieb direkt integriert. GOETSCHALCKX ET AL. (2002) beschreiben

ein Optimierungsmodell zur strategischen und taktischen Supply-Chain-Optimierung, die im Finanzfluss Wechselkursschwankungen, Zölle und Transportkosten berücksichtigt. Die Autoren entwickeln ein MIP, das hinsichtlich der oben genannten Einflüsse eine optimale Allokation der Produktion ermittelt [vgl. GOETSCHALCKX ET AL. 2002, S. 1]. Für die Automobilindustrie präsentiert HENRICH (2002) ein Modell für die strategische Planung von Supply-Chains. Während bei der taktischen und operativen Planung die Kapazität einem festen Rahmen folgt, ist die strategische Planung auf die effiziente Erschließung von neuen Kapazitäten ausgelegt. Er zeigt ein MIP, mit dem die Planung auf einem hohen Aggregationsniveau durchgeführt werden kann. Weiterhin wird eine Wirtschaftlichkeitsprüfung durchgeführt. Außerdem befasst er sich mit der effizienten Erschließung neuer Kapazitäten [vgl. HENRICH 2002]. FLEISCHMANN ET AL. (2006) entwickeln ein Modell nach HENRICH (2002) für die strategische Netzwerkplanung eines variantenreichen OEM in der Automobilindustrie weiter. Mithilfe des Modells können notwendige interne Kapazitätserweiterungen identifiziert und die SC hinsichtlich des Net-Present-Value optimiert werden. Die Nachfrage muss dabei für jede Region und jedes Jahr gegeben sein. Kapazitätserweiterungen von Zulieferern auf der Planungsebene von Varianten werden dabei nicht abgebildet [vgl. FLEISCHMANN ET AL. 2006, S. 194-199; HENRICH 2002]. KAUDER UND MEYER (2009) ordnen Fahrzeugmodelle den Werken zur Planung der Werkskapazitäten zu. Betrachtete Kapazitäten sind die Änderung am Schichtmodell, Volumenverschiebungen zwischen Werken, Pausenentfall, Überstunden und Arbeitszeitmodelle. Eine Betrachtung des Risikos bei unzureichender Versorgung ist nicht möglich [vgl. KAUDER UND MEYER 2009, S. 121].

Nur die Produktion wird in den Veröffentlichungen der Autoren CHANDRA ET AL. (2005), GRUNDMANN (2007), ROSCHER (2008) und WEYAND (2010) untersucht. CHANDRA ET AL. (2005) untersuchen im strategischen Bereich den Zusammenhang zwischen der Planung einer volumen- und produktflexiblen Fertigungslinie in der Automobilindustrie und der Kapazitätsplanung. Sie konzipieren ein theoretisches Modell mit einer unspezifischen Betrachtung der Kapazitätserweiterungsmaßnahmen, da der Fokus eher auf der strategischen Auslegung der Linie liegt [vgl. CHANDRA ET AL. 2005, S. 17-19]. GRUNDMANN (2007) analysiert die Arbeitssystemauslastung auf Basis von Kennlinien sowie Produktions- und Kostenkennlinien unter Betrachtung interner und externer Kapazitätsoptionen. Das Optimierungsmodell verbessert die Auslastungssituation des Arbeitssystems durch eine langfristige Planung der Kapazitätsoptionen [vgl. GRUNDMANN 2007, S. 12]. ROSCHER (2008) fokussiert die Optimierung der Fertigungsflexibilität in der Endmontage [vgl. ROSCHER 2008, S. 16]. WEYAND (2010) untersucht einen Ansatz zur Risikoreduzierung in der Endmontageplanung beim OEM. Dafür betrachtet er die Volumenflexibilität der Linien sowie die Wiederverwendung bestehender Ressourcen [vgl. WEYAND 2010, S. 4].

Tabelle 3-4 zeigt die Konzeptmatrix der Autoren im strategischen Horizont.

**Tabelle 3-4:** Konzeptmatrix der Autoren im strategischen Horizont

	Modellierungsansätze				A	Bedarfs- ebene			Produktions- kapazitäten				Unterneh- mensbereiche				weitere Merkmale				
	PZ	AT	M	MT		G V	P G	T E	G P	G	P L	a T	L	D	P	V	W	K A	K E	m S	L K
GOETSCHALCKX ET AL. 2002	APS	-	MIP	h	-	-	x	-	x	-	x	-	x	x	x	-	x	-	-	x	x
HENRICH 2002	APS	MTO	MIP	e	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x
CHANDRA ET AL. 2005	SNP	MTO	MIP	h	x	x	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	x	x	-
FLEISCHMANN ET AL. 2006	SNP	MTO	MIP	e	x	x	-	-	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	x	x	x
GRUNDMANN 2007	HPP	MTO	MIP	h	-	x	x	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	x	-	-
GRUNOW ET AL. 2007	APS	-	MIP	e	-	x	x	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	x	x	-
BIHLMAIER ET AL. 2009	SNP	MTO	MIP	e,h	x	x	-	-	x	-	x	-	-	x	x	-	x	-	x	x	-
KAUDER UND MEYR 2009	SNP	MTO	MIP	h	x	x	x	x	-	x	-	-	x	x	x	-	x	-	x	x	x
ROSCHER 2008	HPP	MTO	DO	e	x	-	x	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	x	x	-
KOBERSTEIN ET AL. 2009	SNP	MTO	MIP	h	x	x	x	-	x	-	x	-	-	x	x	-	-	-	x	x	-
WEYAND 2010	-	MTO	PMO	-	x	-	x	-	-	x	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-
LIU UND PAPAGEORGIOU 2013	HPP	MTO	MIP	h	-	x	x	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	x	x	x
WOCHNER ET AL. 2016	-	MTO	MIP	-	x	x	x	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-

Die Autoren *im mittelfristigen Betrachtungshorizont* untersuchen die Produktion. Lediglich KAPPLER ET AL. (2010) beschäftigen sich mit Lieferanten bzw. dem Vertrieb, indem sie eine Berechnungsmethode als robustes Verfahren zur Teilebedarfsermittlung mittels Bandbreiten vorstellen [vgl. KAPPLER ET AL. 2010, S. 72].

Die Autoren DENTON ET AL. (2006), LEUNG ET AL. (2007), LEU ET AL. (2010), KÖRPEOĞLU ET AL. (2011) und RAFIEI ET AL. (2013) untersuchen eine Make-to-Stock-Produktion. DENTON ET AL. (2006) stellen ein MIP für die taktische SC-Planung von Halbleitern bei IBM vor. Die Zielsetzung ist die Reduktion von Lieferzeitpunktverschiebungen, die Erhöhung der Auslastung und eine Verringerung des Lagerbestands [vgl. DENTON ET AL.

2006, S. 386]. LEUNG ET AL. (2007) betrachten Lagerfertiger mit europäischen und US-amerikanischen Absatzmärkten sowie Fertigungsstandorten in China, den Philippinen und Thailand. Sie berücksichtigen Personal- und Maschinenkapazitäten innerhalb der Produktion zur optimalen Anpassung, wobei sie eine Unterscheidung in Hilfs- und Stammarbeiter vornehmen. Eine Betrachtung für Lieferanten erfolgt nicht [vgl. LEUNG ET AL. 2007, S. 224]. LEU ET AL. (2010) entwickeln eine Planungsheuristik, mit der die Lagerbestände bei Erhalt der Lieferfähigkeit reduziert werden [vgl. LEU ET AL. 2010, S. 3]. KÖRPEOĞLU ET AL. (2011) entwerfen anhand verschiedener Absatzszenarien unter Berücksichtigung variabler Faktoren eine robuste Produktionsplanung [vgl. KÖRPEOĞLU ET AL. 2011, S. 166]. RAFIEI ET AL. (2013) prüfen auf taktischer Ebene die Baubarkeit eines Kundenauftrags und den Bedarf von zusätzlichen Kapazitäten zur Durchführung, indem sie die Kapazitäten auf Arbeitsteam-Niveau untersuchen. Die Wirtschaftlichkeit von Kapazitätserweiterungen wird auf operativer Ebene in einer Feinplanung des Produktionsprogramms durchgeführt [vgl. RAFIEI ET AL. 2013, S. 1333].

Bei den Autoren GOTTSCHALK (2005) CHEN UND JI (2007), ADAM NG UND JOHNSON (2008) und ALTENDORFER ET AL. (2016) besteht kein Bezug zur Automobilindustrie. GOTTSCHALK (2005) erstellt ein Beschreibungsmodell zur Analyse und Konfiguration von Strategien zur Kapazitätsanpassung zum Handling von Bedarfsschwankungen [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 4]. CHEN UND JI (2007) verwenden ein MIP-Modell als Basis eines APS. Sie kritisieren die Vernachlässigung der Kapazitätsbeschränkungen von bis dahin angewandten Modellen und beziehen diese in die Minimierung der Summe der Kosten von Produktion, Leerlauf, Verspätung und der verfrühten Ablieferung mit ein [vgl. CHEN UND JI 2007, S. 517-518]. ADAM NG UND JOHNSON (2008) entwickeln ein Produktionsplanungsmodell für die MTO-Produktion, um die Kosten aus nicht befriedigten Nachfragen zu minimieren [vgl. ADAM NG UND JOHNSON 2008, S. 1201, 1209]. ALTENDORFER ET AL. (2016) untersuchen den Effekt auf die Produktionsprogrammplanung bei fehlerhaften Bedarfsprognosen. Bei steigenden Prognosefehlern werden die Produktionskapazitäten stärker belastet und bewirken eine Kostensteigerung von ca. zehn Prozent [vgl. ALTENDORFER ET AL. 2016, S. 3733].

Die Autoren HEGMANN (2010), GARCIA-SABATER ET AL. (2012) und LIEBLER (2013) untersuchen die Produktion, die Distribution und Lieferanten. HEGMANN (2010) untersucht in seiner Arbeit die Vorteile eines kollaborativen Bedarfs- und Kapazitätsmanagements. Dazu entwickelt er ein Prozessmodell, das die Produktionskapazitäten auf einem hohen Aggregationsniveau betrachtet [vgl. HEGMANN 2010, S. 6, 26]. GARCIA-SABATER ET AL. (2012) entwickeln für die taktischen und operativen Funktionen der SCPM nach MEYR (2005) ein auf die Automobilindustrie anwendbares mehrstufiges APS, wobei die einzelnen Stufen aus MIPs bestehen. Als Eingangsgröße dient die prognostizierte Nachfrage. Zu den Stärken des APS zählt die Allgemeingültigkeit sowie die in anderen Veröffentlichungen oft vernachlässigte

Planung der Beschaffung. Allerdings werden die in der Automobilindustrie äußerst wichtigen Lieferantenkapazitäten nicht berücksichtigt [vgl. GARCIA-SABATER ET AL. 2012, S. 171, 177]. LIEBLER (2013) fokussiert die Erstellung eines Produktionsprogramms, indem er durch Simulation Planaufträge erzeugt und mithilfe dieser Kapazitäten abgleicht. Eine Bewertung des Produktionsprogramms oder einzelner Verschiebungen wird nicht genauer betrachtet. Als Konsequenz beinhaltet der gesamte Prozess auch keine finanzielle Bewertung. Ein Produktionsprogramm wird in der Simulation nur für ein Werk erzeugt [vgl. LIEBLER 2013]. Folglich werden keine werksübergreifenden Kapazitäten berücksichtigt und die Produktionskapazitäten nicht auf dem für diese Dissertation erforderlichem Detailniveau betrachtet.

Die Autoren ASKAR ET AL. (2007), SILLEKENS (2008), SILLEKENS ET AL. (2011), HOFFMANN (2017) und TAVAGHOF-GIGLOO ET AL. (2016) erforschen Produktionskapazitäten auf dem Aggregationsniveau „Produktionslinie“. ASKAR ET AL. (2007) beschreiben ein Modell zur simultanen Optimierung der Kapazitäten in den einzelnen Gewerken der Automobilproduktion. Dabei unterscheiden sie zwischen maschinellen und personellen Kapazitäten und schauen sich keine einzelnen Arbeitsstationen an, sondern legen größeren Wert auf die Puffer zwischen den Gewerken [vgl. ASKAR ET AL. 2007, S. 235]. SILLEKENS (2008) entwickelt ein Optimierungsmodell und eine zugehörige Heuristik für die Bestimmung einer kostenoptimalen Betriebsstrategie für ein Produktionswerk in der Automobilindustrie für eine oder mehrere Produktionslinien [vgl. SILLEKENS 2008, S. 4f.]. SILLEKENS ET AL. (2011) legen ein besonderes Augenmerk auf die Personalflexibilität [vgl. SILLEKENS ET AL. 2011, S. 20]. HOFFMANN (2017) führt für die aggregierte Produktionsprogrammplanung auf Produktebene eine Zieloptimierung mit unterschiedlichen Zielbeziehungen unter Betrachtung nicht direkt quantifizierbarer Faktoren wie beispielsweise der Termintreue durch [vgl. HOFFMANN 2017, S. 10, 45]. TAVAGHOF-GIGLOO ET AL. (2016) entwickeln ein Modell zur Bestimmung der kostenminimalen Kapazitätsanpassung im mittelfristigen Zeithorizont. Dabei berücksichtigen sie ein breites Spektrum der im mittelfristigen Planungshorizont umsetzbaren Kapazitätserweiterungsmaßnahmen wie beispielsweise den Aufbau neuer Schichtgruppen. Zudem ist im Modell die Möglichkeit gegeben, ein Arbeitszeitkonto abzubilden, das in der betrieblichen Praxis weit verbreitet ist und einen großen Einfluss auf die Kosten hat, da Überstunden nicht notwendigerweise mit teuren Überstundenzuschlägen ausbezahlt werden müssen [vgl. TAVAGHOF-GIGLOO ET AL. 2016, S. 101-110].

WITTEK (2013) betrachtet als einziger Autor werksübergreifende Kapazitäten mit einem Fokus auf die Automobilindustrie im mittelfristigen Horizont und untersucht die optimale Fahrzeugzuteilung zu den Produktionsstandorten [vgl. WITTEK 2013, S. 5].

Die Konzeptmatrix im taktischen Betrachtungshorizont zeigt Tabelle 3-5.

**Tabelle 3-5:** Konzeptmatrix der Autoren im taktischen Horizont

	Modellierungsansätze				A	Bedarfs- ebene			Produktions- kapazitäten				Unterneh- mensbereich				weitere Merkmale				
	PZ	AT	M	MT		G V	P G	T E	G P	G	P L	a T	L	D	P	V	W	K A	K E	m S	L K
GOTTSCHALK 2005	MRP	MTO	PMO	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	x	-	-	
DENTON ET AL. 2006	MRP	MTS	MIP	e,h	-	x	x	-	x	-	-	-	x	x	x	-	-	-	-	x	
ASKAR ET AL. 2007	APP	MTO	DO	h	x	-	x	-	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	
CHEN UND JI 2007	APS	MTO	MIP	e	-	x	-	x	-	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
LEUNG ET AL. 2007	APP	MTS	LP	e	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	x	
SILLEKENS 2008	APP	MTO	MIP	h	x	-	x	-	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	
ADAM NG UND JOHNSON 2008	-	MTO	LP	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
HEGMANN 2010	-	MTO	PMO	-	x	-	-	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	x	-	
KAPPLER ET AL. 2010	MRP	MTO	BV	-	x	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	
LEU ET AL. 2010	MRP	MTS	MIP	e	-	-	-	x	x	x	-	-	x	-	x	-	-	x	-	x	
KÖRPEOĞLU ET AL. 2011	APP	MTS	NLP, MIP	e	-	-	x	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	
SILLEKENS ET AL. 2011	APP	MTO	MIP	h	x	-	x	-	x	x	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	
GARCIA- SABATER ET AL. 2012	APS	MTO	MIP	e	x	x	-	x	x	-	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-	
LIEBLER 2013	-	MTO	S	-	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	-	-	x	-	
RAFIEI ET AL. 2013	HPP	MTO MTS	MIP	h	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	x	-	x	-	x	-	
WITTEK 2013	APP	MTO	MIP	e	x	x	x	-	x	x	-	-	-	-	x	-	x	-	x	x	
ALTENDORFE R ET AL. 2016	APP	MTS	MIP	e	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	x	-	-	x	x	-	
HOFFMANN 2017	APP	MTO	MIP	e	x	-	x	-	x	x	x	-	-	-	x	-	x	-	x	-	
TAVAGHOF- GIGLOO ET AL. 2016	APP	-	MIP	e	-	x	-	-	x	x	x	-	-	-	x	-	x	x	x	-	

In den *operativen Betrachtungshorizont* können elf Autoren eingeordnet werden. Diese Autoren arbeiten im Unternehmensbereich Produktion mit konkreten Kundenaufträgen und nicht mehr mit Bedarfsprognosen. Nur GANSTERER (2015) sowie HERRMANN UND ENGELBERGER (2015) liegen die konkreten Kundenaufträge nicht vollständig vor, da sie den Übergang zwischen taktischem und operativem Betrachtungshorizont untersuchen.

GANSTERER (2015) stellt eine Konkretisierung des Modells von GANSTERER ET AL. (2014) vor, mit der die Programmplanung auf Wochen- und Tagesebene durchgeführt werden kann [vgl. GANSTERER 2015, S. 521-522]. HERRMANN UND ENGELBERGER (2015) stellen ein mehrstufiges Kompensationsmodell unter Berücksichtigung der Bedarfsunsicherheit vor [vgl. HERRMANN UND ENGLBERGER 2015, S. 43].

Die Autoren BOYSEN ET AL. (2007), ALTEMEIER (2009), COSTANTINO ET AL. (2014), PRÖPSTER (2015) und MATZKE (2016) beschäftigen sich in dem Gewerk Montage mit den Arbeitsteamkapazitäten. BOYSEN ET AL. (2007) betrachten existierende Modelle in der Planungshierarchie von der Erstinstallation bis zu der Rekonfiguration über die Reihenfolgeplanung der Fließbandabstimmung [vgl. BOYSEN ET AL. 2007, S. 761]. Ein Modell für die Rekonfiguration und Reihenfolgeplanung entwickelt ALTEMEIER (2009), um den Unterstützereinsatz in der Automobilendmontage zu optimieren. Er ordnet sich in der hierarchischen PPP ein [vgl. ALTEMEIER 2009, S. 2ff.]. COSTANTINO ET AL. (2014) beschreiben ein Modell zur Zuweisung von saisonalen Mitarbeitern zur Stammebelegschaft am Beispiel der Motorradherstellung. Die Vorlauf- und Durchlaufzeit wird minimiert, indem die Fähigkeiten der Stammebelegschaft und der Saisonarbeit verknüpft werden [vgl. COSTANTINO ET AL. 2014, S. 2ff.]. PRÖPSTER (2015) untersucht eine kurzfristige Austaktung einer Montagelinie. Im Anwendungsfall berücksichtigt er die speziellen Herausforderungen der Nutzfahrzeugbranche [vgl. PRÖPSTER 2015, S. 3]. MATZKE (2016) untersucht die Möglichkeiten des Vertriebs über die Einführung von Upgrade-Auktionen als Konzept für die Nachfragesteuerung in der automobilen Auftragsmontage. Dafür werden zunächst die Kapazitäten betrachtet, um diese gezielt durch die Auktionen auszulasten [vgl. MATZKE 2016].

Die Autoren VOLLING (2009) und MEIßNER (2009) beschäftigen sich mit der Auftragseinplanung. VOLLING (2009) entwickelt verschiedene Entscheidungsmodelle für die variantenreiche Serienproduktion, mit denen Kundenaufträge kapazitatativ abgefragt und bestätigt werden. Die Informationen können daraufhin an die nachfolgenden Planungsschritte weitergegeben werden [vgl. VOLLING 2009]. MEIßNER (2009) untersucht die Vorteile von stabilen Auftragsfolgen auf logistische Zielgrößen. Dabei werden alle Gewerke in der Automobilproduktion berücksichtigt [vgl. MEIßNER 2009].

Die Autoren KRAJEWSKI ET AL. (2005) und TEO ET AL. (2011) beschäftigen sich mit Kapazitätsanpassungen im operativen Horizont. KRAJEWSKI ET AL. (2005) untersuchen für Industrien mit kurzem PLZ anhand von Interviews den Einfluss von Zulieferkapazitäten auf die Leistungsfähigkeit der SC, ohne dabei dezidiert auf die PPP einzugehen [vgl. KRAJEWSKI ET AL. 2005, S. 457]. TEO ET AL. (2011) entwickeln ein operatives Modell zur Produktionsglättung mit hoher Nachfragevariabilität. Das MTO-System mit Produktfamilien minimiert die Sonderkosten für die Produktion sowie die Kosten für den Lagerbestand. Die Produktion wird dabei auf Maschinenebene geplant, daher sind die Entscheidungsvariablen die Aufteilung der Produktion auf Zeitfenster der

Maschinen. Dabei stehen die Backlog-Kosten im Vordergrund. Zudem kann die Produktion mittels Werkverträgen ausgelagert werden. Explizit werden personelle und maschinelle Kapazitäten berücksichtigt, wobei eine Erweiterung des Modells um Zuliefererkapazitäten möglich erscheint, da die Kapazität allgemein gehalten ist. Durch die operative Ausrichtung ist dieses Modell jedoch für das Planungsproblem dieser Dissertation wenig geeignet [vgl. TEO ET AL. 2011, S. 402]. Im operativen Horizont zeigt Tabelle 3-6 die Konzeptmatrix.

**Tabelle 3-6:** Konzeptmatrix der Autoren im operativen Horizont

	Modellierungsansätze				A	Bedarfsebene			Produktionskapazitäten				Unternehmensbereich				weitere Merkmale					
	PZ	AT	M	M T		G V	P G	T E	G P	G	P L	a T	L	D	P	V	W	K A	KE	m S	L K	
KRAJEWSKI ET AL. 2005	MRP	MTO	PMO	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X	-	X	
BOYSEN ET AL. 2007	HPP	MTO	MIP	h	x	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	
ALTEMEIER 2009	HPP	MTO	MIP	h	x	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	
MEIBNER 2009	-	MTO	S	-	x	-	-	-	X	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	
VOLLING 2009	-	MTO	MIP	-	x	x	x	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-	X	-	-	-	
TEO ET AL. 2011	MRP	MTO	NLP	e	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	
COSTANTINO ET AL. 2014	MRP	MTS	MIP	h	x	x	-	-	X	X	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	
GANSTERER 2015	APP	MTO	LP	e	x	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	
PRÖPSTER 2015	-	MTO	S	-	x	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	
HERRMANN UND ENGLBERGER 2015	HPP	MTO	LP	h	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	
MATZKE 2016	-	MTO	PMO	-	x	-	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X	X	X	X	-	-	X

Modelle zum Behältermanagement werden von BERBIG (2014) und ROSENTHAL (2016) behandelt. BERBIG (2014) entwickelt ein lineares Modell zur optimalen Behälterauswahl durch die Analyse der Kosten und Nutzen von Behältern [vgl. BERBIG 2015, S. 2]. ROSENTHAL (2016) entwickelt ein Modell, das den optimalen Einsatz von modularen Ladungsträgern hinsichtlich der Kosten und Nutzen beschreibt und die Reparaturfähigkeit von Ladungsträgern berücksichtigt [vgl. ROSENTHAL 2016, S. 5-7].

Da eine Wirtschaftlichkeitsbewertung im Anschluss an eine Optimierung in der Literatur selten vorkommt, ist eine Aufbereitung der identifizierten Autoren über die Definitionslegenden in einer Konzeptmatrix nicht zielführend. Die 13 Autoren, die sich mit einer Wirtschaftlichkeitsbewertung auseinandersetzen, sind SCHULTE (2001), BOGASCHEWSKY UND ROLLBERG (2002), HOMBURG (2017), HAHN UND LAßMANN (1999),



KILGER ET AL. (2012), GOTTSCHALK (2005), EWERT UND WAGENHOFER (2008), MAIWORM (2014), KELLER (2010), LETMATHE (2002), RAJAGOPALAN UND SWAMINATHAN (2001), BUCHHEIT (2003) und KIRCHHAUSEN (2004).

Dass die Höhe des Deckungsbeitrages von dem zu bauenden Fahrzeugvolumen abhängig ist, stellt eine Herausforderung bei der Bewertung einer Programmänderung dar. Dies liegt daran, dass Einstandspreise i. d. R. mengenabhängig sind und größere Mengen durch Rabatte zu günstigeren Preisen und zu niedrigeren variablen Materialkosten führen [vgl. SCHULTE 2001, S. 34]. Dieser Effekt kann über stetige Materialkostenfunktionen abgebildet werden [vgl. BOGASCHEWSKY UND ROLLBERG 2002, S. 296]. Deckungsbeiträge variieren i. d. R. länderspezifisch, da die Kaufkraft oder die strategische Wichtigkeit der Märkte variiert [vgl. HOMBURG 2017, S. 123].

Die Entstehung des Deckungsbeitrages wird für die mittelfristige Planungsrechnung benötigt [vgl. HAHN UND LABMANN 1999, S. 286]. Die Kostenartenrechnung teilt die Gesamtkosten in verschiedene Kostenarten auf, insbesondere nach dem Kriterium der Zurechenbarkeit in Einzel- und Gemeinkosten. Einzelkosten ergeben sich aus dem Produktionsfaktoreinsatz und sind einem Kalkulationsobjekt direkt zurechenbar. Gemeinkosten sind Kosten eines Produktionsfaktoreinsatzes, die zur Entstehung mehrerer Produkte beigetragen haben und nicht einem einzelnen Kalkulationsobjekt direkt zurechenbar sind [vgl. HAHN UND LABMANN 1999, S. 282]. Zur ursachengerechten Verteilung der Gemeinkosten auf die Kalkulationsobjekte werden in der Kostenträgerrechnung Zuordnungsvorschriften definiert. Einzelkosten fallen i. d. R. stets mit der Erstellung der entsprechenden Leistung an. Gemeinkosten unterteilen sich in variable und fixe Gemeinkosten. Variable Kosten verändern sich mit einer Variation der Produktionsmenge, wohingegen Fixkosten bei Veränderung einer Kosteneinflussgröße konstant bleiben. Die Einzelkosten bilden mit den variablen Gemeinkosten die variablen Selbstkosten. Dies sind die auf eine Produkteinheit entfallenden Stückkosten, bestehend aus Herstellungs-, Verwaltungs- und Vertriebskosten. Für die Bestimmung des Deckungsbeitrages sind den variablen Selbstkosten die Erlöse gegenüberzustellen. Letztere sind die mit den Verkaufspreisen bewerteten Absatzleistungen, wobei zwischen Brutto- und Nettoerlösen unterschieden werden muss. Während den Bruttoerlösen die Preise der Kundenrechnung zugrunde liegen, stellen die Nettoerlöse die effektiven Einnahmen dar [vgl. HAHN UND LABMANN 1999, S. 279]. Gleichung (1) beschreibt die Ermittlung des Gesamtdeckungsbeitrages  $DB$  einer Planungsperiode, wobei  $p_i$  den Nettoerlös der Leistung  $i$  sowie  $k_{pi}$  die Selbstkosten der Leistung  $i$  bezeichnet [vgl. KILGER ET AL. 2012, S. 79]:

$$DB = \sum_{i=1}^I (p_i - k_{pi}) \cdot x_i \quad (1)$$

Multipliziert man den Stückdeckungsbeitrag eines Produkts, der sich aus der Differenz des Nettoerlöses und den Selbstkosten der Leistung  $p_i - k_{pi}$  ergibt, mit der Absatzmenge  $x_i$ , erhält man den Erzeugnisdeckungsbeitrag der Planungsperiode. Der Gesamtdeckungsbeitrag der Planungsperiode entsteht durch Aufsummierung aller Erzeugnisarten  $i = [1, \dots, I]$  [vgl. KILGER ET AL. 2012, S. 79]. Bei der Ermittlung der Kosten ist für die Kapazitätsanpassung darauf zu achten, dass generell nur die relevanten Kosten Berücksichtigung finden [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 113]. Nach EWERT UND WAGENHOFER (2008) sind diese Kosten als „jene Kosten, die sich gegenüber der Ausgangssituation durch Änderung der Entscheidung ergeben“ definiert [vgl. EWERT UND WAGENHOFER 2008, S. 169]. Kosten der Kapazitätsanpassung beinhalten folglich Kosten, die direkt mit der Bereitstellung und Nutzung von Kapazitätsflexibilität in Verbindung stehen [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 61]. Neben Kosten der Kapazitätsanpassungsmaßnahmen sind auch Opportunitätskosten als relevante Kosten zu erfassen [vgl. KILGER ET AL. 2012, S. 70]. Unter Opportunitätskosten wird dabei „ein möglicher Gewinn verstanden, der voraussichtlich erzielt worden wäre, wenn man das eingesetzte Kapital zu einem anderen Zweck als dem tatsächlich gewählten verwendet hätte“ [GOTTSCHALK 2005, S. 116]. Bei der Ausstattungsmixverschiebung ist dies der entgangene Deckungsbeitrag der Ausstattungsmerkmale, deren Einbaurrate infolge der Verschiebung sinkt [vgl. MAIWORM 2014, S. 532].

Die Ermittlung von Auszahlungen und Einzahlungen erfolgt perioden- und nicht entscheidungsbezogen durch den Ansatz von Zinsen auf das durchschnittlich gebundene Kapital. Da in mittelfristig wirksamen Entscheidungssituationen das Kapital gebunden ist, werden die Zinskosten meist als fix betrachtet [vgl. EWERT UND WAGENHOFER 2008, S. 62], weswegen dieser Ansatz nicht anwendbar ist. Die Ermittlung von Aufwendungen und Erträgen berücksichtigt jegliche Verringerung oder Erhöhung des Reinvermögens eines Unternehmens wie sachzielfremde Sachverhalte [vgl. KELLER 2010, S. 14ff.] und ist folglich ebenfalls nicht im Kontext dieser Dissertation anwendbar.

Für die Entscheidungsunterstützung in der mittel- und kurzfristigen Absatzplanung können Preisuntergrenzen [vgl. KILGER ET AL. 2012, S. 677] bzgl. der Annahme von Zusatzaufträgen verwendet werden, wenn der Zusatzauftrag Engpässe verursacht und entweder andere Aufträge verdrängt und/oder kapazitätserweiternde Maßnahmen verursacht. Die Methode kann auch auf die Bewertung einer Mix-Verschiebung angewandt werden, da ebenfalls bestimmte Produkte zugunsten anderer entfernt werden und Kosten für die Erweiterung bestehender Kapazitäten anfallen können.

Die proportionalen Selbstkosten pro Einheit der durch die Mix-Verschiebung häufiger verbauten Ausstattung  $z$  sind  $kp_z$ . Die Mehrkosten für kapazitätserweiternde Maßnahmen stellt  $\Delta kp_z$  pro Einheit der durch die Mix-Verschiebung häufiger verbauten Ausstattung  $z$  dar. Die zusätzlichen Fixkosten der Mix-Verschiebung pro Monat stellt  $\Delta k_{Fz}$  dar.  $T_z$  ist

die Anzahl der Monate, für die Fixkosten durch die Einbauratenverschiebung anfallen und  $\Delta x_z$  der Betrag, um den  $z$  häufiger verbaut wird. Der letzte Term stellt die durch die Mixverschiebung hervorgerufene Verringerung der Deckungsbeiträge  $\Delta DB_\psi$  der Erzeugnisarten  $\psi = 1, \dots, v$ , die aufgrund der Mix-Verschiebung seltener verbaut werden, geteilt durch die betragsmäßige Verschiebung  $\Delta x_z$ , dar [vgl. KILGER ET AL. 2012, S. 681]. So lassen sich durch Subtraktion der Preisuntergrenzen sowie der variablen Plan-Selbstkosten die Produkt-Deckungsbeiträge ermitteln. Gleichung (2) stellt die Ermittlung der von KILGER ET AL. (2012) vorgeschlagenen Preisuntergrenze dar:<sup>9</sup>

$$PUG_z = kp_z + \Delta kp_z + \frac{\Delta k_{Fz} T_z}{\Delta x_z} + \frac{\sum_{\psi=1}^v \Delta DB_\psi}{\Delta x_z}, \quad (2)$$

Multipliziert man diesen mit  $\Delta x_z$ , entsteht die Veränderung des Deckungsbeitrages durch die Mix-Verschiebung ( $DB_z$ ) ohne die Mehrkosten kapazitätserhöhender Anpassungsprozesse. Diesem sind nun die durch die Mix-Verschiebung entstehenden Kosten der Kapazitätserweiterungen sowie die entgangenen Gewinne als Opportunitätskosten gegenübergestellt. Bringt man alle Größen auf eine Seite, erhält man die Veränderung des Gesamtdeckungsbeitrages durch die Einbauratenverschiebung von  $z$ , siehe Gleichung (3) [vgl. KILGER ET AL. 2012, S. 679]:

$$\Delta DB_z = \Delta DB_z^{ohne} - \left( \Delta kp_z \cdot \Delta x_z + \Delta k_{Fz} T_z + \sum_{\psi \in v} \Delta DB_\psi \right) \quad (3)$$

Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Verschiebung von Einbauraten nur sinnvoll, wenn  $\Delta DB$  positiv ist [vgl. KILGER ET AL. 2012, S. 681]. Beinhaltet ein Vertriebsantrag mehrere Einbauratenverschiebungen, ist die Summe von  $\Delta DB_z$  über die Menge aller Eigenschaften mit einer Bedarfserhöhung zu bilden, siehe Gleichung (4):

$$\Delta DB = \sum_{z \in Z} \Delta DB_z \quad (4)$$

LETMATHE (2002) analysiert die Verringerung der Kosten zusätzlicher Kapazitäten, wenn die Normalkapazität verringert wird. Die Kosten steigen gegenüber der Verringerung der Normalkapazität überproportional, da bei geringen Differenzen zwischen Nachfrage und Kapazität die günstigen Maßnahmen gewählt werden, wohingegen bei größerer Differenz die teureren Maßnahmen Berücksichtigung finden. Abhängig vom ausgewählten Bereich sind die marginalen Kosten einer zusätzlichen Kapazitätseinheit außerordentlich hoch und gefährden ein wirtschaftliches Handeln. Zur Analyse der Wirtschaftlichkeit ist es von Interesse, die Sensibilität der Kosten zu kennen und gegebenenfalls auf eine weitere

<sup>9</sup> Die Notation wurde so angepasst, dass sie auf den vorliegenden Fall anwendbar ist.

Maßnahme zu verzichten, wenn mit dieser ein nicht im Verhältnis zu den anderen Maßnahmen stehender Anstieg der Kosten verbunden ist. Alternativ werden nicht die Maßnahmen teurer, sondern die Effektivität der Maßnahmen sinkt. So führt eine Verdoppelung der Arbeitskräfte bei gleichbleibendem Kapazitätsangebot von Anlagen zu einer Erhöhung des Outputs um weniger als das Doppelte. Bei großen Differenzen zwischen Nachfrage und Normalkapazität für die gleiche Menge an zusätzlich geschaffener Kapazität müssten immer mehr kostspielige Arbeitskräfte eingestellt werden. Die Bewertung der Effizienz von Zusatzmaßnahmen ermöglicht die Betrachtung der Grenzkosten einer Maßnahme, die die Kosten einer weiteren Kapazitätseinheit angeben [vgl. LETMATHE 2002, S. 320f.]. Diese sind dem Grenznutzen einer weiteren Kapazitätseinheit gegenüberzustellen. HARRISON UND VAN MIEGHEM (1999) bestimmen den Nutzen einer zusätzlichen Kapazitätseinheit bei gegebenen Nachfrage- und Kapazitätsrestriktionen durch ein Maximierungsmodell der Produktionsprogrammplanung. Der Grenznutzen einer weiteren Kapazitätseinheit ist die Veränderung des Zielfunktionswerts bei marginaler Erhöhung der Kapazität und stellt den Engpass dar. Die Kapazitätserweiterungsmaßnahme ist ökonomisch nicht sinnvoll, wenn der Schattenpreis geringer als die Kosten einer zusätzlichen Kapazitätseinheit ist [vgl. HARRISON UND VAN MIEGHEM 1999, S. 22].

Zu viele benötigte Maßnahmen in einem Planungshorizont zur Abdeckung der Nachfrage deuten auf eine zu kleine Produktionskapazität hin, weswegen RAJAGOPALAN UND SWAMINATHAN (2001) ein mathematisches Optimierungsmodell zur Bestimmung des optimalen Trade-off zwischen kurzfristigen Kapazitätsanpassungsmaßnahmen und langfristigen Investitionen in zusätzliche Anlagen entwickeln. Dieser Ansatz beleuchtet die Effizienz der Entscheidungen bezüglich zusätzlicher Kapazitäten [vgl. RAJAGOPALAN UND SWAMINATHAN 2001, S. 1573]. HENRICH (2002) untersucht bei der Bewertung von langfristigen Investitionen operative Einsparungspotenziale. Er bewertet, ob die zusätzlichen Investitionssummen bei der Lagersplittung in zwei Lager durch Einsparungen bei den Logistikkosten gedeckt werden [vgl. HENRICH 2002, S. 206].

BUCHHEIT (2003) belegt nicht genutzte Kapazitäten für die Bewertung von Anpassungsmaßnahmen mit einem negativen Nutzen, um zu überprüfen, wie stark zusätzliche Kapazitäten genutzt werden. Kapazitäten werden teils nur in einer beschränkten Anzahl von Stufen verändert, weswegen Zusatzkapazitäten zu einem geringen Teil ausgelastet werden. Andernfalls kann die Normalkapazität unabhängig von Zusatzkapazitäten zu hoch ausfallen [vgl. BUCHHEIT 2003].

HOFFMANN (2017) ermittelt zur Errechnung der Auslastung einer Kapazitätseinheit eine Kennzahl [vgl. HOFFMANN 2017, S. 72]. Die Kapazitätsauslastung als ökonomisches Kriterium einer Investitionsentscheidung ist schon für HENRICH (2002) ausschlaggebend. Während bei der taktischen und der operativen Planung die Kapazität einem festen Rahmen folgt, ist die strategische Planung auf die effiziente Erschließung neuer

Kapazitäten ausgelegt. HENRICH (2002) präsentiert ein MIP, mit dem die Planung auf einem hohen Aggregationsniveau inklusive einer Wirtschaftlichkeitsprüfung durchgeführt werden kann [vgl. HENRICH 2002, S. 237-240]. KIRCHHAUSEN (2004) entwickelt ein Kennzahlensystem zur quantitativen Bewertung von Funktionen der Produktion und Logistik. Dabei werden Anforderungen an ein solches System definiert und bestehende Kennzahlen mit diesen Anforderungen abgeglichen. Er definiert eine Kennzahl zur Darstellung des wertschöpfenden Kostenanteils an den Gesamtkosten in der Leistungserstellung unter Berücksichtigung der Auslastung. Dabei werden die zur Leistungserstellung notwendigen Kosten wie Ausschusskosten und Opportunitätskosten als Kosten nicht genutzter Kapazitäten durch die Gesamtkosten dividiert [vgl. KIRCHHAUSEN 2004, S. 90].

### **3.2.4 Implikationen und weiterführender Forschungsbedarf**

Nach der Erstellung der Konzeptmatrizen können Schlussfolgerungen über die Literatur der Produktionsprogrammplanung getroffen werden. Die ausführliche Analyse der bestehenden Literatur mithilfe der Konzeptmatrizen ergibt, dass sich im langfristigen Bereich viele Autoren mit dem gesamten Produktionsnetzwerk beschäftigen. Im mittelfristigen Bereich befassen sich hingegen nur wenige Autoren mit mehreren Produktionsstandorten. Von diesen Autoren berücksichtigt auch nur WITTEK (2013) die Herausforderungen der variantenreichen Serienproduktion. Auf die Forschungsfrage kann der Ansatz von WITTEK (2013) ebenfalls nicht übertragen werden, da die Allokation der Produkte zu den Standorten als fest angenommen wird und lediglich die Kapazitäten überprüft werden. Somit ist der Ansatz eine Ergänzung zu dem in dieser Dissertation untersuchten Themengebiet. Im kurzfristigen Bereich wird die Montage häufig untersucht, was sich mit dem benötigten Granularitätsbedarf als Anforderung der Produktion für Herstellteile oder interne Fabrikstandorte deckt. Außerdem wird die Produktion häufig detaillierter, auf Ebene der Arbeitsstationen, betrachtet. Im mittelfristigen Bereich fehlt dies bei den meisten Ansätzen. Nur GOTTSCHALK (2005) untersucht Arbeitsstationen. Allerdings legt er den Fokus auf Flexibilitätsprofile und nicht auf die detaillierte Überprüfung der Auslastung der Stationen.

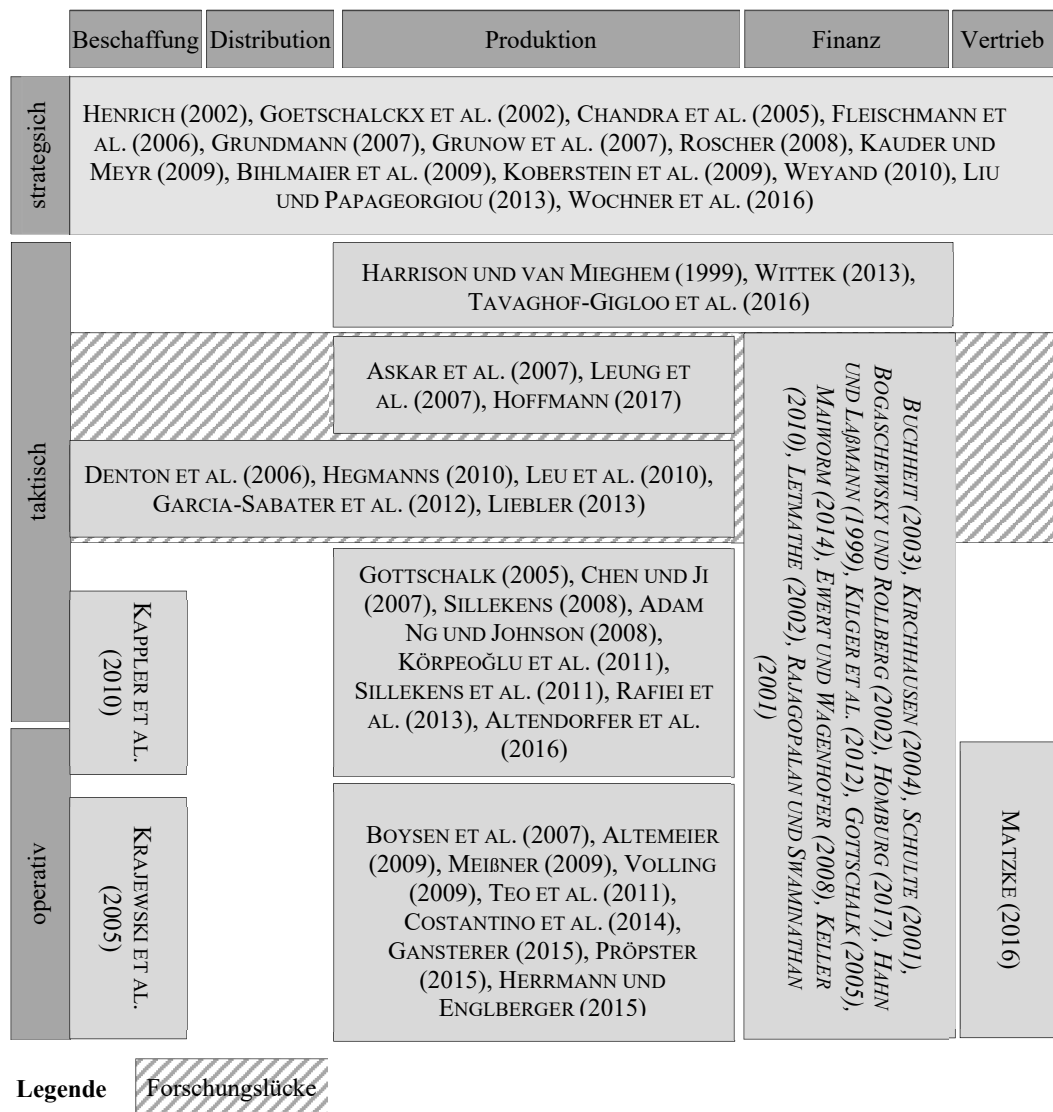
Bei der variantenreichen Serienproduktion können Abweichungen zwischen Planung und Realität auftreten [vgl. BUERGIN ET AL. 2017, S. 1f.]. Das liegt an der hohen Komplexität von Modellen zur Produktionsprogrammplanung, die durch zusätzliche Variablen weiter erhöht werden kann. In der gängigen Literatur zum SCM wird die Materialbedarfsplanung bzw. die Produktionsbedarfsplanung als Schnittpunkt zwischen mittelfristiger und kurzfristiger Produktionsprogrammplanung gesehen, womit die Lieferkettenkapazitäten berücksichtigt werden [vgl. REUTER UND ROHDE 2015, S. 250; DÖRMER 2013, S. 35]. Auch in der SCPM bzw. im technischen Sinne im APS nach REUTER UND ROHDE (2015) und DÖRMER (2013) wird die Bedarfsplanung ebenfalls als

Bindeglied zwischen der aggregierten bzw. mittelfristigen und der operativen Produktionsprogrammplanung identifiziert [vgl. REUTER UND ROHDE 2015, S. 250; DÖRMER 2013, S. 35]. Die Produktionsbedarfsplanung wird dabei als nachgelagerter Prozess angesehen, der die Realisierung des taktischen Produktionsprogramms unterstützt [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 87]. Eine Rückkopplung bezüglich der Realisierbarkeit findet dabei nur eingeschränkt statt. In der der Programmfreigabe nachgelagerten Produktionsbedarfsplanung ist die Ablehnung von Produktionsprogrammen vorgesehen, falls die Lieferkettenkapazitäten nicht zur Absicherung ausreichen [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 177-179].

Eine Kooperation zwischen Produktionsprogrammplanung und -bedarfsplanung erfolgt auf unterschiedlichen Prozesshierarchien, allerdings finden im Übergang zwischen Absatz- und Programmplanung Lieferkettenkapazitäten keine Berücksichtigung [vgl. DÖRMER 2013, S. 35], da der Sekundärbedarf nur bei vollständiger Spezifikation der Variante exakt über eine Stückliste bestimmbar ist. Nach SCHUH UND STICH (2012) sollte die Absatzplanung jedoch aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der sinkenden Genauigkeit der Planung bei hohem Aggregationsgrad für Ausstattungen stattfinden [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 41]. Da angenommen wird, dass die Kapazitäten nicht eindeutig bestimmbar sind, kann sich der Absatzplan nach Durchführung der aggregierten Produktionsprogrammplanung als nicht realisierbar herausstellen. Durch Maßnahmen kann das zunächst nicht realisierbare Produktionsprogramm realisierbar werden, weswegen eine detaillierte Berücksichtigung der Lieferketten- und Produktionsnetzwerkskapazitäten zu wirtschaftlicheren Produktionsprogrammen führen kann und aus Prozesssicht bereits vor der Programmfreigabe berücksichtigt werden muss. Daher verbleibt die nachgelagerte Prüfung als Schnittstelle zwischen Absatz- und Produktionsprogrammplanung, d. h. die Überprüfung von Absatzplänen auf die Belastung der Lieferkettenkapazitäten [vgl. STÄBLEIN 2007, S. 99]. Allerdings besteht auch für eine Vorabprüfung ein Konflikt zwischen dem Aggregationsniveau von Absatzplan und Kapazitätsdaten. Um diesen zu überwinden, müssen zunächst geeignete Verfahren identifiziert und genutzt werden. So findet beispielsweise im Prozessreferenzmodell nach SCHUH UND STICH (2012) eine Ressourcengrobplanung für die maschinellen und personellen Kapazitäten der betrachteten Produktionsstätten statt [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 185]. Eine Überprüfung der Lieferkettenkapazitäten vorgelagert zur Programmfreigabe wird nicht vorgeschlagen. Eine verbesserte Produktionsprogrammplanung durch eine Vorabprüfung der Lieferkettenkapazitäten kann, wie oben beschrieben, die frühzeitige Erkennung möglicher Engpässe und die Einleitung von Gegenmaßnahmen ermöglichen und damit die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der gesamten Lieferkette verbessern [vgl. DÖRMER 2013, S. 35].

Zur Visualisierung der Forschungslücke werden die Autoren nach Möglichkeit den Planungssteilmodellen der SCPM [vgl. DÖRMER 2013, S. 44; ROHDE ET AL. 2000, S. 10]

zugewiesen und in den Kontext der Kapazitätsplanung gestellt. Die SCPM wird zudem um finanzielle Losgrößen erweitert. Die Distributions- und die Transportplanung bildet keinen thematischen Schwerpunkt, weswegen keine Literatur zugewiesen ist. Das schraffierte Rechteck in Abbildung 3-1 kennzeichnet die identifizierte Forschungslücke, in der sich insbesondere die Autoren WITTEK (2013), TAVAGHOF-GIGLOO ET AL. (2016), ASKAR ET AL. (2007), LEUNG ET AL. (2007) UND HOFFMANN (2017) sowie DENTON ET AL. (2006), HEGMANN (2010), LEU ET AL. (2010), GARCIA-SABATER ET AL. (2012) UND LIEBLER (2013) bewegen. Allerdings erfüllt keiner den skizzierten Handlungsbedarf einer prozessualen Veränderung zur Integration der kapazitiven Detailprüfung a priori der Programmfreigabe in der Produktionsprogrammplanung. Vor dem Hintergrund der steigenden Marktdynamik und global verketteten Wertschöpfungsnetzwerken muss die Integration der Sekundärbedarfsermittlung in die Produktionsprogrammplanung ausgearbeitet werden. Abbildung 3-1 zeigt die Identifizierung der Forschungslücke.



**Abbildung 3-1:** Identifizierung der Forschungslücke

### 3.3 Strukturierung des Forschungsdesigns

Empirische Sozialforschung definiert ATTESLANDER (2010) als die systematische Erfassung und Deutung sozialer Erscheinungen [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 4f.]. „Empirisch“ meint die Überprüfung theoretisch formulierter Annahmen an spezifischen Wirklichkeiten. Das Wort „Empirie“ ist mit „erfahrungsgemäß“ gleichzusetzen, worunter durch Sinnesorgane aufgenommene Erfahrungen verstanden werden [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 3f.]. „Systematisch“ weist darauf hin, dass diese Überprüfung regelbasiert erfolgt. Theoretische Annahmen und die Beschaffenheit der zu untersuchenden sozialen Realität sowie die zur Verfügung stehenden Mittel bedingen den Forschungsablauf. Die empirische Sozialforschung deutet und erfasst menschliches Verhalten und soziale Tatbestände systematisch. Zu den sozialen Tatbeständen zählt beobachtbares menschliches Verhalten, von Menschen geschaffene Gegenstände oder durch die Verwendung von Sprache vermittelte Inhalte. Die empirische Sozialforschung ist ein bedeutender Faktor gesellschaftlicher Entscheidungsfindung [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 3].

Qualitative empirische Sozialforschung versucht, nach allgemeinem Wissensstand oder nach dem Kenntnisstand der Forschenden komplexe und wenig überschaubar oder widersprüchlich erscheinende Gegenstände und Themen aufzudecken. Im Gegensatz zu der quantitativen empirischen Sozialforschung gilt die Subjektivität der Forschenden in der qualitativen empirischen Sozialforschung als wichtige Forschungsressource, wobei die Forschenden ihr methodologisches Vorgehen reflektieren und nachvollziehbar offenlegen müssen [vgl. BAUR UND BLASIUS 2014, S. 47]. Jeder empirischen Untersuchung liegt zur Benennung der zu schließenden Wissenslücke eine Frage zugrunde. Zudem ist die empirische Untersuchung selektiv und untersucht nur einen bestimmten Teil aller über den Untersuchungsgegenstand vorliegenden Informationen. Untersuchungsfragen dienen der Entwicklung einer Untersuchungsstrategie und der Informationsidentifikation, um die Wissenslücke zu schließen. Das notwendige Spektrum zur Beantwortung der Untersuchungsfrage muss durch das auszuarbeitende Konzept der empirischen Erhebung abgedeckt werden. Die Untersuchungsfrage steuert die Aufmerksamkeit des Untersuchenden, dem eine zentrale Rolle als Erhebungs- und Auswertungsinstrument zukommt. Das Erkenntnisinteresse der Untersuchenden und die Untersuchungsfrage bilden die Basis von Experteninterviews [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 62f.]. Die qualitative Sozialforschung versteht unter Exploration die möglichst vielfältige und repräsentative Informationssammlung und -analyse und das Erkunden eines Forschungsfelds [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 65-66]. Die Untersuchungsstrategie im Forschungsdesign dieser Dissertation ist qualitativ-empirischer Natur und bedient sich einer explorativen Untersuchung. Ziel ist eine Konzeptentwicklung durch Referenzmodellierung und Prototyping zur ereignisorientierten Prozessgestaltung. Die Erklärungsstrategie zur Beantwortung der Forschungsfrage muss so genau wie möglich benannt werden, um die in den theoretischen Vorüberlegungen identifizierte



Wissenslücke zu schließen. Folglich ist die theoretische Vorüberlegung nicht scharf von der Erstellung der Forschungsfragen und der Wahl der Erklärungsstrategie trennbar. Die Erklärungsstrategie beeinflusst die Form der weiterführenden Forschung, so arbeiten quantitative Methoden mit der relationsorientierten Erklärungsstrategie und qualitative Methoden mit der mechanismenorientierten Erklärungsstrategie. Letztere dient der Ausformulierung erkenntnisleitender Fragen [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 34] und ist für diese Dissertation aufgrund ihres qualitativen Forschungscharakters relevant.

Die Datenerhebung in der natürlichen Umwelt kann durch Experimente oder Beobachtungen erfolgen. Experimentelle Methoden sind aufgrund der Spezifik ihres Gegenstands kaum möglich oder nur wenig sinnvoll, da sie kontrollierte Bedingungen voraussetzen, die sie wiederholbar machen, aber zu künstlichen Ergebnissen führen. Ein etablierter Ansatz ist die teilnehmende Beobachtung, wo die Forschenden mit den Menschen im beobachteten Feld interagieren. Zudem kann eine Befragung von an den relevanten Prozessen beteiligten Menschen erfolgen, indem die Forschungsfrage in Interviewfragen für die Gesprächspartner übersetzt wird [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 38f.]. Eine Klassifizierung von Interviews kann an unterschiedlichen Merkmalen ansetzen wie beispielsweise dem Standardisierungsgrad [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 40f.]. Bei nicht-standardisierten Interviews werden weder die Antwortmöglichkeiten noch der Fragewortlaut oder die Fragereihenfolge vorgegeben. Allerdings können sie dennoch wichtigen Vorgaben unterliegen. Um den Befragten den Freiheitsgrad einzuräumen, eigenständig über ein subjektiv als relevant eingestuftes Thema zu sprechen, arbeiten beispielsweise Leitfadenterviews mit vorgegebenen Themen und einer Frageliste als Leitfaden, der in jedem Interview beantwortet werden muss [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 41f.]. Die Methode der Datenerhebung dieser Dissertation sind nicht-standardisierte Experteninterviews, um bestmöglich alle zur Beantwortung der Forschungsfragen relevanten Informationen zu erheben. Eine Vorstudie durch Pretest validiert ein eindeutiges und einfaches Verständnis der Fragen und deren Zielführung zur Schließung der Wissenslücke. Abschnitt 3.4.1 zeigt die Auswahl des Ausgangsmaterials zur Datenerhebung, die Herleitung des Interviewleitfadens zeigt Abschnitt 3.4.3.

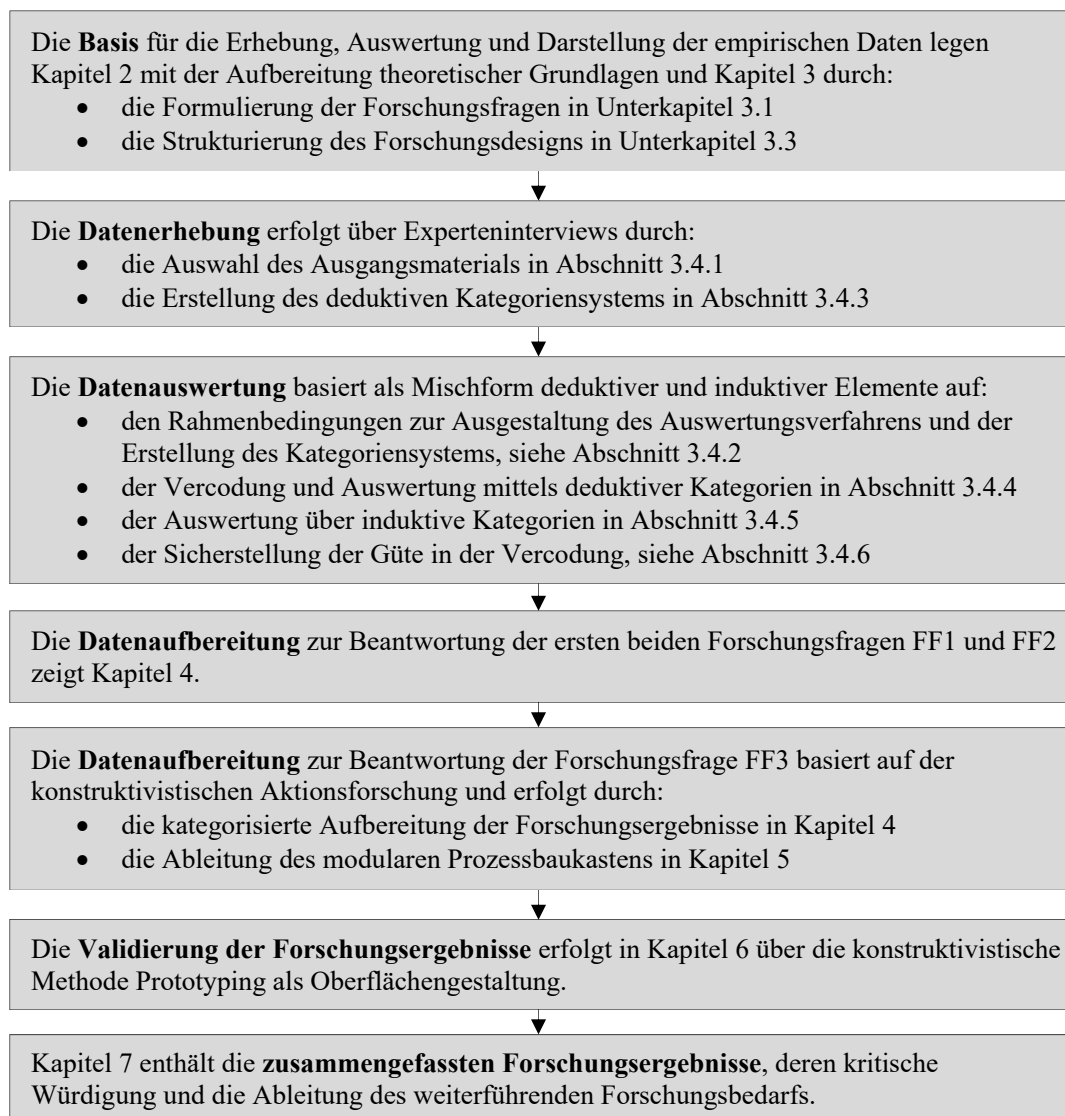
Textanalytische Ansätze als Auswertungsverfahren fokussieren die Verwendung von Sprache oder eine Analyse des Kommunikationsinhalts. Bei unter Sprache summierten Ansätzen werden Datenbankanwendungen und linguistische Analyseverfahren verwendet, wobei erstere das Suchen und Finden von Texten und linguistische Ansätze wie Lexikografie oder Lemmatisieren beinhalten [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 195]. Kommunikationsinhalte können über empirische bzw. quantitative oder hermeneutische bzw. qualitative Ansätze analysiert werden. Die empirischen Ansätze verifizieren oder falsifizieren Hypothesen [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 195f.]. Die hermeneutischen Verfahren, auch Qualitative Inhaltsanalyse oder Qualitative-Data-Analysis genannt, [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 198] entwickeln sich aus der Kritik quantitativer Ansätze, da dort

viele Forschende als inhaltsleer erscheinen [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 198]. Das Ziel der qualitativen Inhaltsanalyse ist die Erschließung des gesamten Bedeutungsinhalts [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 198]. Ihr entscheidender Vorteil ist die Möglichkeit der nachträglichen Kontrolle, um bei Bedarf korrigierend zur Behebung punktueller Probleme einzugreifen [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 377]. Zudem ist die Qualitative Inhaltsanalyse nach MAYRING (2015) für Außenstehende nachvollziehbar und intersubjektiv überprüfbar, da die Analyse durch vorab festgelegte Interpretationsschritte erfolgt [vgl. MAYRING 2015, S. 55]. Diese Interpretationsschritte betreffen nach MAYRING (2016) die Darlegung des Wissensstands bei Forschungsbeginn, das Zustandekommen des Analyseinstrumentariums und die Datenerhebung und -auswertung [vgl. MAYRING 2016, S. 44f.]. Die Auswertungsmethode analysiert den Kommunikationsinhalt zur Erschließung der Programmbewertung. In Abschnitt 3.4.2 werden die Rahmenbedingungen zur adäquaten Auswahl eines zum Erkenntnisinteresse passenden Analyseverfahrens detailliert beschrieben. Dies bereitet die Datenauswertung für die inhaltliche Strukturierung in Abschnitt 3.4.4 und die zusammenfassende Inhaltsanalyse in Abschnitt 3.4.5 vor. Das Ergebnis als Querschnittsbild über die Stichprobe lässt Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit zu.

Triangulation dient einem Erkenntniszuwachs und meint nach FLICK (2012) die Betrachtung eines Forschungsgegenstands im Forschungsprozess durch die Einnahme unterschiedlicher Perspektiven, Methoden oder Datensorten [vgl. FLICK 2012, S. 12]. Die Qualität der aus Triangulation gewonnenen Erkenntnisse hängt vom resultierenden Mehrwert ab, der durch die Verwendung verschiedener Methoden entsteht [vgl. FLICK 2012, S. 109f.]. Die Experteninterviews werden oftmals durch die Analyse von Dokumenten ergänzt, um die spezifischen Schwächen einer Methode durch die Stärken der anderen Methode auszugleichen [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 105]. Die Verwendung der Triangulation zur Erreichung eines Erkenntniszuwachses in der Untersuchungsstrategie dieser Dissertation erfolgt in der Datenerhebung über eine Datentriangulation mittels der transkribierten Experteninterviews sowie von den Befragten beigesteuerter Dokumente. In der Datenauswertung erfolgt eine Methodentriangulation durch die Mischform induktiver und deduktiver Kategorienerstellung über die Kombination der inhaltlichen Strukturierung und der zusammenfassenden Inhaltsanalyse.

Kapitel 4 bereitet die Forschungsergebnisse der Forschungsfragen FF1 und FF2 auf. Die Beantwortung der Forschungsfrage FF3 stützt sich auf die konstruktionsorientierte Methode der Aktionsforschung. Sie sieht die gemeinsame Lösung eines Praxisproblems durch einen gemischten Kreis aus Wissenschaft und Praxis vor und durchläuft mehrere Zyklen aus Analyse-, Aktions-, und Evaluationsschritten. Unter Verwendung von Kreativitätstechniken als konstruktivistisch orientierte Arbeitstechniken werden in einem gering strukturierten Prozess argumentativ Konzepte entwickelt und mit den Experten besprochen. Der modulare Prozessbaukasten, der für jeden Unternehmenstypen anwend-

bar sein sollte, wird zur semantischen Validierung über die konstruktivistische Methode Referenzmodellierung als ein Projektprozess zur vereinfachten Abbildung der Realität modelliert. Die Aktionsforschung ermöglicht den iterativen Findungsprozess des finalen modularen Prozessbaukastens, indem der modulare Prozessbaukasten und der graphisch modellierte Referenzprojektprozess mit den Experten diskutiert und erneut angepasst werden, bis keine Anpassungsbedarfe mehr vorliegen. Die Auswahl der Modellierungsmethode zeigt Abschnitt 3.4.7. Kapitel 5 beantwortet die Forschungsfrage FF3 durch die Konzeptentwicklung des modularen Baukastens zur ereignisorientierten Programmbewertung. Die Validierung erfolgt über die Methode Prototyping durch die Entwicklung einer schnell verfügbaren, lauffähigen Vorabversion eines Anwendungssystems in Kapitel 6. Abbildung 3-2 zeigt die Struktur zur Beantwortung der Forschungsfragen.



**Abbildung 3-2:** Strukturierung des Forschungsdesigns

### **3.4 Instrumentale Ausgestaltung im Forschungsdesign**

Nachfolgend werden die Instrumente der Erhebung, der Auswertung und der Aufbereitung der über die Experteninterviews gewonnenen Daten zur Beantwortung der Forschungsfragen detailliert. In Abschnitt 3.4.1 erfolgt die Auswahl des Ausgangsmaterials. Darauf aufbauend zeigt Abschnitt 3.4.2 die Herleitung des Auswertungsverfahrens. Abschnitt 3.4.3 leitet die Konzeption des deduktiven Kategoriensystems und des Interviewleitfadens unter Berücksichtigung der Erkenntnisse der Wissenschaft her. Abschnitt 3.4.4 enthält die Vercodung des transkribierten Textmaterials, indem die inhaltstragenden paraphrasierten und gebündelten Textstellen in das deduktiv aufgestellte Kategoriensystem eingeordnet werden. In Abschnitt 3.4.5 werden für die verbleibenden Textstellen, bei denen eine eindeutige Zuordnung in eine deduktive Kategorie nicht möglich ist, aus dem transkribierten Textmaterial heraus in einem zweiten Auswertungsdurchlauf induktiv Kategorien gebildet, die eine eindeutige Einordnung ermöglichen. Die Gütekriterien zur Sicherstellung der Güte im Forschungsdesign sowie im Prozess der Vercodung beschreibt Abschnitt 3.4.6. Um das Forschungsergebnis zur Konzepterstellung ereignisorientierter Programmbewertung als prozessuale Neugestaltung zu visualisieren, erläutert Abschnitt 3.4.7 die grafische Modellierung zur Datenaufbereitung.

#### **3.4.1 Auswahl des Ausgangsmaterials zur Datenerhebung**

Die Festlegung des Materials definiert, welches Material als sogenannter Corpus der Analyse zugrunde liegt. Er bleibt in seiner Form während der Analyse fortbestehen und muss nur bei begründeter Notwendigkeit erweitert werden. Der Stichprobenumfang muss genau definiert und nach Repräsentativitätsüberlegungen und ökonomischen Erwägungen wie Kriterien der Zugänglichkeit und Kooperationsbereitschaft festgelegt werden [vgl. MAYRING 2015, S. 54f.]. Die Verfügbarkeit und die Bereitschaft potenzieller Interviewpartner hängt von der Arbeitsbelastung ab, weswegen bei gleicher Informationsverfügbarkeit in der Hierarchie niedriger stehende Personen interviewt werden. Zur Vervollständigung der Informationsbasis sollte mehr als ein Repräsentant interviewt werden [vgl. RUBIN UND RUBIN 2012, S. 63]. Die Interviewanzahl hängt von der Informationsverteilung ab, weswegen eine überschaubare notwendige Anzahl zentraler Akteure Informationen über den betrachteten Forschungsgegenstand liefert [vgl. RUBIN UND RUBIN 2012, S. 63; GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 104-106]. Der theoretische Grad der Sättigung beschreibt, dass keine über den bis dato gewonnenen Erkenntnisstand hinausgehenden Einsichten durch zusätzliche Interviews erhalten werden [vgl. SCHMIDT ET AL. 2015, S. 46].

Die Analyse der Entstehungssituation beschreibt, von wem und unter welchen Bedingungen das Material produziert wird. Zur Zielgruppe gehören alle an der Programmerstellung und -bewertung beteiligten Individuen auf operativer Ebene und im Entscheiderkreis eines OEM, wobei die Entstehungssituation der Expertengespräche das gewohnte Arbeitsumfeld auf dem Werksgelände ihres Arbeitgebers darstellt.

Die formalen Charakteristika des Materials definieren, in welcher Form das Material vorliegt. Zur Vorbeugung eines Informationsverlusts oder einer -veränderung ist in der qualitativen Inhaltsanalyse eine Interviewaufzeichnung, die im Nachgang der Gespräche transkribiert wird, ratsam [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 157; THOMAS 1993, S. 16]. Die Transkription kann das Audiomaterial als Urmaterial verändern, weswegen Protokollregeln festgelegt werden [vgl. MAYRING 2015, S. 55]. Zur Vorbeugung eines Informationsverlusts oder einer Informationsveränderung erfolgt in Anlehnung an das Transkriptionssystem von DRESING UND PEHL (2015) eine Tonaufzeichnung der Expertengespräche, die im Nachgang der Gespräche wörtlich transkribiert wird. Zugunsten einer verbesserten Lesbarkeit werden syntaktische Fehler geglättet, Dialekte nach Möglichkeit ins Hochdeutsche übersetzt und jeder Sprecherbeitrag in einem eigenen Absatz dargestellt [vgl. DRESING UND PEHL 2015, S. 21ff.]. Da nicht die Experten das Zentrum des Forschungsinteresses bilden, sondern ihr Expertenwissen im Hinblick auf die Problemlösung werden emotionale nonverbale Äußerungen nicht transkribiert [vgl. O'CONNELL UND KOWAL 2012, S. 444]. Der Umfang der Interview-Transkripte beträgt 275 DIN A4-Seiten, formuliert mit dem Tool *WORD* von *Microsoft* in der Schriftart Times New Roman im Schriftgrad 12. Tabelle 3-7 zeigt die Eckdaten der qualitativen Forschungsleistung.

**Tabelle 3-7:** Eckdaten geführter Experteninterviews

Fachbereich	Audiolänge		Anzahl Seiten		Anzahl Wörter		Anzahl Aussagen	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Beschaffung	06:46:53	29,98	75	27,27	38.522	24,75	219	33,69
Finanz	04:29:28	19,86	58	21,09	36.612	27,66	126	27,69
Logistik	05:28:49	24,23	76	27,64	43.039	24,06	180	19,23
Vertrieb	05:51:56	25,93	66	24,00	37.449	23,53	125	19,38
$\Sigma$	22:37:06	100 %	275	100 %	155.622	100 %	650	100 %

Der Corpus wird in dieser Dissertation über Expertengespräche als Audiomaterial erhoben. Die Interviewdurchführung erfolgt innerhalb der deutschen Automobilindustrie. Die vorherrschende Variantenvielfalt im Produktportfolio der Automobilhersteller zur Befriedigung der immer individuelleren Kundennachfrage verkompliziert eine Einplanungsstabilität und -güte. Die Volatilität der Kundennachfrage wird durch erlaubte Änderungsraten der Endkunden [vgl. SCHUH UND STICH 2012] ebenfalls gesteigert und mündet in einer erforderlichen Einplanungsflexibilisierung. Dies steht im Spannungsfeld einer erforderlichen Einplanungsstabilität und -güte, hervorgerufen durch die Verlagerung der Wertschöpfungstiefe weg vom Automobilhersteller in internationale und vielschichtig verkettete Liefernetzwerke [vgl. WONG 2018, S. 9]. Durch die Kombination aus der hohen aufgezeigten Wettbewerbsintensität und dem Spannungsfeld zwischen Einplanungsflexibilität und Einplanungsstabilität bzw. -güte bietet die Automobilindustrie einen sehr

interessanten Forschungsbereich. Innerhalb dieser Industrie setzt sich der gewählte Corpus aus den an der Programmerstellung und -bewertung beteiligten Fachbereichen Beschaffung, Logistik, Vertrieb, Produktion und Finanz zusammen. Die zur Erreichung des theoretischen Grads der Sättigung notwendige Stichprobengröße beträgt in dem Forschungsdesign dieser Dissertation  $n = 48$ , wovon 36 transkribiert werden. Anhang A7 zeigt die Übersicht befragter Experten, Tabelle 3-8 die Aufteilung der Stichprobengröße.

**Tabelle 3-8:** Fachbereichszuordnung befragter Experten

Fachbereich	geführte Experteninterviews		transkribierte Experteninterviews	
	absolut	relativ	absolut	relativ
Beschaffung	11	22,916 %	11	30,555 %
Finanz	11	22,916 %	7	19,444 %
Produktion	5	10,416 %	0	0 %
Logistik	10	20,833 %	8	22,222 %
Vertrieb	11	22,916 %	10	27,777 %
$\Sigma$	48	100 %	36	100 %

### 3.4.2 Rahmenbedingungen zur Herleitung des Auswertungsverfahrens

Die Qualitative Inhaltsanalyse will fixierte Kommunikation systematisch, regelgeleitet und theoriegeleitet analysieren, um Rückschlüsse auf bestimmte kommunikative Aspekte zu ziehen [MAYRING 2015, S. 13]. Zum Ausgleich potenzieller technischer Unschärfen erfolgt eine konkrete Erläuterung im Ablaufmodell, um eine theoretische Stringenz erreichen zu können [vgl. MAYRING 2015, S. 52f.]. Durch diese Unterstützung eines systematischen und theoriegeleiteten Vorgehens gilt sie als überlegen gegenüber anderen Textanalyseformen [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 106], besonders wenn es sich um die Auswertung großer Mengen empirischen Materials in Form von Interview-Transkripten handelt [vgl. DIEKMANN 2007, S. 613]. Sie ist kein feststehendes Auswertungsverfahren, sondern von vielen Festlegungen und Entscheidungen des Forschenden abhängig [vgl. MAYRING 2015, S. 52f.; ATTESLANDER 2010, S. 198]. Folglich ist das Ziel dieses Abschnitts, Rahmenbedingungen zur Herleitung eines zum Forschungsstand dieser Dissertation passenden Auswertungsverfahrens festzulegen.

Die Qualitative Inhaltsanalyse als Auswertungsverfahren bedient sich des Kategoriensystems als inhaltsanalytischem Werkzeug, das aus der Fragestellung der Forschung heraus unter Rückgriff auf empirisch fundiertes Wissen sorgfältig a priori der Textanalyse erarbeitet werden muss [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 309]. Ein Kategoriensystem bezeichnet die Gesamtheit der Kategorien [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 31; ATTESLANDER 2010, S. 203], wobei eine Kategorie das Ergebnis der Klassifizierung von Einheiten darstellt. Die Frage, was Kategorien im Kontext der qualitativen Inhaltsanalyse genau bedeuten und wie sie definiert sind, wird in der Literatur nur unzureichend beantwortet. Das Spektrum dessen, was als Kategorie bezeichnet wird, ist weit gefasst [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 31-33]. Die Begriffe Code und Kategorie werden zudem häufig synonym

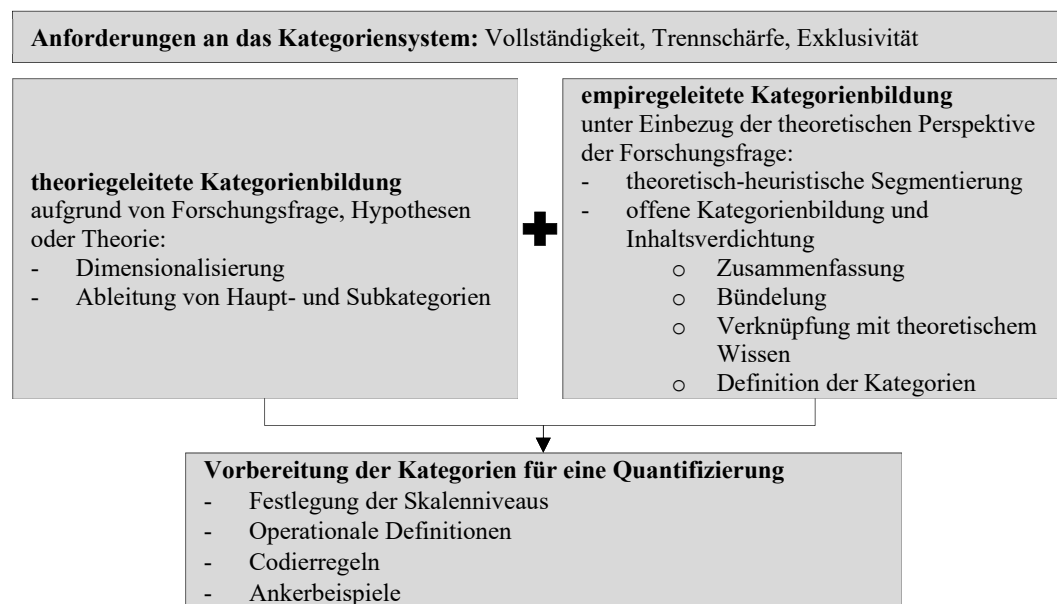
gebraucht, wobei manche Bezeichnungen im Deutschen geläufiger erscheinen als im Englischen [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 36]. Ein Kategoriensystem muss folgende Kriterien erfüllen [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 204; HOLSTI 1969, S. 5; MERTEN 1995, S. 98-105]:

- es ist theoretisch aus den Untersuchungshypothesen abgeleitet
- die Kategorien des Kategoriensystems sind eindeutig definiert, voneinander unabhängig und korrelieren nicht stark miteinander
- die Ausprägungen jeder Kategorie sind vollständig, trennscharf und wechselseitig exklusiv, sie überschneiden sich nicht
- die Ausprägungen einer jeden Kategorie sind eindeutig definiert und nach dem einheitlichen Klassifikationsprinzip nach einer Dimension ausgerichtet

Das Kategoriensystem stellt einen Teil der analytischen Leistung dar und bereitet die Datenanalyse nicht nur vor [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 95]. Ein Kategoriensystem der quantitativen und qualitativen Inhaltsanalyse ist fast immer hierarchisch aufgebaut und nicht als lineare Liste oder Netzwerk organisiert [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 39]. Ein hierarchisches Kategoriensystem besteht aus verschiedenen über- und untergeordneten Ebenen, auch Hauptkategorien bzw. Oberkategorien und Subkategorien bzw. Unterkategorien genannt, die den Hauptkategorien untergeordnet sind. Der Begriff Hauptkategorie beschreibt, dass diese immer umfassender und damit auch wichtiger für die Forschung ist als die spezifischeren Subkategorien [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 38]. Die Unterteilung der Hauptkategorie in Unterkategorien im Kategoriensystem muss eine eindeutige Zuordnung von Textstellen und die Sicherstellung einer konsistenten Auswertung ermöglichen. Hierfür dienen Analyseeinheiten, die im ersten Schritt des Ablaufmodells inhaltlicher Strukturierung enthalten sind. Die Definitionen der deduktiven Kategorien dienen der Abgrenzung und späteren Erleichterung, Textstellen des transkribierten Materials eindeutig zuzuordnen. Bei Abgrenzungsproblemen zwischen Kategorien werden zur eindeutigen Zuordnung Regeln formuliert und Textstellen als Ankerbeispiele verwendet [vgl. MAYRING 2016, S. 118f.]. Für die Dissertation wird in Anlehnung an den in der Forschung üblichen Stand ein hierarchisches Kategoriensystem gewählt.

Die Konstruktion des Kategoriensystems ist zeitaufwändig und muss mit größter Sorgfalt erfolgen [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 39]. Um die problemrelevanten Dimensionen der Untersuchung zu ermitteln, muss vorhandenes theoretisches sowie empirisches Wissen zum Gegenstand ausgewertet werden, damit die geeigneten Begriffe bzw. Kategorien festgelegt und definiert werden können. Diese lenken bei der systematischen Durchsicht der Texte die Aufmerksamkeit der Codierer [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 309]. Der Ablauf einer Inhaltsanalyse hat folglich zwei Standbeine: die theoriegeleitete Kategorienbildung als Ausgangsbasis, ergänzt um die empiriegeleitete Kategorienbildung. Das Verhältnis beider Standbeine zueinander variiert in Bezug auf die Elaboriertheit des

theoretischen Hintergrunds zum Forschungsgegenstand und den Forschungsfragen. Dieser gesamte Prozess der Kategorienbildung ist für die Quantifizierung als Messung im eigentlichen Sinne durch die Zuordnung von Codes zu Textteilen eine notwendige Voraussetzung. Die Kategorien sind von verschiedenen Codierern eindeutig und übereinstimmend im Material zu identifizieren. Dies kann exemplarisch durch operationale Definitionen, Codierregeln oder die Benennung von Ankerbeispielen erfolgen [vgl. BILANDZIC ET AL. 2001, S. 113]. Die Kombination beider Standbeine trägt dazu bei die Validität eines Kategoriensystems zu verbessern. Dies erfolgt, indem der Intuition und individuellen Erfahrung der Forschenden als alleinige Leitkriterien der Kategorienentwicklung über die systematische Literaturrecherche identifizierte empiriegeleitete Kriterien zur Seite stehen [vgl. BILANDZIC ET AL. 2001, S. 114f.]. Die Substanz der Untersuchung ist in den Kategorien enthalten, weswegen eine Inhaltsanalyse nicht besser als ihre Kategorien sein kann [vgl. BERELSON 1952, S. 147]. Der Prozess der Kategorienbildung wird beendet, wenn nichts Neues oder nur für die Lebenssituation einzelner Personen Spezifisches auftaucht. Bei Teamarbeit ist es sinnvoll, den letzten Schritt des Festlegens der Kategorien gemeinsam zu tun und die Forschungsfrage im Auge zu behalten [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 94]. Dieser Prozess der Kombination theoriegeleiteter und empiriegeleiteter Kategorienbildung findet in der vorliegenden Dissertation Anwendung. Die theoriegeleitete Kategorienbildung erfolgt über a priori aufgestellte Kategorien in Abschnitt 3.4.3, abgeleitet aus dem internationalen Stand der Forschung. Die empiriegeleitete Kategorienbildung am transkribierten Material in Abschnitt 3.4.5 erweitert das deduktive Kategoriensystem. Den zugrundeliegenden Prozess zur Herstellung der Validität im Kategoriensystem zeigt Abbildung 3-3.



**Abbildung 3-3:** Prozess der Inhaltsanalyse zur Herstellung der Validität im Kategoriensystem [i. A. a. BILANDZIC ET AL. 2001, S. 114]



Die Zählinheit, auch Codiereinheit genannt, ist der Merkmalsträger an dem untersucht wird, welche Ausprägungen bzw. Unterkategorien der zu erhebenden Merkmale bzw. Kategorien vorliegen. Um aus den Auszählungen die aus dem Zusammenhang des transkribierten Gesamtmaterials herausisolierten Aussagen korrekt verstehen zu können, werden zu jedem Textelement als Zählinheit ergänzende Informationen über den Kontext benötigt, in dem sie gestanden haben [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 319]. In der quantitativen Inhaltsanalyse beschreibt die Codiereinheit das einzelne Element, das eine Codierung bzw. die Zuordnung in eine Kategorie auslöst. Codiereinheiten können auf formale und inhaltlich Weise bestimmt werden. Die Bestimmung über formale Merkmale kann beispielsweise über die Länge, den Umfang oder das Erstellungsdatum der Codiereinheit erfolgen. Inhaltliche Bestimmungsmerkmale können referenziell auf bestimmte Personen oder Orte, propositional auf bestimmte Äußerungen oder thematisch auf bestimmte Themen oder Diskurse bezogen sein [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 41]. Die minimale Codiereinheit meint die kleinste Einheit, die unter eine Kategorie fallen kann [vgl. MAYRING 2015, S. 61]. Das absolute Minimum stellt ein einziges Wort dar, da die Codierung einzelner Silben oder Zeichen in der Inhaltsanalyse wenig sinnvoll ist. In der qualitativen Inhaltsanalyse wird unter der Codiereinheit eine Textstelle verstanden, die mit einer bestimmten Kategorie, einem Inhalt oder einem Unterthema in Verbindung steht. Die a priori gebildete Kategorie lässt Rückschlüsse auf die Textstellen zu, indem auf die enthaltenen codierten Segmente geschaut wird, die unter eine bestimmte Kategorie fallen und in dieser subsumiert werden. Zudem kann das Material in einem erweiterten Sinne codiert werden, indem Kategorien aus dem Material induktiv gebildet werden. Sinneinheiten sollen als Codiereinheiten gewählt werden, wobei sich die codierten Segmente durchaus überlappen oder ineinander verschachtelt sein können. Bei der Bestimmung von Segmentgrenzen ist zu berücksichtigen, dass diese auch außerhalb des Textes verständlich sind [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 41].

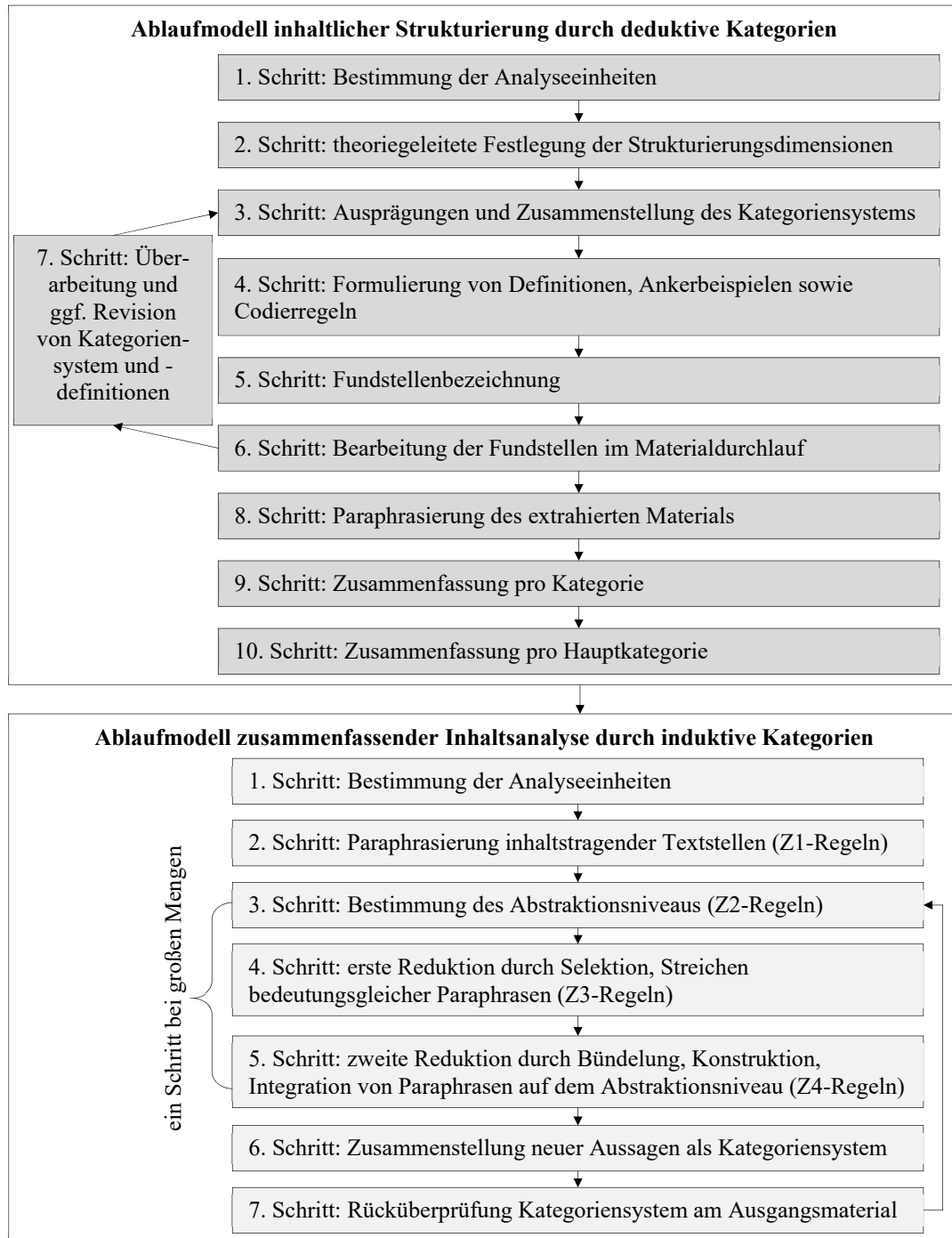
Die Codierung bezeichnet die Verschlüsselung der Zählheiten nach dem Kategorienschema. Um übereinstimmende Codierungen zu erreichen sind präzise Definitionen der inhaltsanalytischen Kategorien erforderlich. Jede Kategorie und Unterkategorie erhält eine Code-Nummer, die die Codierer bei der Vercodung verwenden. Das Kategorienschema muss, wie in der dritten Phase erwähnt, für eine sinnvolle Auswertung der codierten Daten für jede Zählheit auch Kontextinformationen umfassen [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 320f.]. Die Kategorien werden in der Dissertation numerisch, die Unterkategorien darauf aufbauend alphanumerisch weiter nummeriert. Die Kennzeichnung der Hauptkategorien mit „dK1“ meint: deduktive Hauptkategorie 1. Die Durchnummerierung der Unterkategorien erfolgt zusätzlich in alphabetischer Reihenfolge: „dK1a“: deduktive Hauptkategorie 1 Unterkategorie a.

Die Analyse des codierten Materials dient der Beantwortung der Untersuchungsfragen [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 321]. Es existiert eine Fülle verschiedenster Ansätze, aber

kein allgemein anerkanntes Verfahren [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 198], um die Datenauswertung über das Auswertungsverfahren der qualitativen Inhaltsanalyse durchzuführen. Diese unterteilt sich in die drei unabhängigen Grundverfahren Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung, mit jeweils verschiedenen Analyseformen. Die adäquate Analyseform wird vom Forschenden in Abhängigkeit vom auszuwertenden Material und der Forschungsfrage definiert [vgl. MAYRING 2016, S. 67f.; MAYRING 2015, S. 99; ATTESLANDER 2010, S. 213]. Die Zusammenfassung verfolgt den Anspruch, das gesamte Material systematisch zu reduzieren, sodass wesentliche Inhalte erhalten bleiben. Sofern diese Form der reduzierenden Textanalyse nach einem vorab festgelegten Definitionskriterium festgelegte Materialbestandteile berücksichtigt, handelt es sich um eine Verwendung der deduktiven Kategorienbildung. Die induktive Kategorienbildung eignet sich für das Grundverfahren der Zusammenfassung, da sie nach einer möglichst naturgetreuen Abbildung des Materials ohne Verzerrung strebt [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 38; MAYRING 2016, S. 86; DIEKMANN 2007, S. 608f.]. Die Explikation beschafft über die weite Kontextanalyse zusätzliches Material zur inhaltlichen Klärung für fragliche Textteile, um das Verständnis zu ebendiesen Textteilen zu erweitern. Die enge Kontextanalyse greift zur Erläuterung einer Textstelle auf den Textkontext zurück [vgl. MAYRING 2015, S. 67f.]. Die Strukturierung filtert bestimmte Aspekte aus dem Material heraus und schätzt es aufgrund bestimmter Kriterien ein oder legt mit Ordnungskriterien einen Querschnitt [vgl. MAYRING 2015, S. 67]. Die Auswertung kann beginnen, wenn die Datenerhebung noch nicht abgeschlossen ist [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 53].

Mischformen bei der Entwicklung des Kategoriensystems sind in der Forschung häufig anzutreffen. Die Mischung deduktiver und induktiver Kategorienbildung am Material geschieht nahezu ausschließlich in eine Richtung, indem mit der deduktiven Kategorienbildung begonnen und mit der Kategorienbildung am Material abgeschlossen wird [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 95]. Das Grundverfahren der inhaltlichen Strukturierung dient dem Ziel, Themen, Inhalte oder Aspekte aus dem Material herauszufiltern und zusammenzufassen, indem a priori entwickelte Kategorien und gegebenenfalls Unterkategorien die Analyse stützen [vgl. MAYRING 2015, S. 103]. Im Grundverfahren der zusammenfassenden Inhaltsanalyse erfolgt aus dem transkribierten Material eine induktive Kategorienbildung, indem Kategorien direkt aus dem transkribierten Material durch einen Verallgemeinerungsprozess abgeleitet werden, ohne sich auf a priori definierte Theoriekonzepte zu stützen [vgl. MAYRING 2015, S. 85]. In Anlehnung an diese in der Forschung üblicherweise anzutreffende Mischform wird auch das Auswertungsverfahren zur Erstellung des Kategoriensystems mit der Kategorienbildung beginnen und mit der Kategorienbildung am Material schließen. Die Vercodung über die inhaltliche Strukturierung erfolgt in Abschnitt 3.4.4 und basiert auf der theoriegeleiteten Kategorienbildung der a priori aufgestellten und aus der Literatur abgeleiteten Kategorien in Abschnitt 3.4.3. Sie stößt an Grenzen, sofern es im transkribierten Material zu

verbleibenden Textstellen kommt, die nicht eindeutig in das deduktive Kategoriensystem der inhaltlichen Strukturierung eingeordnet werden können. Die Vercodung über die zusammenfassende Inhaltsanalyse erfolgt in Abschnitt 3.4.5 und basiert auf den verbleibenden Textstellen. Abbildung 3-4 fasst die Kombination der Grundverfahren der inhaltlichen Strukturierung zur Vercodung über das deduktive Kategoriensystem und der inhaltlichen Zusammenfassung zur induktiven Herleitung der Kategorien zusammen.



**Abbildung 3-4:** Konzipiertes Ablaufmodell im Auswertungsverfahren dieser Dissertation [i. A. a. MAYRING 2015, S. 70, 98, 104]

### 3.4.3 Konzeption des Kategoriensystems und des Interviewleitfadens

Die Konzeption des deduktiven Kategoriensystems und des Interviewleitfadens zur Datenerhebung basiert auf den in Unterkapitel 3.1 hergeleiteten Forschungsfragen. Das Kategoriensystem wird aus den vorliegenden Forschungsfragen heraus und unter Rückgriff auf empirisch fundiertes Wissen erarbeitet [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 309]. Diese theoriegeleitete Kategorienbildung entspricht dem gängigen Prozess der Inhaltsanalyse und bildet die Basis der empiriegeleiteten Kategorienbildung am Material [vgl. BILANDZIC ET AL. 2001, S. 313f.]. Für die Qualitative Inhaltsanalyse ist eine Ausgestaltung der Konstruktion des Kategoriensystems und der Definition der Kategorien erfolgt, um die Schritte der Inhaltsanalyse zu dokumentieren und den Codierleitfaden für die Codierer zu bilden. Je höher die Qualität der eindeutig definierten Kategorien ist, desto einfacher erfolgt der Codierungsprozess und desto wahrscheinlicher ist eine hohe Übereinstimmung bei den Codierern zu erreichen. Die Kategoriendefinition enthält eine inhaltliche Beschreibung, die Anwendung der Kategorie sowie Beispiele für Anwendungen [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 39-40]. Tabelle 3-9 zeigt das allgemeingültige Schema für Kategoriendefinitionen.

**Tabelle 3-9:** Schema für Kategoriendefinitionen [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 40]

Name der Kategorie	möglichst prägnante Bezeichnung
inhaltliche Beschreibung	Beschreibung der Haupt- und Subkategorien inkl. Literaturnachweis
Anwendung der Kategorie	„Kategorie“ wird codiert, wenn „...“ genannt werden
Beispiele für Anwendungen	Zitate mit Quellenangabe (Dokument, Absatz)

Die Konstruktion des fachbereichsübergreifenden Interviewleitfadens geht Hand in Hand mit der Erstellung des deduktiven Kategoriensystems. Hierdurch wird gewährleistet, dass alle im Interviewleitfaden enthaltenen Fragen über eine empirische Relevanz verfügen und keine zur Beantwortung relevante Frage vergessen wird. Folglich lassen sich alle im konzipierten Interviewleitfaden enthaltenen Interviewfragen einer Kategorie oder Unterkategorie des deduktiven Kategoriensystems zuordnen. Die inhaltliche Ausarbeitung der Interviewleitfragen und des deduktiven Kategoriensystems basiert maßgeblich auf den theoretischen Grundlagen automobiler Produktionsnetzwerke im Wandel aus Unterkapitel 2.1, zur Produktionsprogrammplanung in Unterkapitel 2.3, der Literaturrecherche und -aufarbeitung aus Unterkapitel 3.2 sowie den gewonnenen Erkenntnissen im Tagesgeschäft eines Automobilherstellers. In der Pilotphase werden die konstruierten Interviewleitfäden auf inhaltliche und strukturelle Aspekte überprüft, um Unstimmigkeiten zu untersuchen und auszubessern. Es handelt sich um die gleiche Grundgesamtheit wie in der realen Stichprobe. Im Sinne einer möglichst realistischen Interviewsituation werden die Befragten nicht über den Pretest informiert. Probeinterviews ermöglichen eine Bewertung der Praktikabilität des Instruments, indem

unverständliche Fragen oder unberücksichtigte Gesichtspunkte angepasst werden können. Der Leitfaden wird nach Abänderung der gewonnenen Erkenntnisse einem zweiten Pretest unterzogen [vgl. MAYRING 2016, S. 67].

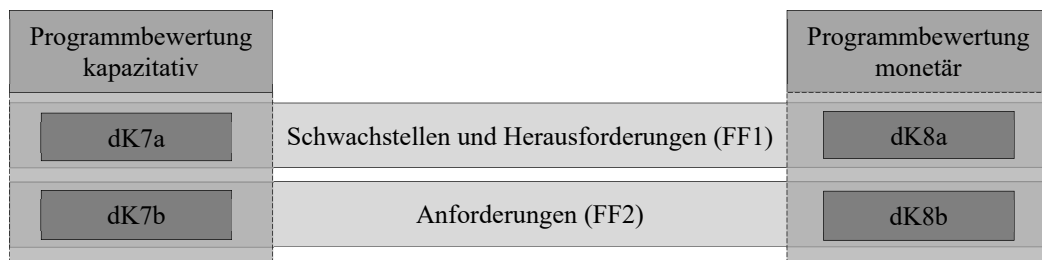
Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage erfolgt die Erhebung von Schwachstellen der Praxis bei der mittelfristigen automobilen Programmbewertung:

**FF1. Welche Schwachstellen liegen in der Programmbewertung im mittelfristigen Planungshorizont in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte vor?**

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage erfolgt die Erhebung von Anforderungen der Praxis an eine mittelfristige automobilen Programmplanung und -bewertung:

**FF2. Welche Anforderungen resultieren im mittelfristigen Planungshorizont an eine ereignisorientiert initiierte Programmbewertung in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte?**

Abbildung 3-5 zeigt die theoriegeleiteten Haupt- und Subkategorien zur Beantwortung der ersten und zweiten Forschungsfrage.



**Abbildung 3-5:** Ableitung von Kategorien aus der ersten und zweiten Forschungsfrage

Die vorläufige deduktive Hauptkategorie dK7 *Programmbewertung kapazitativ* ist in drei Unterkategorien aufgeteilt. Die dK7a erhebt Expertenaussagen zu *Schwachstellen der kapazitiven Programmbewertung* eines automobilen Produktionsprogramms im Ist-Prozess eines deutschen OEM. Die dK7b erhebt *Anforderungen an eine kapazitative Programmbewertung* eines automobilen Produktionsprogramms. Die dK7c erhebt die für eine *kapazitative Programmbewertung notwendige Datengrundlage*. Tabelle 3-10 zeigt die deduktive Kategorie dK7.

**Tabelle 3-10:** Kategorienvorstellung dK7

dK7 Programm- bewertung kapazitativ	dK7a	Schwachstellen der kapazitiven Programmbewertung
	dK7b	Anforderungen an eine kapazitative Programmbewertung
	dK7c	Datengrundlage einer kapazitiven Programmbewertung

Die vorläufige deduktive Hauptkategorie dK8 *Programmbewertung monetär* besteht aus drei Subkategorien und beinhaltet Expertenaussagen zu Herausforderungen und Anfor-

derungen einer automobilen Programmbewertung im mittelfristigen Zeithorizont. Die dK8a erhebt *Schwachstellen im Ist-Prozess der Programmbewertung*, die dK8b *Anforderungen an eine finanzielle Bewertung eines Produktionsprogramms*. Die dK8c erhebt die *Datengrundlage zur monetären Programmbewertung*. Tabelle 3-11 stellt die deduktive Hauptkategorie dK8 dar.

**Tabelle 3-11:** Kategorienvorstellung dK8

dK8 Programm- bewertung monetär	dK8a	Schwachstellen der monetären Programmbewertung
	dK8b	Anforderungen an eine monetäre Programmbewertung
	dK8c	Datengrundlage monetärer Programmbewertung

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage ist eine Informationserhebung zu relevanten Eingangsgrößen der automobilen Programmplanung und -bewertung der Praxis notwendig. Aufgrund des identifizierten Spannungsfelds der Dissertation zwischen absatzmarktseitiger Einplanungsflexibilität und produktionsnetzseitig erforderlicher Vorplanungintensität und -güte müssen alle relevanten Informationen für eine nachhaltige Programmplanung und -bewertung identifiziert werden:

**FF3. *Wie muss eine Konzeptentwicklung zur ereignisorientiert initiierten Prozessgestaltung einer Bewertung automobiler Produktionsprogramme im mittelfristigen Zeithorizont ausgestaltet sein und welche Informationen werden dafür benötigt?***

Nachfolgend werden die deduktiven Haupt- und Subkategorien zur Informationserhebung zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage vorgestellt.

Die aus der Literatur in Tabelle 2-1 aufbereiteten sechs Faktoren der PESTLE-Analyse als Wandel des allgemeinen Umsystems der Automobilindustrie aus Abschnitt 2.1.1 werden über die qualitativen Experteninterviews in der unternehmerischen Praxis hinsichtlich ihrer Relevanz für die Programmplanung und -bewertung validiert. Die empirisch herausgearbeitete Validierung sowie die gegebenenfalls notwendige Vervollständigung als Identifikation weiterer relevanter *Treiber der Automobilindustrie* erfolgt über die deduktive Hauptkategorie dK1. Die Subkategorien orientieren sich an den sechs über die PESTLE-Analyse herausgearbeiteten Kategorien *politisch* (dK1a), *wirtschaftlich* (dK1b), *sozial-kulturell* (dK1c), *technologisch* (dK1d), *ökologisch* (dK1e) sowie *rechtlich* (dK1f). Die ausgewählten Treiber der einzelnen Subkategorien haben eine unterschiedliche Relevanz für die befragten Fachbereiche. So ist in der dK1b die Stabilität der Währung primär für den Fachbereich Finanz relevant, da sich Währungsschwankungen auf die Wirtschaftlichkeit der Fahrzeugverkäufe in den einzelnen Absatzmärkten auswirken können. Die Wachstumsverlagerung von Industrieländern in Schwellenländer betrifft exemplarisch die Fachbereiche Vertrieb, Beschaffung und Finanz, da länderspezifische Fahrzeuge über unterschiedliche Serien- und Länderkonfigurationen mit länderspe-

zifischen Deckungsbeiträgen verfügen, die beschafft werden müssen. Die *Auswirkungen für die Automobilindustrie* beinhaltet die deduktive Hauptkategorie dK2 und die daraus resultierenden *Anforderungen für die Automobilindustrie* die deduktive Hauptkategorie dK3. Zusammengefasst entspricht die inhaltliche Beschreibung der jeweiligen sechs Subkategorien den ersten drei deduktiven Hauptkategorien der empirisch hergeleiteten Einflussfaktoren der PESTLE-Analyse und ihren Beschreibungen. Tabelle 3-12 zeigt die ersten drei deduktiven Hauptkategorien.

**Tabelle 3-12:** Kategorienvorstellung dK1 bis dK3

dK1 Komplexitätstreiber der Automobilindustrie nach PESTLE	dK1a	politische Komplexitätstreiber
	dK1b	ökonomische Komplexitätstreiber
	dK1c	soziale Komplexitätstreiber
	dK1d	technologische Komplexitätstreiber
	dK1e	ökologische Komplexitätstreiber
	dK1f	rechtliche Komplexitätstreiber
dK2 Auswirkungen der Komplexitätstreiber auf die Programmplanung und -bewertung	dK2a	Auswirkungen politischer Komplexitätstreiber
	dK2b	Auswirkungen ökonomischer Komplexitätstreiber
	dK2c	Auswirkungen sozialer Komplexitätstreiber
	dK2d	Auswirkungen technologischer Komplexitätstreiber
	dK2e	Auswirkungen ökologischer Komplexitätstreiber
	dK2f	Auswirkungen rechtlicher Komplexitätstreiber
dK3 Anforderungen an eine automobiler Programmbewertung durch die Komplexitätstreiber	dK3a	Anforderungen durch politische Komplexitätstreiber
	dK3b	Anforderungen durch ökonomische Komplexitätstreiber
	dK3c	Anforderungen durch soziale Komplexitätstreiber
	dK3d	Anforderungen durch technologische Treiber
	dK3e	Anforderungen durch ökologische Komplexitätstreiber
	dK3f	Anforderungen durch rechtliche Komplexitätstreiber

Die Konzeptionierung einer ereignisorientierten Programmbewertung fußt auf den zwei Ausprägungen einer finanziellen und einer kapazitiven Bewertung. Zu den Eingangsgrößen einer finanziellen Bewertung zählen der entstehende Deckungsbeitrag sowie anfallende Kosten zur kapazitiven Anpassung oder Opportunitätskosten. Um die Hintergrundinformationen zur Berechnung von Eingangsgrößen zur finanziellen Bewertung von Produktionsprogrammen zu identifizieren, werden Informationen zum *Kostenmanagement bei Kapazitätsanpassungen* in der vorläufigen deduktiven Hauptkategorie dK4 erhoben. Die Hauptkategorie dK4 ist in zwei Subkategorien unterteilt, die Hintergrundinformationen zu den Vertragsbeziehungen zwischen dem OEM und den

Lieferanten beinhalten. Die deduktive Subkategorie dK4a sammelt Informationen zu *Preisverhandlungen mit Lieferanten* und die deduktive Subkategorie dK4b sammelt Informationen zu *nicht-Lieferung und Schadensersatz*.

Das in jährlichen Planungsrunden ermittelte Portfolio hinsichtlich Volumen und Fahrzeugmodellmix bildet die Grundlage für die kapazitative Planung und Realisierung erforderlicher Kapazitätsinvestitionen [vgl. HEROLD 2007, S. 22f.]. Veränderungen im Modellmix, Ausstattungsmix oder der Länderverteilung der zu produzierenden Fahrzeuge können sich positiv oder negativ auf den Deckungsbeitrag des Produktionsprogrammes auswirken. Folglich sind Informationen der unternehmerischen Praxis zu monetären Auswirkungen von Produktionsprogrammveränderungen zu erheben. Die vorläufige deduktive Hauptkategorie dK5 beinhaltet jede Aussage eines Experten zur vertrieblichen *Preisrechnung und Variantenvielfalt* der mittelfristigen automobilen Produktionsprogrammplanung und ist in fünf Unterkategorien aufgeteilt. Die dK5a beinhaltet Informationen zur *Entstehung der vertrieblichen Preisrechnung* wie Controlling-Systeme [vgl. WALSH ET AL. 2009, S. 201f.]. Die dK5b beinhaltet *Informationen zu Modellspezifika*, da eine steigende Fahrzeuganzahl in der Produktpalette die vertriebliche Koordination und Bepreisung verkompliziert [vgl. SCHULZ 2014, S. 150f.; GÖPFERT ET AL. 2017, S. 10-15]. Die dK5c beinhaltet Informationen zu *Länderspezifika*, resultierend aus dem steigenden Individualisierungsbedürfnis. Die dK5d beinhaltet Informationen zu *Ausstattungsspezifika*. Die dK5e beinhaltet *länderindividuelle Deckungsbeitragsinformationen* [vgl. WALSH ET AL. 2009, S. 201f.]. Die Kategorienvorstellung dK4 und dK5 zeigt Tabelle 3-13.

**Tabelle 3-13:** Kategorienvorstellung dK4 und dK5

dK4 Kostenmanagement bei Kapazitätsanpassung	dK4a	Preisverhandlungen mit Lieferanten
	dK4b	Nicht-Lieferung und Schadensersatz
dK5 Preisrechnung und Variantenvielfalt	dK5a	Entstehung der vertrieblichen Preisrechnung
	dK5b	Modellspezifika
	dK5c	Länderspezifika
	dK5d	Ausstattungsspezifika
	dK5e	Entstehung der Deckungsbeiträge

Nach den Eingangsgrößen der monetären Programmbewertung ist es relevant, die Eingangsgrößen und Dynamiken der Praxis einer kapazitativen Bewertung besser zu verstehen, weswegen ein Abgleich mit dem Stand der Forschung zur automobilen Bedarfsrechnung und zur Entstehung von Bedarfsschwankungen erfolgt. Die Programmherstellung ist von der Qualität der Absatzplanung als primäre Eingangsgröße abhängig. Die deduktive Hauptkategorie dK6 beinhaltet jede vollständige Aussage eines Experten



zu *automobilen Bedarfen* in der mittelfristigen Programmplanung. Die kundenindividuelle Auftragsfertigung ist die bedeutende Prämisse dieses Planungsprozesses in allen Planungsschritten [vgl. HEROLD 2007, S. 24]. Die dK6 ist in zwei Unterkategorien aufgeteilt. Die dK6a beinhaltet Informationen zur *Entstehung der Bedarfsrechnung* [vgl. GUDEHUS 2000, S. 263ff.; KUHN UND HELLINGRATH 2002, S. 144f.]. Der große zeitliche Abstand zwischen der Vertriebsplanung und der Fahrzeugproduktion erfordert eine hohe Prognosegenauigkeit des Auftragsvolumens und des Eingangszeitpunkts, des Fahrzeugmodellmix und der Ausstattungsmerkmale der Fahrzeuge [vgl. HEROLD 2007, S. 30]. Die vorläufige dK6b beinhaltet Ursachen der *Entstehung und Arten von Bedarfsschwankungen* [vgl. BRETZKE 2015]. Die Kategorienvorstellung dK6d erfolgt in Tabelle 3-14.

**Tabelle 3-14:** Kategorienvorstellung dK6

dK6 Bedarfe der Automobilindustrie	dK6a	Entstehung der Bedarfsrechnung
	dK6b	Entstehung und Arten von Bedarfsschwankungen

Die vorläufige deduktive Hauptkategorie dK9 beinhaltet *Hintergrundinformationen zu Lieferantenkapazitäten*. Um das Spannungsfeld zwischen Bedarfen und Kapazität zu einem Gleichgewicht führen zu können, muss zur Konzeptionierung einer nachhaltigen automobilen Programmbewertung ebenfalls ein Abgleich mit dem Stand der Forschung zu kapazitativen Anpassungen erfolgen. Veränderungen in den Produktionsprogrammen führen zu Verschiebungen in den Einbauquoten von Ausstattungen in den Fahrzeugen und wirken sich direkt auf den Sekundärbedarf und die Kapazitätsauslastung von Lieferanten aus. Um die Versorgung beim OEM sicherzustellen, werden durch die Verlagerung der Wertschöpfungstiefe nicht nur die Kapazitäten beim OEM, sondern auch bei den Lieferanten berücksichtigt [vgl. MEYR 2004, S. 349; WANNENWETSCH 2014, S. 2]. Der Sekundärbedarf wird von weltweit verteilten Zuliefernetzwerken produziert und dem OEM durch seinen Primärlieferanten meistens bedarfssynchron zur Verfügung gestellt. Durch geringe Lagerbestände muss die Sekundärbedarfsbeschaffung bestmöglich organisiert werden, um Unter- oder Überbestände zu vermeiden [vgl. STÄBLEIN 2007, S. 47; EVERSHEIM ET AL. 2013, S. 29]. Kapazitätsgrenzen erfordern teils Kapazitätserweiterungen, die einer zeitlichen Realisierbarkeit unterliegen, siehe Abschnitt 2.1.4. Folglich muss geprüft werden, ob die Kapazitäten zur Versorgung der prognostizierten Bedarfe ausreichen [vgl. HEROLD 2007, S. 35]. Tabelle 3-15 zeigt die dK9.

**Tabelle 3-15:** Kategorienvorstellung dK9

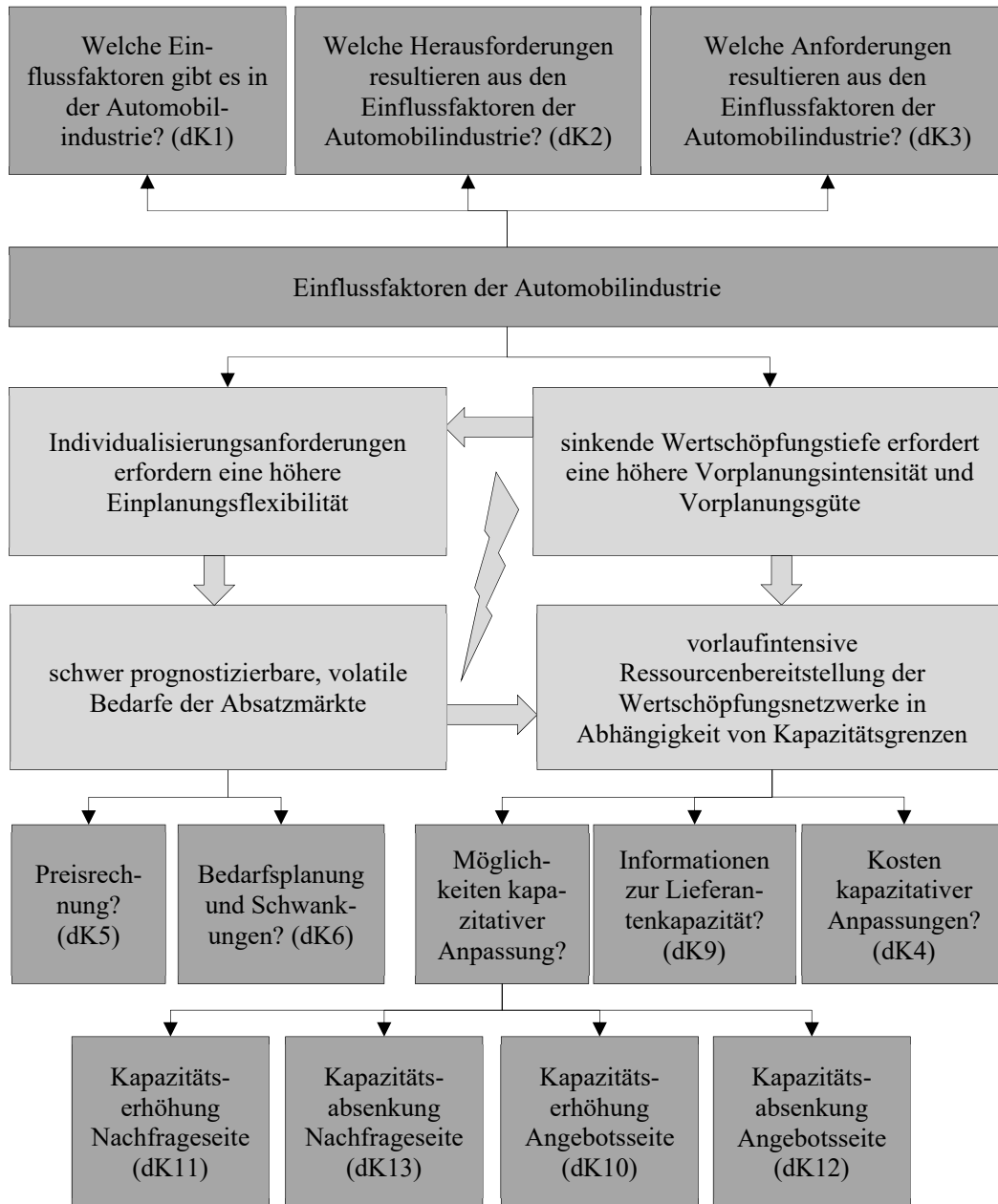
dK9 Hintergrundinformationen zu Lieferantenkapazitäten	dK9a	Verhandlungen der Lieferantenkapazitäten
	dK9b	Nicht-Lieferung vertraglich vereinbarter Kapazitäten
	dK9c	Unterfahung: Nicht-Abnahme vertraglicher Abnahmemengen
	dK9d	Überfahung: Nicht-Abnahme vertraglicher Abnahmemengen

Es stehen diverse Möglichkeiten der Kapazitätsflexibilität zur Verfügung, um die Produktionsmenge auf die spezifische Nachfragesituation anzupassen [vgl. DÖRMER 2013, S. 51; DUDENHÖFFER UND DUDENHÖFFER 2013, S. 235]. Die Aufbereitung der Anpassungsmaßnahmen aus der Literatur erfolgte in Abschnitt 2.1.4 nach GOTTSCHALK (2005), ASKAR ET AL. (2007) und KLUG (2010). Sie unterteilen sich in angebotsseitige und nachfrageseitige Anpassungen, die entweder eine kapazitative Erweiterung oder Absenkung ermöglichen. Daher sollen die Maßnahmen nun in der Praxis validiert und gegebenenfalls erweitert werden. Die *Kapazitätserweiterung angebotsseitig beim Lieferanten* wird der Hauptkategorie dK10 und die *Kapazitätsabsenkung angebotsseitig beim Lieferanten* der Hauptkategorie dK12 zugeordnet. Die inhaltliche Beschreibung der sechs Subkategorien entspricht der Unterteilung aus der Literatur in die drei kapazitiven Erweiterungsstufen Einsatzzeit, Intensität und quantitative Anpassungen für jeweils Betriebsmittel und Personal. Die *Kapazitätserweiterung nachfrageseitig beim OEM* beinhaltet die Hauptkategorie dK11, das Gegenstück als *kapazitative Absenkung* beinhaltet die Hauptkategorie dK13. Die Subkategorien beinhalten die Maßnahmen der Anpassung von Einbauraten der Fremdvergabe als Beschaffungskapazitätserweiterung. Tabelle 3-16 zeigt die deduktiven Hauptkategorien dK10 bis dK13.

**Tabelle 3-16:** Kategorienvorstellung dK10 bis dK13

dK10 Kapazitäts- erhöhung Angebotsseite	dK10a	Intensität durch Betriebsmittel
	dK10b	Intensität durch Personal
	dK10c	Einsatzzeit durch Betriebsmittel
	dK10d	Einsatzzeit durch Personal
	dK10e	quantitative Anpassung durch Betriebsmittel
	dK10f	quantitative Anpassung durch Personal
dK11 Kapazitäts- erhöhung Nachfrageseite	dK11a	Beschaffungskapazitätserweiterung
	dK11b	Erhöhung der Einbauraten von Merkmalsausprägungen
dK12 Kapazitäts- absenkung Angebotsseite	dK12a	Intensität durch Betriebsmittel
	dK12b	Intensität durch Personal
	dK12c	Einsatzzeit durch Betriebsmittel
	dK12d	Einsatzzeit durch Personal
	dK12e	quantitative Anpassung durch Betriebsmittel
	dK12f	quantitative Anpassung durch Personal
dK13 Kapazitäts- absenkung Nachfrageseite	dK13a	Einbaurestriktionen
	dK13b	Verringerung der Einbauraten von Merkmalsausprägungen

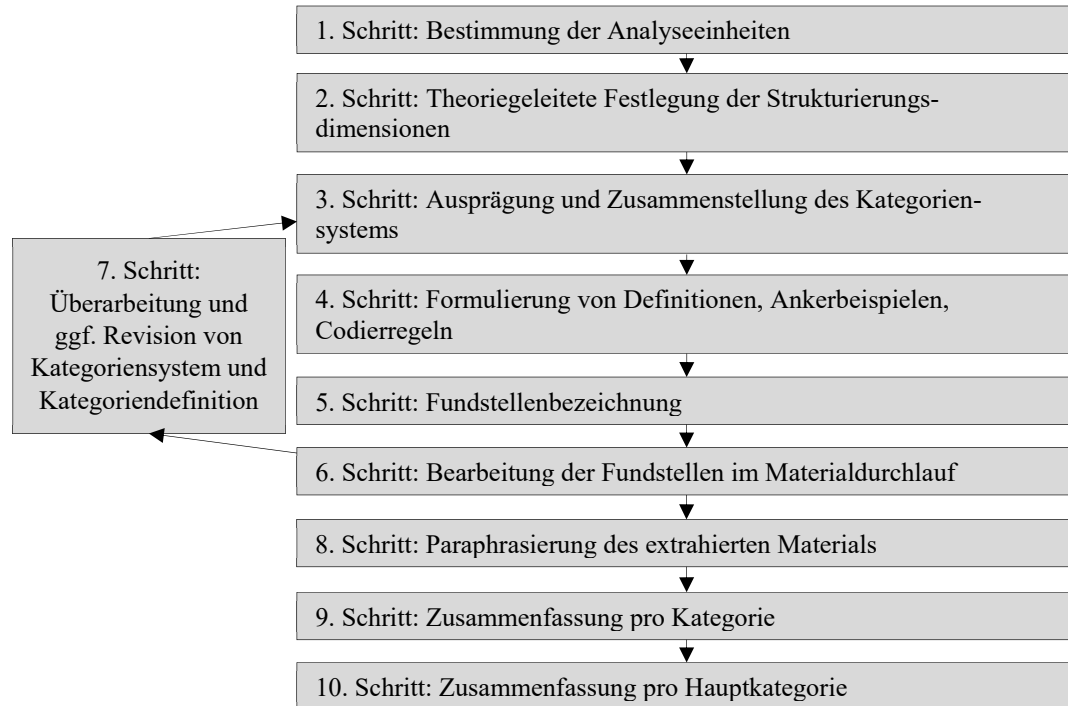
Anhang A3 fasst den Aufbau des Interviewleitfadens zusammen und verweist auf die Verortung der theoretischen Grundlagen in den jeweiligen Unterkapiteln. Anhang A4 ordnet den Hauptkategorien des Kategoriensystems aussagefähige Fachbereiche zu, um von den Experten der jeweiligen Fachbereiche hierzu Expertenaussagen zu erhalten. Abbildung 3-6 zeigt die Hauptkategorien zur Beantwortung der Forschungsfragen.



**Abbildung 3-6:** Ableitung deduktiver Hauptkategorien

### 3.4.4 Vercodung in der inhaltlichen Strukturierung

Die inhaltliche Strukturierung durch deduktive Kategorien besteht aus zehn aufeinander aufbauenden Schritten. Das angewendete Ablaufmodell inhaltlicher Strukturierung dient als roter Faden für die Strukturierung dieses Abschnitts, siehe Abbildung 3-7.



**Abbildung 3-7:** Ablaufmodell inhaltlicher Strukturierung im ersten Materialdurchgang [vgl. MAYRING 2015, S. 98, 104]

Im ersten Schritt erfolgt zur Steigerung der Genauigkeit der Inhaltsanalyse eine Bestimmung der Analyseeinheiten [vgl. MAYRING 2015, S. 61]. Dieser Schritt ist in Abschnitt 3.4.3 durch die Erstellung des deduktiven Kategoriensystems bereits erfolgt.

Der zweite Schritt beinhaltet die Festlegung der Strukturierungsdimensionen. Strukturierende Inhaltsanalysen können ganz verschiedene Ziele haben, weswegen nach vier Formen unterschieden wird. Eine formale Strukturierung filtert die innere Struktur des Materials nach formalen Gesichtspunkten heraus. Eine inhaltliche Strukturierung extrahiert und konsolidiert Material zu bestimmten Themen und Inhaltsbereichen. Eine typisierende Strukturierung identifiziert und beschreibt einzelne Materialausprägungen. Die skalierende Strukturierung definiert und bewertet einzelne Materialausprägungen durch Skalenpunkte [vgl. MAYRING 2015, S. 99]. Im ersten Schritt ist eine Extraktion und Zusammenfassung bestimmter Inhaltsbereiche des transkribierten Gesamtmaterials erstrebenswert, um eine Beantwortung der in Unterkapitel 3.1 hergeleiteten Forschungsfragen zu erzielen. Folglich findet die inhaltliche Strukturierung Anwendung.

Der Abschnitt 3.4.3 enthält den dritten Schritt des Ablaufmodells inhaltlicher Strukturierung Ausprägungen und Zusammenstellung des Kategoriensystems und den

vierten Schritt Formulierung von Definitionen, Ankerbeispielen sowie Codierregeln. Beides geht mit der Erstellung des Interviewleitfadens zur Datenerhebung einher. Der fünfte Schritt beinhaltet die Interpretationsregeln zur Fundstellenbezeichnung und Materialreduktion durch Herausfilterung relevanter Textstellen, siehe Tabelle 3-17. Die Z1-Regeln dienen der Verkürzung und der Vereinheitlichung von Aussagen zur Paraphrasierung inhaltstragender Textstellen durch eine Materialtransformation in eine grammatikalische Kurzform. Das angestrebte Abstraktionsniveau und die Generalisierung der Paraphrasen wird durch die Z2-Regeln bestimmt. Durch die Generalisierung resultierende inhaltsgleiche Paraphrasen streichen die Z3-Regeln. Die Z4-Regeln reduzieren die verbleibenden Textstellen durch eine Zusammenführung und Umformulierung der Paraphrasen. Nach der Durchführung der Reduktion durch Bündelung und der Integration von Paraphrasen ist eine Überprüfung notwendig, um sicherzustellen, dass die als Kategoriensystem zusammengestellten Aussagen das Ausgangsmaterial repräsentieren. Im Anschluss ist der erste Durchlauf inhaltlicher Zusammenfassung abgeschlossen. In einem weiteren Durchlauf der Zusammenfassung werden das Abstraktionsniveau eine Ebene höhere festgelegt und die vorgestellten Interpretationsschritte neu durchlaufen, bis ein allgemeineres und knapperes Kategoriensystem entsteht [vgl. MAYRING 2015, S. 70f.].

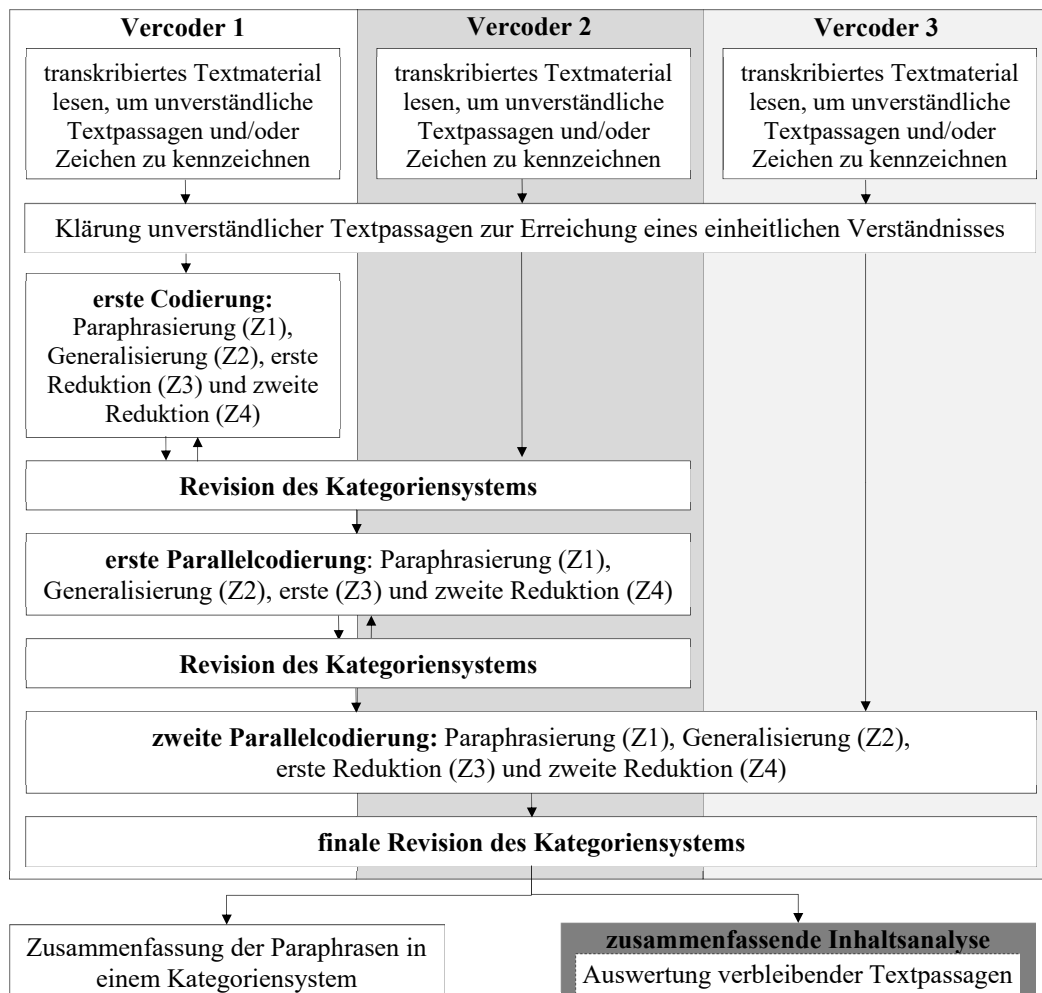
**Tabelle 3-17:** Interpretationsregeln [vgl. MAYRING 2015, S. 72]

Z1:	Paraphrasierung der inhaltstragenden Textstellen
Z1.1:	Streichung aller nicht/wenig relevanten inhaltstragenden Textbestandteile
Z1.2:	Übersetzung inhaltstragender Textstellen auf eine einheitliche Sprachebene
Z1.3:	Transformation auf grammatikalische Kurzform
Z2:	Generalisierung der Paraphrasen unter diesem Abstraktionsniveau
Z2.1:	Generalisierung der Gegenstände der Paraphrasierung auf die definierte Abstraktionsebene
Z2.2:	Generalisierung der Satzaussagen (Prädikate)
Z2.3:	Belassung der Paraphrasen auf definierter Abstraktionsebene
Z2.4:	bei Zweifelsfällen Zuhilfenahme theoretischer Vorannahmen
Z3:	erste Reduktion durch Selektion
Z3.1:	Streichung bedeutungsgleicher Paraphrasen innerhalb der Auswertungseinheiten
Z3.2:	Streichung von Paraphrasen, die auf neuem Abstraktionsniveau nicht wesentlich inhaltstragend sind
Z3.3:	bei Übernahme der Paraphrasen, die weiterhin zentral inhaltstragend sind
Z3.4:	bei Zweifelsfällen Zuhilfenahme theoretischer Vorannahmen
Z4:	zweite Reduktion durch Bündelung
Z4.1:	Bündelung von Paraphrasen mit gleichem/ähnlichem Gegenstand und Aussage zu einer Paraphrase
Z4.2:	Paraphrasen mit unterschiedlichem Gegenstand zu einer Paraphrase
Z4.3:	Konstruktion/Integration von Paraphrasen mit gleichem/ähnlichem Gegenstand zu einer Paraphrase
Z4.4:	bei Zweifelsfällen Zuhilfenahme theoretischer Vorannahmen

Im Materialdurchlauf der vorliegenden Dissertation werden die inhaltstragenden Paraphrasen wie beschrieben identifiziert, thematisch gruppiert und in die deduktiven Haupt- oder Unterkategorien eingeordnet. Im Fall einer eindeutigen Zuordnung ist es möglich, ein Ankerbeispiel für die entsprechenden deduktiven Unterkategorien auszuarbeiten. Sollte eine eindeutige Zuordnung nicht möglich sein, muss das vorläufige deduktive Kategoriensystem dahingehend angepasst werden, dass deduktive Kategorien zusammengefasst oder vom Wording umformuliert werden.

Der sechste Schritt als Bearbeitung der Fundstellen im Materialdurchlauf erfolgt durch drei Codierer, wobei die Begriffe Codierer und Vercoder nachfolgend synonym verwendet werden. Die Datenerhebung und die Erstellung der Codierregeln erfolgt durch die Forschende, symbolisiert durch Vercoder 1, die die Terminologien des Sprachgebrauchs, die verwendete IT-Systemlandschaft und die vorhandenen Prozesse kennt. Die Vercoder 2 und 3 sind zwei studentische Hilfskräfte, die über mehrere Monate angestellt wurden und aufgrund einer eingehenden Einarbeitungszeit mit den Terminologien des Sprachgebrauchs, der IT-Systemlandschaft und den Prozessen vertraut sind. Zur Vorbeugung von Missverständnissen oder einer Fehlinterpretation erfolgt a priori zum Codierungsvorgang der inhaltlichen Strukturierung eine Einarbeitungsphase. Hierbei lesen alle drei Vercoder das transkribierte Textmaterial unabhängig voneinander und markieren unverständliche Textpassagen und/oder Zeichen. Im Nachgang erfolgt eine Klärung im Team, damit alle drei Vercoder mit einem einheitlichen Verständnis des transkribierten Textmaterials in der Vercodung starten. Der Codierungsvorgang der inhaltlichen Strukturierung strebt eine Einordnung des transkribierten Materials durch Vercoder 1 in das deduktive Kategoriensystem an. Die Datenaufbereitung durch die wörtliche Transkription und Überarbeitung der Codierregeln erfolgt in Zusammenarbeit mit Vercoder 2. Die Revision des Kategoriensystems erfolgt nach jedem Codierungsvorgang und ermöglicht die Wahl passender Ankerbeispiele für eindeutig zuordenbare Textstellen und die Zusammenfassung bestehender Kategorien in einem vorläufigen Kategoriensystem. Für nicht eindeutig zuordenbare Textstellen müssen im Rahmen des nachgelagerten Codierungsvorgangs der zusammenfassenden Inhaltsanalyse induktive Kategorien gebildet werden, die eine eindeutige Zuordnung ermöglichen. Die erste Parallelcodierung dient der Überarbeitung der Codierregeln und der Rücküberprüfung der Kategorien sowie zugeordneter Textstellen. Vercoder 1 und Vercoder 2 gehen alle 36 transkribierten Experteninterviews durch und sprechen die Codierung gemeinsam durch. Dies stellt einerseits die Intra-Coder-Reliabilität von Vercoder 1 sicher, da es bereits der zweite Codierungsdurchlauf ist. Zudem ist durch die Parallelisierung und Rücksprache der jeweiligen Codierungen von Vercoder 1 und Vercoder 2 die Inter-Vercoder-Reliabilität sichergestellt, da das Ausgangsmaterial nach der ersten Parallelcodierung aus Sicht beider Vercoder eindeutig codiert ist. Die zweite Parallelcodierung erfolgt unter Zuhilfenahme des dritten Vercoders. Das Ergebnis ist bei eindeutig zuzuordnenden Paraphrasen die

Zusammenfassung in dem Kategoriensystem. Bei nicht eindeutig zuzuordnenden Textpassagen ist ein weiterer Codierungsvorgang der zusammenfassenden Inhaltsanalyse notwendig, dargestellt in Abschnitt 3.4.5. Hierbei wird die Intra-Coder-Reliabilität von Vercoder 1 sichergestellt, da es sich bereits um den dritten zeitlich versetzten Codierungsdurchlauf handelt. Die Intra-Coder-Reliabilität von Vercoder 2 wird ebenfalls sichergestellt, da es sich um den zweiten zeitlich versetzten Codierungsdurchlauf nach der ersten Parallelcodierung handelt. Die Inter-Coder-Reliabilität wird durch Vercoder 3 sichergestellt, da dieser seine Codierungen mit Vercoder 1 und Vercoder 2 durchspricht, bis ein gemeinsames Verständnis der Codierungen und eine eindeutige Zuordnung der Paraphrasen oder eine eindeutige Identifikation der Textstellen, die nicht eindeutig zuzuordnen sind, vorherrscht. Die finale Revision ist ein wesentlicher Schritt des Ablaufmodells der inhaltlichen Strukturierung [vgl. MAYRING 2015, S. 98] und das Forschungsergebnis der Parallelcodierung inhaltlicher Strukturierung. Da nicht alle Expertenmeinungen eindeutig in die deduktiven Haupt- sowie Subkategorien einzusortieren sind besteht die Notwendigkeit, über die inhaltliche Zusammenfassung induktive Kategorien abzuleiten. Abbildung 3-8 zeigt den Codierungsvorgang inhaltlicher Strukturierung.



**Abbildung 3-8:** Codierungsvorgang in der inhaltlichen Strukturierung

Sofern eine eindeutige Zuordnung der Expertenaussagen nicht möglich ist, erfolgt eine separate Zusammenstellung als neues Ausgangsmaterial, um sie über die Vercodung der zusammenfassenden Inhaltsanalyse über eine induktive Kategorienbildung am Material auszuwerten und eindeutig zuzuordnen. Wenn eine eindeutige Zuordnung der identifizierten Expertenaussagen in eine deduktive Haupt- oder Subkategorie unmöglich ist, erfolgt eine Streichung der Haupt- oder Subkategorie.

Die erste Analyse des Transkriptionsmaterials hat gezeigt, dass dies der Fall ist. Bei den deduktiven Hauptkategorien dK1, dK2 und dK3 ist eine eindeutige Zuordnung von Expertenaussagen nicht möglich, weswegen eine Streichung der Haupt- oder Subkategorien erfolgt. Die deduktive Hauptkategorie dK1 *Komplexitätstreiber der Automobilindustrie nach PESTEL* weist Überschneidungen mit den deduktiven Hauptkategorien dK2 und dK3 auf, da sich die einzelnen Komplexitätstreiber nicht von ihren Auswirkungen oder den daraus resultierenden Anforderungen trennen lassen. Ebenfalls herrschen inhaltliche Überschneidungen mit der deduktiven Subkategorie dK5c *Länderspezifika* vor, da die einzelnen Komplexitätstreiber je nach Region unterschiedlichen Einfluss auf die Automobilindustrie haben können. Die Streichung der deduktiven Hauptkategorie dK1 mit ihren Subkategorien ermöglicht eine eindeutige Zuordnung der Expertenaussagen in die dK5c, da die Überschneidungen mit der dK1 wegfallen. Die deduktive Hauptkategorie dK2 *Auswirkungen der Komplexitätstreiber auf die automobiler Programmplanung* weist inhaltliche Überschneidungen mit der deduktiven Subkategorie dK7a *Schwachstellen der aktuellen Baubarkeitsanalyse* auf, weswegen die Streichung der deduktiven Hauptkategorie dK2 mit ihren Subkategorien eine eindeutige Zuordnung in die Subkategorie dK7a ermöglicht. Die deduktive Hauptkategorie dK3 *Anforderungen automobiler Programmplanung durch die Komplexitätstreiber* weist inhaltliche Überschneidungen mit der deduktiven Subkategorie dK7b *Anforderungen an eine Baubarkeitsanalyse* auf, weswegen die Streichung der deduktiven Hauptkategorie dK3 mit ihren Subkategorien eine eindeutige Zuordnung in die Subkategorie dK7b ermöglicht.

Die deduktive Subkategorie dK4a *Hintergrundinformationen zur Vertragsdauer und Preisverhandlungen* weist inhaltliche Überschneidungen zur deduktiven Subkategorie dK9a *Lieferantenauswahl und -verhandlungen zu Kaufteilen* auf, weswegen eine Konsolidierung zur eindeutigen Zuordnung in die Subkategorie dK9a erfolgt. Die deduktive Subkategorie dK4b *Nichtlieferung und Schadensersatz* weist inhaltliche Überschneidungen zur deduktiven Subkategorie dK9b *Abweichung festgelegter Liefermengen bei Kaufteilen* auf, weswegen eine Konsolidierung zur eindeutigen Zuordnung in die Subkategorie dK9a erfolgt. Dadurch erfolgt eine Streichung der deduktiven Hauptkategorie dK4, da sie in den genannten Subkategorien aufgeht.

Bei der deduktiven Subkategorie dK5b *Modellspezifika* sind inhaltliche Überschneidungen mit der dK5d *Ausstattungsspezifika* vorhanden, die eine eindeutige Zuordnung



unmöglich machen, folglich werden beide Subkategorien in der Subkategorie dK5d zusammengefasst. Dies erfordert eine inhaltliche Umbenennung der Subkategorie dK5d *Ausstattungspezifika* in *Ausstattungspezifika in Fahrzeugmodellen*. Zudem erfolgt zur Steigerung der externen Gültigkeit durch eine Erhöhung der Verständlichkeit eine Umbenennung einiger Subkategorien. Die Umbenennung der Subkategorie dK5a *Entstehung der vertrieblichen Preisrechnung* erfolgt in *vertriebliche Preisrechnung und Preisverhandlungen*. Die Subkategorie dK5c *Länderspezifika* ändert sich zu *Organisation der Vertriebsnetzwerke und -regionen*.

Bei der deduktiven Subkategorie dK7c *Datengrundlage einer kapazitiven Programmbewertung* treten inhaltliche Überschneidungen zu der deduktiven Subkategorie dK7a *Schwachstellen einer kapazitiven Programmbewertung* sowie zur deduktiven Subkategorie dK7b *Anforderungen an eine kapazitative Programmbewertung* auf, da die Schwachstellen teilweise unmittelbar mit der Datengrundlage zusammenhängen. Folglich ist eine inhaltliche Verbesserung der Datengrundlage ein essentieller Bestandteil der Anforderungen an eine Baubarkeitsanalyse. Die inhaltliche Streichung der deduktiven Subkategorie dK7c ermöglicht eine eindeutige Einordnung betroffener Expertenaussagen in die deduktiven Subkategorien dK7a oder dK7b.

Wie bei der deduktiven Subkategorie dK7c treten bei der deduktiven Subkategorie dK8c *Datengrundlage einer monetären Programmbewertung* inhaltliche Überschneidungen zu der deduktiven Subkategorie dK8a *Schwachstellen einer monetären Programmbewertung* sowie der deduktiven Subkategorie dK8b *Anforderungen an eine monetäre Programmbewertung* auf. Folglich ist eine inhaltliche Verbesserung der Datengrundlage durch eine Streichung der deduktiven Subkategorie dK8c möglich.

In der deduktiven Hauptkategorie dK9 erfolgt eine Konsolidierung der Subkategorien dK9b *nicht-Lieferung vertraglich vereinbarter Kapazitäten*, dK9c *nicht-Abnahme vertraglicher Abnahmemengen als Unterfahung* und dK9d *nicht-Abnahme vertraglicher Abnahmemengen als Überfahung*, da eine eindeutige Zuordnung nicht möglich ist. Die Umbenennung der neuen Subkategorie dK9b *Abweichung festgelegter Liefermengen bei Kaufteilen* ermöglicht die Konsolidierung aller Abweichungen vom Lieferanten und dem Automobilhersteller hinsichtlich Mehr- oder Mindermengen. Die deduktive Subkategorie dK9a *Verhandlungen der Lieferantenkapazitäten* wird umbenannt in *Lieferantenauswahl und -verhandlungen zu Kaufteilen*.

Die deduktiven Hauptkategorien dK10 *Kapazitätserhöhung Angebotsseite*, dK11 *Kapazitätserhöhung Nachfrageseite*, dK12 *Kapazitätsabsenkung Angebotsseite* und dK13 *Kapazitätsabsenkung Nachfrageseite* lehnen sich an die Aufteilung kapazitiver Anpassungsmaßnahmen aus der Literatur an. Diese Aufteilung ist in der Praxis nicht praktikabel, da eine Einordnung kapazitiver Anpassungsmaßnahmen in die Zeithorizonte kurzfristig, mittelfristig und langfristig praktikabler erscheint, um je nach

Vorlauf passende Maßnahmen kapazitiver Anpassung auswählen zu können. Folglich besteht die Notwendigkeit, über die inhaltliche Zusammenfassung induktive Kategorien abzuleiten, die eine eindeutige Zuordnung ermöglichen.

Die Bezeichnungs- und Kategorienanpassung als Ergebnis der finalen Revision des Auswertungsverfahrens der inhaltlichen Strukturierung fasst Tabelle 3-18 zusammen.

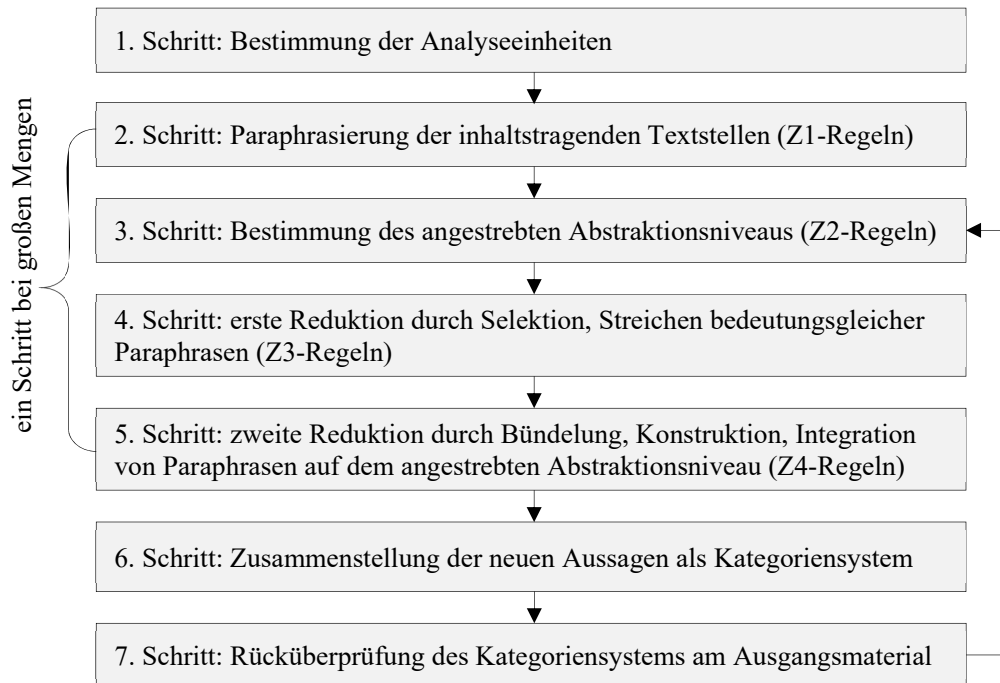
**Tabelle 3-18:** Kategoriensystem nach dem ersten Materialdurchgang

Hauptkategorien		Subkategorienbezeichnung und -zuordnung	
dK5	Aspekte vertrieblicher Absatzplanung	dK5a	vertriebliche Preisrechnung und Preisverhandlungen
		dK5c	Organisation der Vertriebsnetzwerke und Vertriebsregionen
		dK5d	Ausstattungspezifika in Fahrzeugmodellen
		dK5e	Entstehung der Deckungsbeiträge
dK6	Bedarfsermittlung und Produktionsprogrammplanung	dK6a	Entstehung der Bedarfsrechnung
		dK6b	Entstehung und Arten von Bedarfsschwankungen
dK7	Programmbewertung kapazitativ	dK7a	Schwachstellen der kapazitiven Programmbewertung
		dK7b	Anforderungen an eine kapazitative Programmbewertung
dK8	Programmbewertung monetär	dK8a	Schwachstellen der monetären Programmbewertung
		dK8b	Anforderungen an eine monetäre Programmbewertung
dK9	Kapazitäten	dK9a	Lieferantenauswahl und -verhandlungen zu Kaufteilen
		dK9b	Abweichung festgelegter Liefermengen bei Kaufteilen

Das Auswertungsverfahren der inhaltlichen Strukturierung dient als Ausgangsbasis für das Auswertungsverfahren der zusammenfassenden Inhaltsanalyse. Durch die Besonderheit der Kombination zweier Auswertungsverfahren distanziert sich das Vorgehen der vorliegenden Dissertation bei dem Schritt neun des Ablaufmodells inhaltlicher Strukturierung Zusammenfassung pro Unterkategorie und dem Schritt zehn Zusammenfassung pro Hauptkategorie von der Theorie, da nicht alle Textstellen eindeutig zugeordnet werden können und eine Ergebnisdokumentation an dieser Stelle als zu verfrüht anzusehen wäre. Folglich werden die aufeinander aufbauenden Forschungsergebnisse der inhaltlichen Strukturierung und zusammenfassenden Inhaltsanalyse konsolidiert in Abschnitt 3.4.5 beschrieben.

### 3.4.5 Vercodung in der zusammenfassenden Inhaltsanalyse

Das Ablaufmodell zusammenfassender Inhaltsanalyse besteht aus sieben aufeinander aufbauenden Schritten, wobei die Schritte zwei bis fünf bei großen Mengen zusammengefasst durchgeführt werden [vgl. MAYRING 2015, S. 70]. Abbildung 3-9 fasst das Ablaufmodell zusammenfassender Inhaltsanalyse zusammen, das als roter Faden für die Strukturierung dieses Abschnitts dient.

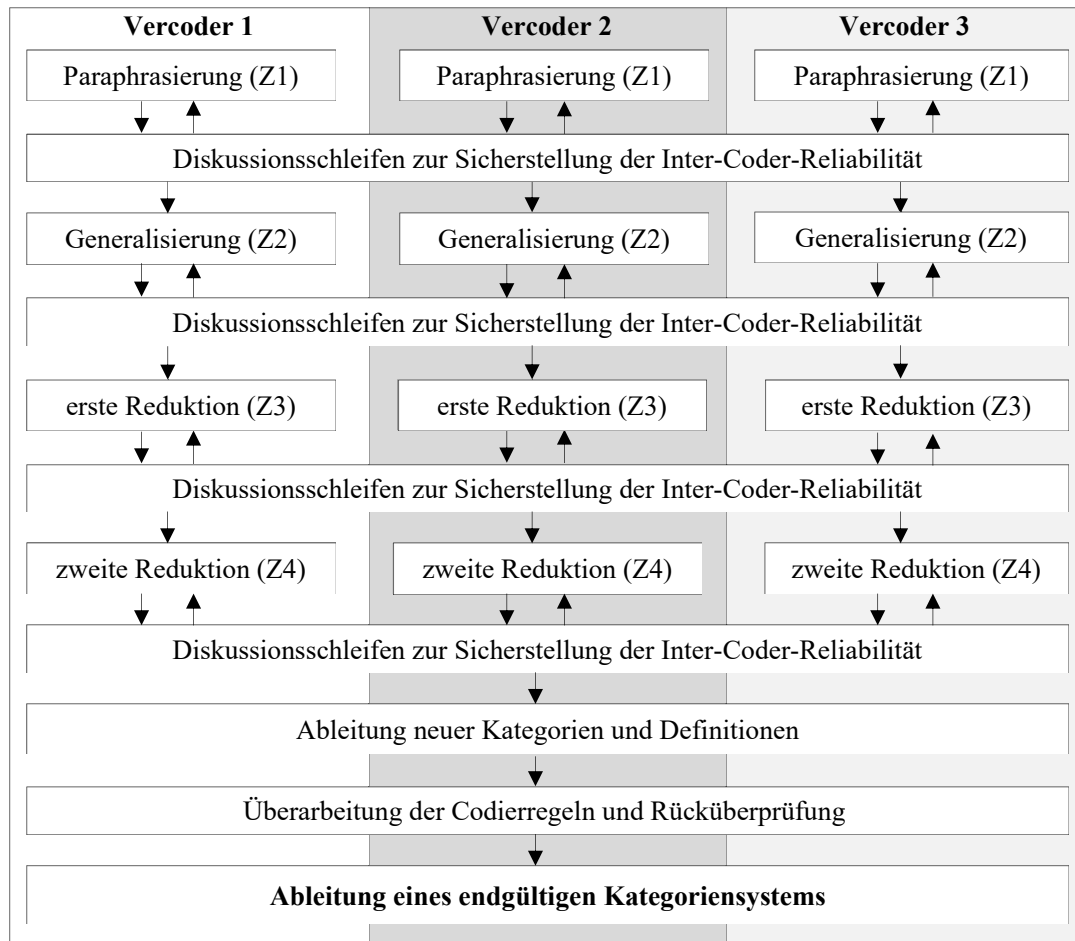


**Abbildung 3-9:** Ablaufmodell zusammenfassender Inhaltsanalyse im zweiten Materialdurchgang [vgl. MAYRING 2015, S. 70]

Im ersten Schritt erfolgt analog zur Vercodung in der inhaltlichen Strukturierung zur Steigerung der Genauigkeit der Inhaltsanalyse eine Bestimmung der Analyseeinheiten [vgl. MAYRING 2015, S. 70]. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse und Kontinuität im Forschungsprozess zu erreichen, werden die in Abschnitt 3.4.6 definierten Analyseeinheiten für die zusammenfassende Inhaltsanalyse übernommen.

In den Schritten zwei bis fünf erfolgt in der vorliegenden Dissertation aufgrund der großen Datenmengen zusammengefasst eine Paraphrasierung und Reduktion inhalts-tragender Textstellen unter Berücksichtigung der Interpretationsregeln aus Tabelle 3-17, vorgestellt in Abschnitt 3.4.4, die im Ablaufmodell der zusammenfassenden Inhaltsanalyse zur induktiven Kategorienerstellung ebenfalls Anwendung finden. Die Codierung erfolgt zur Sicherstellung der Inter-Coder-Reliabilität ebenfalls unter Verwendung der bereits eingearbeiteten und mit dem Material sowie dem Codierungsprozess vertrauten drei Verocoder aus der Codierung der inhaltlichen Strukturierung. Die erste Parallelcodierung hat verbleibende Textstellen als Ausgangsmaterial, die nicht eindeutig in eine der deduktiven Kategorien eingeordnet

werden konnten. Abbildung 3-10 beinhaltet eine visualisierte Darstellung der Parallelcodierung im Auswertungsverfahren zusammenfassender Inhaltsanalyse dieser Dissertation, um ein besseres Leserverständnis zu erreichen.



**Abbildung 3-10:** Codierungsvorgang in der zusammenfassenden Inhaltsanalyse

Die Codierung zur Ableitung von Paraphrasen erfolgt parallel und unabhängig voneinander durch alle drei Vercoder, um im Anschluss durch iterative Diskussionsschleifen induktive Kategorien abzuleiten, in die alle Textstellen eindeutig eingeordnet werden können. Die Diskussionsschleifen finden nach jedem Schritt der Z1-Regeln bis Z4-Regeln statt, um die Inter-Coder-Reliabilität bei der Paraphrasierung und Reduktion durch Bündelung sicherzustellen. Erst wenn eine allgemeingültige Paraphrasierung und Bündelung aus Sicht der drei Vercoder erreicht ist, wird mit der Aufstellung induktiver Kategorien begonnen. Dies dient der Sicherstellung der internen und externen Gültigkeit des im Kategoriensystem enthaltenen paraphrasierten und gebündelten Ausgangsmaterials. Das endgültige Kategoriensystem ist eine Mischform deduktiver und induktiver Kategorien, da nicht alle Expertenaussagen im Zuge der ersten Interpretation eindeutig in eine der deduktiven Kategorien eingeordnet werden konnten. Das neue Textmaterial als Ausgangsbasis besteht aus den verbleibenden Expertenaussagen, die sich

nicht eindeutig in eine deduktive Haupt- oder Subkategorie einordnen lassen. Die Ankerbeispiele der inhaltlichen Strukturierung enthält Anhang A9 und die Ankerbeispiele der zusammenfassenden Inhaltsanalyse Anhang 10.

Die deduktive Subkategorie enthält Expertenaussagen zu Ausstattungsspezifika in Fahrzeugmodellen. Um die verbleibenden Expertenaussagen des neuen Ausgangsmaterials neben Ausstattungsspezifika in Fahrzeugmodellen auch zu ganzen Produktlinien einordnen zu können, ist eine Umbenennung der Subkategorie dK5d in *Ausstattungsspezifika in Fahrzeugmodellen und Produktlinien* notwendig. Die Expertenaussagen zu Verkaufshilfen beim Automobilhersteller weisen eine inhaltliche Nähe zur deduktiven Hauptkategorie dK5 *Preisrechnung und Variantenvielfalt* auf und erweitern diese inhaltlich. Folglich ist es notwendig, die entsprechenden Expertenaussagen eindeutig in die induktive Subkategorie iK5f *Verkaufshilfen* einzuordnen. Um diese Abänderungen adäquat in die deduktive Hauptkategorie dK5 einzuordnen, ist eine inhaltliche Umbenennung ebendieser in *Aspekte der vertrieblichen Absatzplanung* erforderlich.

Die induktive Subkategorie iK6c *Kundenanforderungen zur Bedarfsermittlung* erweitert die vorangegangenen deduktiven Subkategorien dk6a *Entstehung der Bedarfsrechnung* und dK6b *Entstehung und Arten von Bedarfschwankungen*. Zudem ist eine inhaltliche Umbenennung der deduktiven Subkategorie dk6a in *Programmplanung beim OEM* zur Konkretisierung und Abgrenzung von der Subkategorie dK6c erforderlich. Die Expertenaussagen zur Produktkonzeption lassen sich in keine bestehende deduktive Subkategorie einordnen. Eine inhaltliche Nähe besteht zur deduktiven Subkategorie dK6a, da die Produktkonzeption der Programmplanung zeitlich vorgelagert ist und die Grundlage für diese bildet. Folglich werden die Expertenaussagen zur Produktkonzeption in der deduktiven Hauptkategorie dK6 angesiedelt und in der induktiven Subkategorie iK6d *Produktkonzeption* eindeutig eingeordnet. Die vorläufigen deduktiven Hauptkategorien dK1, dK2 und dK3 sind im vorangegangenen Materialdurchlauf der inhaltlichen Strukturierung in Abschnitt 3.4.4 gestrichen worden, da eine eindeutige Zuordnung von Expertenaussagen nicht möglich und inhaltliche Überschneidungen zu anderen deduktiven Subkategorien vorhanden waren. Um die Expertenaussagen zu den im Interviewleitfaden angesprochenen Komplexitätstreibern der Automobilindustrie im Materialdurchlauf der zusammenfassenden Inhaltsanalyse eindeutig codieren zu können, entsteht die induktive Subkategorie iK6e *externe Einflüsse auf die Automobilindustrie*. Die Untergliederung in die deduktive Hauptkategorie dK6 *Bedarfsermittlung und Produktionsprogrammplanung* ist durch die inhaltliche Nähe zur Bedarfsbeeinflussung sinnvoll, da sich die Expertenaussagen weder in die verbleibende deduktive Hauptkategorie dK9 *Kapazitäten* noch in die Hauptkategorie dK5 *Aspekte vertrieblicher Absatzplanung* einordnen lassen.

Der Materialdurchlauf der zusammenfassenden Inhaltsanalyse am Ausgangsmaterial verbleibender Textstellen macht eine Erweiterung der deduktiven Hauptkategorie dK7

*Programmbewertung kapazitativ* mit den deduktiven Subkategorien *dK7a Schwachstellen der Programmbewertung* sowie *dK7b Anforderungen an eine Programmbewertung* erforderlich. Die induktive Subkategorie *iK7d* beinhaltet den *Status quo der Programmbewertung* eines Produktionsprogramms beim OEM.

In Anlehnung an die Erweiterung der deduktiven Hauptkategorie *dK7* mit der induktiven Subkategorie *dK7d* ist eine entsprechende Erweiterung ebenfalls für die deduktive Hauptkategorie *dK8 Programmbewertung monetär* und die deduktiven Subkategorien *dK8a Schwachstellen finanzieller Bewertung* sowie *dK8b Anforderungen an eine monetäre Programmbewertung* erforderlich. Die induktive Subkategorie *iK8d* erfasst den *Status quo der monetären Programmbewertung* eines Produktionsprogramms beim OEM.

Die deduktive Hauptkategorie *dK9 Kapazitäten* mit den deduktiven Subkategorien *dK9a Lieferantenauswahl und -verhandlungen zu Kaufteilen* sowie *dK9b Abweichung festgelegter Liefermengen bei Kaufteilen* wird um zwei induktive Subkategorien erweitert. Die induktive Subkategorie *iK9e Gründe für eine Unterversorgung bei Kaufteilen* enthält entsprechende Hintergrundinformationen. Die induktive Subkategorie *iK9g Kapazitätsmanagement bei OEM-Fabrik- und Behälterkapazitäten* enthält die Hintergrundinformationen zum termingerechten Transport von Kauf- und Herstellteilen über die Behälterkapazitäten, wo teilweise lange Wiederbeschaffungszeiten bei Sonderladungsträgern die kapazitative Anpassung verkomplizieren können. Die Fabrikkapazitäten beim OEM unterteilen sich in Fabrikkapazitäten zur Fahrzeugproduktion, untergliedert in Karosseriebau, Lackiererei und Montage sowie in die Fabrikstandorte zur Produktion von Herstellteilen.

Die an die Grundlagen aus der Literatur angelehnte Aufteilung der kapazitiven Maßnahmen zur Anpassung in angebotsseitige und nachfrageseitige Maßnahmen ist in der unternehmerischen Praxis nicht sinnvoll. Um sicherzustellen, dass der Vorlauf zur zeitgerechten Umsetzung kapazitiver Anpassungsmaßnahmen termingerecht eingestellt ist, hat eine Einordnung kapazitiver Anpassungsmaßnahmen in den zeitlichen Kontext zu erfolgen. Folglich ersetzt die induktive Hauptkategorie *iK14 Kapazitätsanpassung bei Kaufteilen* die deduktiven Hauptkategorien *dK10 Kapazitätserhöhung Angebotsseite*, *dK11 Kapazitätserhöhung Nachfrageseite*, *dK12 Kapazitätsabsenkung Angebotsseite* sowie *dK13 Kapazitätsabsenkung Nachfrageseite*. Die Unterteilung der deduktiven Subkategorien in den genannten Hauptkategorien erfolgt in Anlehnung an Ausführungen aus der Literatur in Intensität, Einsatzzeit und quantitative Anpassungsmaßnahmen mit einer weiteren Zweiteilung in Maßnahmen hinsichtlich personeller und betrieblicher Mittel. Diese deduktiven Subkategorien werden durch die induktiven Subkategorien *iK14a Kurzfristige Kapazitätsanpassung*, *iK14b mittelfristige und langfristige Kapazitätsanpassung* sowie *iK14c Abhängigkeiten der Maßnahmen und Umsetzungszeiten* ersetzt, um den Anforderungen unternehmerischer Praxis hinsichtlich der Einordnung in einer Zeitschiene Rechnung zu tragen.

Im sechsten Schritt erfolgt die Zusammenstellung der neuen Aussagen als Kategoriensystem, das im siebten Schritt zur Rücküberprüfung des Kategoriensystems am Ausgangsmaterial dient. Das endgültige Kategoriensystem ist eine Mischform deduktiver Kategorien der inhaltlichen Strukturierung im ersten Materialdurchlauf und induktiver Kategorien der zusammenfassenden Inhaltsanalyse, dargestellt in Tabelle 3-19.

**Tabelle 3-19:** Kategoriensystem nach dem zweiten Materialdurchgang

Hauptkategorien		Subkategorienbezeichnung und -zuordnung	
dK5	Aspekte vertrieblicher Absatzplanung	dK5a	Preisrechnung und Preisverhandlungen
		dK5c	Organisation der Vertriebsnetzwerke und Vertriebsregionen
		dK5d	Ausstattungspezifika in Fahrzeugmodellen und Produktlinien
		dK5e	Entstehung der Deckungsbeiträge
		iK5f	Verkaufshilfen
dK6	Bedarfsermittlung vertrieblicher Absatzplanung	dK6a	Programmplanung beim OEM
		dK6b	Arten von Bedarfsschwankungen
		iK6c	Kundenanforderungen zur Bedarfsermittlung
		iK6d	Produktkonzeption
		iK6e	Externe Einflüsse auf die Automobilindustrie
dK7	Programmbewertung kapazitativ	dK7a	Schwachstellen kapazitiver Programmbewertung
		dK7b	Anforderungen kapazitiver Programmbewertung
		iK7d	Status quo der Programmbewertung
dK8	Programmbewertung monetär	dK8a	Schwachstellen monetärer Programmbewertung
		dK8b	Anforderungen monetärer Programmbewertung
		iK8d	Status quo monetärer Programmbewertung
dK9	Kapazitäten	dK9a	Lieferantenauswahl und -verhandlungen
		dK9b	Abweichung festgelegter Liefermengen
		iK9e	Gründe für eine Unterversorgung
		iK9g	Kapazitätsmanagement OEM-Fabrik- und Behälterkapazitäten
iK14	Kapazitätsanpassung bei Kaufteilen	iK14a	kurzfristige Kapazitätsanpassung
		iK14b	mittelfristige und langfristige Kapazitätsanpassung
		iK14c	Abhängigkeiten der Maßnahmen und Umsetzungszeiten

### 3.4.6 Sicherstellung der Erfüllung qualitativer Gütekriterien

Der wichtige Standard empirischer Forschung ist, dass am Ende des Forschungsprozesses die Ergebniseinschätzung anhand von Gütekriterien entsteht, indem die Qualität der Forschungsergebnisse gemessen wird. In der Regel wird zwischen Kriterien der Validität als Gültigkeit und der Reliabilität als Genauigkeit unterschieden. Qualitative Forschung muss insbesondere darauf bedacht sein, sich an Gütekriterien messen zu lassen, um dem Vorwurf der Subjektivität durch Objektivierung und Messbarkeit entgegenzutreten. Allerdings setzt sich vermehrt in aktuellen Diskussionen über Gütekriterien durch, dass die Gütekriterien quantitativer Forschung nicht einfach übernommen werden können, sondern eigens für die qualitative Forschung definiert werden müssen. So muss die Geltungsbegründung der Ergebnisse qualitativer Forschung viel flexibler sein, da vermehrt argumentativ denn über die Errechnung von Kennwerten vorgegangen werden muss. Als Konsequenz rückt der Prozess der Begründbarkeit und Verallgemeinerbarkeit qualitativer Forschungsergebnisse in den Fokus [vgl. MAYRING 2016, S. 140]. Hinzu kommt, dass die klassischen Gütekriterien oftmals wenig tragfähig erscheinen, wie in MAYRING (2016) anhand der quantitativen Testtheorie verdeutlicht wird. Das Gütekriterium Validität strebt einen Vergleich mit einem Außenkriterium an, um die Ergebnisse gegenüberzustellen. Da eine Untersuchung oder ein Messinstrument eine Verbesserung zu vorherigen Messinstrumenten darstellt und ihren Gegenstand exakt trifft, ist es entscheidend, dass die Untersuchung von vorangegangenen Untersuchungen abweicht. Das Gütekriterium Reagibilität gilt es im Kontext qualitativer Forschung zu hinterfragen, da Menschen als befragte Experten sich kontinuierlich verändern, weswegen auch die situativen Bedingungen einem sozialen Wandel unterliegen und qualitative Forschungsergebnisse nur schwer einer Konsistenzprüfung unterzogen werden können [vgl. MAYRING 2016, S. 141f.]. Die sechs allgemeinen Gütekriterien qualitativer Forschung nach MAYRING (2016) sind die *Verfahrensdokumentation*, die *argumentative Interpretationsabsicherung*, die *Regelgeleitetheit*, die *Nähe zum Gegenstand*, die *kommunikative Validierung* sowie die *Triangulation* [vgl. MAYRING 2016, S. 144-148].

Qualitative empirische Sozialforschung muss den Forschungsprozess und die verwendeten *Verfahren detailliert dokumentieren*, da die Methoden meist speziell für den jeweiligen Gegenstand entwickelt werden. Dies ist ungleich zur quantitativen Forschung, wo zumeist standardisierte Techniken Verwendung finden. Die erforderliche intersubjektive Nachvollziehbarkeit im Forschungsprozess durch die Präsentation notwendiger Informationen zum methodischen Vorgehen ermöglicht eine Bewertbarkeit der Forschungsergebnisse. Dies beinhaltet nach MAYRING (2016) die detaillierte Dokumentation zum Wissenstand bei Forschungsbeginn und zur Erhebung und Interpretation des Untersuchungsgegenstands sowie der Aufbereitung der Forschungsergebnisse [vgl. MAYRING 2016, S. 144f.]. Ersteres findet sich in Abschnitt 3.2.3 als



Aufbereitung der identifizierten Autoren zur Visualisierung der Forschungslücke und in der Ableitung von Implikationen zum weiterführenden Forschungsbedarf in Abschnitt 3.2.4. Die Strukturierung des Forschungsprozesses enthält Unterkapitel 3.1 als Grundlage für die Ausgestaltung der verwendeten Instrumente zur Erhebung, Auswertung und Aufbereitung empirischer Daten in Unterkapitel 3.4. Die Normierung vorab definierter Analyseeinheiten stellt die Stärke der in der vorliegenden Dissertation verwendeten qualitativen Inhaltsanalyse gegenüber anderen interpretativen Verfahren dar. Die Analyse wird für Außenstehende nachvollziehbar und intersubjektiv überprüfbar [vgl. MAYRING 2015, S. 55], da sie durch vorab festgelegte Interpretationsschritte erfolgt.

Eine Qualitätseinschätzung der interpretativen Ergebnisse qualitativer Forschung muss durch eine *argumentative Interpretationsabsicherung* erkennbar sein, da sie sich im Gegensatz zu quantitativen Untersuchungen nicht wie Rechenoperationen nachrechnen und beweisen lässt. Das Vorverständnis zur Interpretation muss adäquat und in sich schlüssig sein [vgl. MAYRING 2016, S. 145], weswegen die Interpretation des transkribierten Datenmaterials nach MAYRING (2015) erfolgt. Die aufgeführten Interpretationsregeln reduzieren das transkribierte Textmaterial und die enthaltene Informationsmenge durch Herausfilterung relevanter Textstellen [vgl. MAYRING 2015, S. 70f.]. Zusätzlich erfolgt die Interpretation im ersten Vercodungsdurchlauf inhaltlicher Zusammenfassung in Abschnitt 3.4.4 und im zweiten Vercodungsdurchlauf zusammenfassender Inhaltsanalyse in Abschnitt 3.4.5 durch die gleichen drei Codierer. Um eine schlüssige Interpretation ohne Brüche zu erreichen, wird vor Interpretationsbeginn sichergestellt, dass die Codierer ein einheitliches Verständnis des Ausgangsmaterials teilen.

Nach MAYRING (2016) muss qualitative empirische Sozialforschung vorgeplante Analyseschritte modifizieren, um dem Forschungsgegenstand näher zu kommen. Hierbei müssen bestimmte Verfahrensregeln eingehalten werden, was als *Regelgeleitetheit* bezeichnet wird [vgl. MAYRING 2016, S. 145f.]. Die Qualität der Interpretation kann bei OEVERMANN ET AL. (1979) vor allem durch das sequenzielle Vorgehen in einer Forschergruppe abgesichert werden [vgl. MAYRING 2016, S. 146; OEVERMANN ET AL. 1979]. Die in der vorliegenden Dissertation verwendeten Ablaufmodelle inhaltlicher Strukturierung [vgl. MAYRING 2015, S. 98, 104] und zusammenfassender Inhaltsanalyse [vgl. MAYRING 2015, S. 70] dienen ebendieser Zerlegung des Analyseprozesses in einzelne Schritte zur sequenziellen Durcharbeit als Voraussetzung für ein systematisches Vorgehen [vgl. MAYRING 2016, S. 146].

Nach MAYRING (2016) sollten die Forschenden möglichst nah an die Alltagswelt der beforchteten Subjekte anknüpfen und die Informationserhebung in der natürlichen Lebenswelt und deren natürlichem Lebensumfeld einer Datenerhebung unter Laborbedingungen vorziehen [vgl. MAYRING 2016, S. 146]. Zur Erreichung eines möglichst ganzheitlichen Verständnisses generiert die qualitative Sozialforschung maßgeschneidert neue Theorien über soziale Phänomene in alltäglichen Lebenswelten. Analog dieser theoretischen Of-

fenheit wird eine methodische Flexibilität benötigt, um die *Nähe zum Gegenstand* zu erreichen. Der Forschungsprozess durchläuft in mehreren Zyklen die Phasen der Untersuchungsplanung, Datenerhebung und Datenanalyse. Er sollte flexibel an den sich entfaltenden Erkenntnisprozess anpassbar sein, um Irrtümer, Ungenauigkeiten oder Lücken im Verständnis des Gegenstands durch die Forschenden schrittweise zu beheben [vgl. BORTZ UND DÖRING 2006, S. 67f.]. Um die Nähe zum Gegenstand in dieser Dissertation zu erreichen, erfolgt die Informationserhebung in dem natürlichen Lebensumfeld der Beforschten auf dem Werksgelände des befragten Automobilherstellers in den dafür vorgesehenen Räumlichkeiten. Die durchgeführten Pretests der Interviews zur Anpassung des Interviewleitfadens ermöglichen eine Anpassung an den Erkenntnisprozess.

Qualitative empirische Sozialforschung dient als Kommunikation und Kooperation zwischen den Forschenden und den Beforschten. Die Daten werden zumeist im direkten oder medienvermittelten Dialog interaktiv mit den Beforschten erhoben [vgl. BORTZ UND DÖRING 2006, S. 68]. Die Forschungsergebnisse sollten den Beforschten zur Validierung der Gültigkeit vorgelegt und mit ihnen besprochen werden [vgl. MAYRING 2016, S. 147]. Zur Erreichung dieser *kommunikativen Validierung*, dargestellt in Kapitel 6, finden Workshops in jedem befragten Fachbereich der Untersuchungspersonen statt, damit diese die Forschungsergebnisse kritisch betrachten und validieren können. Die unternehmensübergreifende kommunikative Validierung erfolgt über konzerninterne Ergebnispräsentationen, zudem liegen die Forschungsergebnisse im Intranet des befragten OEM allen Interessierten der Marken im Konzern zur Einsicht und Validierung vor. Mit zwei Konzernmarken erfolgen zusätzlich Workshops zur Validierung.

Das sechste Gütekriterium beschreibt die *Triangulation*, um die Qualität der qualitativen Forschung durch die Verbindung mehrerer Analysegänge zu erhöhen [vgl. MAYRING 2016, S. 147; DENZIN 1978]. Triangulation kann auf verschiedenen Ebenen erfolgen, um die Stärken und Schwächen der jeweiligen Analysewege aufzuzeigen und das Ergebnis zu einem kaleidoskopartigen Bild zusammensetzen [vgl. MAYRING 2016, S. 148]. In dieser Dissertation ist es im ersten Schritt der Datenauswertung nicht möglich, alle Fundstellen eindeutig in das deduktive Kategoriensystem inhaltlicher Strukturierung einzuordnen, weswegen zum Ausgleich dieser Schwäche eine Ergänzung der zusammenfassenden Inhaltsanalyse als induktive Vorgehensweise vorgenommen wird. Zudem erfolgt eine Triangulation unterschiedlicher Interpretationen durch die Verwendung von drei Codierern, um eine schlüssige Interpretation ohne Brüche zu ermöglichen. Die Triangulation durch verschiedene Datenquellen findet durch die Verwendung der transkribierten Experteninterviews, ergänzt um von den Experten als relevant eingeschätzte und den Sachverhalt ergänzende Dokumente, statt.

Die Einhaltung forschungsethischer Richtlinien findet ergänzend zu den sechs Gütekriterien qualitativer Forschung nach MAYRING (2016) Berücksichtigung, um den verabschiedeten Ethik-Richtlinien der wissenschaftlichen Fachgesellschaften aller human- und

sozialwissenschaftlichen Disziplinen Rechnung zu tragen. Diese forschungsethischen Richtlinien sind bei empirischen Primärstudien relevant, die Untersuchungsteilnehmende direkt involvieren [vgl. BORTZ UND DÖRING 2006, S. 128-132]. Hierzu zählt die Freiwilligkeit und die Einwilligung, sie wird i. d. R. mündlich oder schriftlich abgegeben [vgl. BORTZ UND DÖRING 2006, S. 124]. Zu beachten ist der Schutz vor Beeinträchtigung und Schädigung der befragten Personen, was nicht nur während, sondern auch nach der Datenerhebung im Zuge der Datenanalyse und Publikation der Daten auftreten kann [vgl. BORTZ UND DÖRING 2006, S. 127f.]. Die Anonymisierung und Vertraulichkeit ist in der Praxis erschwert, da eine komplette Datenanonymisierung schwierig zu erreichen ist, da die Untersuchungspersonen anhand des Rohdatenmaterials identifiziert werden könnten. Folglich muss das Rohdatenmaterial vertraulich behandelt und nur autorisierten Personen zugänglich gemacht werden [vgl. BORTZ UND DÖRING 2006, S. 128]. Eine vollständige Informationsgrundlage der Befragten zum Forschungszweck ist erforderlich, um ethische Verpflichtungen einzuhalten [vgl. FRIEDRICHS 2014, S. 81ff.]. Die Einhaltung der unternehmensinternen Datenschutzrichtlinien des Automobilherstellers, bei dem die leitfadenbasierten Experteninterviews durchgeführt wurden, unterstützt die Einhaltung ethischer Anforderungen zur Datenerhebung und -auswertung. So werden alle Experten in einem Anschreiben darauf hingewiesen, dass eine Teilnahme am Interview, die Tonbandaufzeichnung und die Datenauswertung auf freiwilliger Basis erfolgen, dargestellt in Anhang A6. Diverse Gespräche mit den zuständigen Datenschutzbeauftragten sowie dem Betriebsrat wurden genutzt, um den Hintergrund und das Ziel der Interviews, die Interviewfragen sowie die Datenaufbereitung und Anonymisierung der Befragten zu besprechen. Die Einverständniserklärung der Untersuchungspersonen erfolgte in Absprache in schriftlicher Form, dargestellt in Anhang A5. Die Expertengespräche wurden ausschließlich von der Forscherin geführt, die Transkription des Audiomaterials als Rohmaterialdatengrundlage erfolgte durch die Forscherin mit Unterstützung der in den Codierungsprozess eingeweihten studentischen Hilfskräfte, die ebenfalls über die forschungsethischen Richtlinien und die unternehmensinternen Datenschutzrichtlinien in Kenntnis gesetzt wurden.

Ein besonderer Fokus wird ebenfalls auf die Sicherstellung der Güte im Prozess der Vercodung gelegt. Bei jeder empirischen Erhebung obliegt es den Forschenden sich über die Zuverlässigkeit der Messung der gewählten Instrumente und der Repräsentativität der Messergebnisse zu vergewissern [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 375]. Zur Beurteilung der qualitativen Güte und Aussagekraft der Forschungsergebnisse wird nachfolgend auf den Nachweis der Sicherstellung der Güte im Vercodungsprozess. Grundvoraussetzungen zur Vermeidung von Verzerrungen in der Codierung sind eine präzise Definition inhaltsanalytischer Kategorien und eine präzise Schulung der Verncoder [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 205]. Hierbei ist von den Forschenden sicherzustellen, dass die

Messinstrumente zuverlässig messen, die Messergebnisse gültig und aussagekräftig sind [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 321].

Die Inter-Coder-Reliabilität beschreibt die Übereinstimmung der Verschlüsselung mehrerer Vercoder, wobei hierunter mindestens zwei verschiedene Vercoder verstanden werden [vgl. ATTESLANDER 2010, S. 206; FRÜH 2015, S. 95, 105]. Der Einsatz von verschiedenen Vercodern birgt allerdings Gefahren für die Zuverlässigkeit, da sich Unterschiede der Auffassung, des Sprachgefühls und der subjektiven Einstellung zum Inhalt als ein subjektiv-interpretierender Vorgang auf die Codierung auswirken können. Die Fehlermöglichkeiten werden durch die eindeutige Benennung von Kategorien und die Wahl der passenden Beispiele verringert [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 321]. Während in der quantitativen Inhaltsanalyse zur Beurteilung der Übereinstimmung Koeffizienten zur Ermittlung der Inter-Coder-Reliabilität wie Alpha, Cohens Kappa, Scotts Pi oder ähnliche [vgl. KRIPPENDORFF 2013, S. 244-256] berechnet werden, tendiert die Qualitative Inhaltsanalyse zu einem prozeduralen Vorgehen, das Nicht-Übereinstimmungen durch Diskussion und Entscheidungen im Forschungsteam zu minimieren versucht [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 44]. Vor diesem Hintergrund wird die Inter-Coder-Reliabilität in dieser Dissertation durch ein Forschungsteam bestehend aus drei Codierern gebildet, die in einem prozeduralen Vorgehen durch in Teamarbeit erfolgende Diskussionen und Entscheidungen Nicht-Übereinstimmungen minimieren.

Die Intra-Coder-Reliabilität beschreibt die Übereinstimmung der Verschlüsselung beim gleichen Vercoder zu verschiedenen Zeitpunkten [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 321; ATTESLANDER 2010, S. 206; FRÜH 2015, S. 95, 165]. Bei der Vercodung durch nur einen Vercoder liegt das Problem der Zuverlässigkeit in ähnlichem Ausmaß vor, da nicht sichergestellt werden kann, ob ein anderer Vercoder das gleiche Ergebnis aus der Codierung erhalten würde [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 321]. Den Vercodern bleibt ein doppelter Spielraum dadurch, dass sie einerseits die Abgrenzung der Texteinheiten und andererseits die Codierung der Inhalte durchführen müssen. Dies kann unter Umständen dazu führen, dass ein dem Vercoder und nicht dem jeweiligen Text zuzurechnendes Verhalten bei der Codierung auftritt. Während der Untersuchungsgegenstand und das Ausgangsmaterial durch wiederholtes Analysieren nicht beeinflusst werden, können die erzielten Daten durch nicht vollständig kontrollierte Selektions- und Interpretationskriterien der Vercoder beeinflusst sein [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 376]. Die Möglichkeit der veränderlichen Textdeutung als potenzielle Gefahr für die Gültigkeit inhaltsanalytisch erzielter Ergebnisse resultiert daraus, dass Vercoder im Laufe des Vercodungsprozesses die Textdeutungen ihrem gewonnenen und fortentwickelten Gesamtverständnis der Texte anpassen können. Zuordnungen können gegen Ende des Vercodungsprozesses andere sein als zu Anfang [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 377]. Vor Beginn der Vercodung wird das transkribierte Gesamtmaterial von den drei Vercodern eigenständig und unabhängig voneinander gelesen und unverständliche Textpassagen

und/oder -zeichen gekennzeichnet. Die Klärung unverständlicher Textpassagen und Textzeichen im Team erfolgt nachgelagert, um ein einheitliches Verständnis und Hintergrundwissen der drei Vercoder sicherzustellen. Die Forschende als Vercoder 1 wertet zu verschiedenen Zeitpunkten die Gesamtheit des transkribierten Materials aus und stellt so eine Übereinstimmung der Verschlüsselung im Zeitverlauf sicher. Die detaillierte Ausgestaltung der Vercodung für die inhaltliche Strukturierung ist in Abschnitt 3.4.4 und für die zusammenfassende Inhaltsanalyse in Abschnitt 3.4.5 enthalten.

Die interne Gültigkeit besagt, dass Aussagen entsprechend ihrer tatsächlich gemeinten Bedeutung den richtigen Kategorien zugeordnet werden können [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 321f.]. Die vorliegende Dissertation strebt die Erhöhung der internen Gültigkeit der verwendeten Kategorien durch die im Auswertungsverfahren vorgenommene Verwendung einer Mischform aus der deduktiven und induktiven Kategorienbildung an. Im ersten Schritt werden die Kategorien ohne Berücksichtigung des transkribierten Materials der leitfadenbasierten Expertengespräche erstellt, indem auf die internationale Literaturrecherche zurückgegriffen wird. Nachdem das transkribierte Material vollständig codiert wird, erfolgt im zweiten Codierungsdurchlauf eine induktive Kategorienbildung aus dem Material der verbleibenden Textstellen, die nicht eindeutig in das deduktive Kategoriensystem eingeordnet werden können. Diese Ausgestaltung enthält Abschnitt 3.4.5. Die externe Gültigkeit ist erreicht, wenn die Kategorien zutreffende Schlussfolgerungen auf die Realität außerhalb des transkribierten Materials erlauben [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 321f.]. Die externe Gültigkeit wird sichergestellt, indem eine Anwendbarkeit des ausgearbeiteten Forschungsergebnisses in der unternehmerischen Praxis verschiedener Automobilhersteller mit variierenden Kundensegmenten eines Konzerns sichergestellt wird. Dies wird über diverse Ansätze wie Workshops, Vorträge sowie die Konzeptionierung und Implementierung eines Prototypen in Zusammenarbeit mit der Konzern-IT erreicht und in Kapitel 6 detailliert.

Die Zuordnung der Textabschnitte erfolgt nach dem Kriterium der semantischen Äquivalenz, weswegen sowohl die Deutungsregeln der Vercoder untereinander als auch der Vercoder mit den Deutungen der Textproduzenten übereinstimmen müssen [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 375]. Die Güte der Inhaltsanalyse als gewähltes Auswertungsverfahren kann durch eine präzise Operationalisierung der Kategorien gesichert werden und hängt maßgeblich von der Präzision der semantischen Analyse des zu codierenden Ausgangsmaterials ab [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 375]. Die Abgrenzung semantischer Einheiten kann vereinfacht werden, wenn statt auf Zählheiten auf formale Abgrenzungskriterien für die Zählheit wie Worte, Sätze oder Absätze des Ausgangsmaterials zurückgegriffen wird. So wird die Identifikation einfacher und die Veränderung der Interpretation durch die Vercoder unwahrscheinlicher [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 377].

### 3.4.7 Grafische Modellierung als Datenaufbereitung zur Validierung

Dieser Abschnitt leitet das für die grafische Modellierung verwendete Werkzeug her, um die Forschungsergebnisse aus Kapitel 4 in visualisierter Form in Kapitel 6 validieren zu können. In der Programmplanung und -bewertung werden Arbeitsabläufe dargestellt, die als Geschäftsprozesse und Workflows in der Literatur bezeichnet werden [vgl. SYDOW 2017, S. 46; GADATSCH 2013; KREPLIN 1999]. Geschäftsprozesse beschreiben eine mögliche Umsetzung der vorgeschriebenen Geschäftsstrategie auf fachlich-konzeptioneller Ebene und lassen sich mit skriptorientierten und grafischen sowie datenfluss-, kontrollfluss- und objektorientierten Methoden modellieren. Workflows beziehen sich auf die operative Ebene und können durch einen Mitarbeiter oder ein Computerprogramm durchgeführt werden [vgl. SYDOW 2017, S. 46; GADATSCH 2013, S. 63f.]. Grafische kontrollflussorientierte Methoden sind für logistische Anwendungsfälle geeignet, da der Arbeitsablauf fokussiert und die Kommunikation zwischen Fachbereich und IT erleichtert wird [vgl. SYDOW 2017, S. 46; GADATSCH 2013, S. 87, 102]. Für diese Dissertation findet die grafische Modellierung Anwendung, um aufbauend auf den bestehenden Prozessen der Literatur [vgl. SCHMIDT 2018; SCHUH ET AL. 2012a] Forschungsergebnisse zur Anpassung darzulegen.

Die nach DAVENPORT (1993) definierten Kriterien für grafische Modellierungsansätze beinhalten eine schnelle und einfache Verwendung auf hohem Niveau. Zudem muss es in der Darstellung und Analyse des neuen Prozesses ermöglicht werden, neue und alte Prozesse in denselben Formaten zu vergleichen. Die Darstellung eines deskriptiven und analytischen Prozessmodells ermöglicht ein Verständnis von im Prozess verbrauchten Faktoren wie Zeit, Kosten und anderen Ressourcen. Die Unterstützung der Hinzunahme aufeinanderfolgender Ebenen von Systemen und datenorientierten Details führt zur nahtlosen Anwendung in den Systementwurfs- und/oder Prototypentwicklungsphasen [vgl. DAVENPORT 1993, S. 204]. Die grafische Modellierung zur Datenaufbereitung erfolgt durch *Microsoft Visio®*, da die aufgeführten Kriterien erfüllt werden sowie ein hoher Verbreitungsgrad und eine gute Anpassbarkeit einen wirtschaftlich vertretbaren Rahmen ermöglichen [vgl. SEIDLER 2009, S. 88; BECKER ET AL. 2003, S. 496].








Für die Auswahl der Modellierungsmethode zur Datenaufbereitung der vorliegenden Dissertation dient die Klassifizierung von Modellierungsmethoden nach DELP (2006) als Entscheidungsbasis, die in spezialistenorientierte und in benutzerorientierte Modellierungsmethoden unterteilt ist und der Auswahlentscheidung zur Modellierungsmethode dient. Erstere fokussieren formale Anforderungen wie Mächtigkeit und Operationalisierbarkeit, wohingegen anwenderorientierte Methoden Einfachheit, Verständlichkeit, Anschaulichkeit und Angemessenheit in den Vordergrund stellen [vgl. DELP 2006, S. 56f.]. Die in dieser Dissertation verwendete Modellierungssprache soll besonders die anwenderorientierte und prozessorientierte Sichtweise unterstützen, weswegen die Ereignisgesteuerte Prozesskette als Modellierungsmethode verwendet

wird. Die Klassifizierung von Modellierungsmethoden nach Nutzeranforderungen [vgl. DELP 2006, S. 57] zeigt Anhang A8. Nach STAUD 2006 eignen sich ereignisgesteuerte Prozessketten für die Analyse und Beschreibung von Geschäftsprozessen und finden immer mehr Verwendung in Projekten der Geschäftsprozessoptimierung. Ereignisgesteuerte Prozessketten erfüllen die Forderungen an eine Darstellung des Kontrollflusses, von Nebenläufigkeiten und bedingten Verzweigungen [vgl. STAUD 2006, S. 56, 59]. Die Struktur einer ereignisgesteuerten Prozesskette sollte nicht von den konkreten Ausprägungen der Daten abhängig sein und ein gewisses Maß an Abstraktion beinhalten. Einzelne Prozesszweige sollten eher verdoppelt oder vervielfacht werden, als durch komplexe Konstruktionen die Übersichtlichkeit zu gefährden [vgl. STAUD 2006, S. 239]. Zwei Varianten von ereignisgesteuerten Prozessketten werden unterschieden: die erweiterte ereignisgesteuerte Prozesskette (eEPK) und die einfache ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK). Werden in der grafischen Darstellung nur Ereignisse und Funktionen berücksichtigt und keine Organisationseinheiten und Informationsobjekte, wird von einfachen ereignisgesteuerten Prozessketten gesprochen [vgl. STAUD 2006, S. 80]. Die EPK lässt sich mit einfachen Grafik-Softwareprogrammen wie *Microsoft PowerPoint* oder *Microsoft Visio*® abbilden [vgl. STAUD 2006, S. 321]. Eine Verknüpfung der Symbole und die Festlegung der Reihenfolge erfolgt durch Verbindungen. Von einem Symbol können mehrere unterschiedliche Verbindungen ausgehen [vgl. SCHWAB 2003, S. 74f.]. Dies ermöglicht einen Rückverweis zu einem vorgelagerten Prozess [vgl. SEIDLER 2009, S. 88] oder einer früheren Stelle im Prozess.

Die Symbole in *Microsoft Visio*® bilden die Syntax der Modellierungssprache von EPKs ab. Bei der Modellierung mit EPKs erfolgt primär eine Verknüpfung von Ereignissen und Funktionen. Mit Funktionen werden die im Geschäftsprozess zu leistenden Tätigkeiten erfasst. Funktionen verursachen Ausführungskosten und kennzeichnen einen betriebswirtschaftlichen Vorgang: „Ein Vorgang ist ein zeitverbrauchendes Geschehen, das durch ein Starterereignis ausgelöst und durch ein Endereignis abgeschlossen wird. Einem Vorgang können in Abhängigkeit von Vorgangsergebnissen unterschiedliche Ablaufverzweigungen, auch Rücksprünge, folgen“ [SCHEER 1998, S. 20]. Funktionen werden Organisationseinheiten zugeordnet, die sie ausführen oder für sie verantwortlich sind. Funktionen sind oftmals mit Informationsobjekten verknüpft, beispielsweise einer Stückliste [vgl. KOCH 2015, S. 8]. Ereignisse sind auf einen bestimmten Zeitpunkt bezogen und beschreiben betriebswirtschaftlich relevante Zustände von Informationsobjekten. Nach ÖSTERLE (1995) ist ein Ergebnis ein das Ergebnis eines Ablaufs oder ein Auslöser [vgl. ÖSTERLE 1995, S. 51; STAUD 2006, S. 62]. Jeder Geschäftsprozess beginnt und endet mit einem Ereignis. Ereignisse lösen Funktionen aus und sind deren Ergebnis, wobei das erste Ereignis eines Geschäftsprozesses das Starterereignis und das letzte Ereignis durch das Endereignis gekennzeichnet sind [vgl. STAUD 2006, S. 63, 68]. Im Gegensatz zu Funktionen benötigen Ereignisse weder Zeit noch Ressourcen und sind

keinen Organisationseinheiten oder Informationsobjekten zugeordnet [vgl. KOCH 2015, S. 8]. Drei Operatoren als Konnektoren ermöglichen es in EPK's, mehrere Funktionen parallel auszuführen: das exklusive ODER, das ODER und das UND. Die Operatoren verknüpfen jeweils entweder mehrere Ereignisse oder mehrere Funktionen. Aus der Regel, dass auf Ereignisse Funktionen folgen und umgekehrt, resultiert, dass auf verknüpfte Ereignisse eine Funktion oder mehrere folgen müssen und umgekehrt, sodass jeder Operator auch weiterführen muss. Informationsobjekte werden ebenfalls nur mit Funktionen verbunden und zwar mit denen, für deren Erfüllung sie benötigt werden. Wird also beispielsweise in einer Auftragsabwicklung die Funktion *Rechnungserstellung* angesprochen, benötigt sie das Informationsobjekt *Kundendaten*. Die Verknüpfung wird durch Pfeile dargestellt. Die Flusslinie zeigt den Informationsfluss im Geschäftsprozess. Die Abfolge von Funktionen und Ereignissen definiert den Kontrollfluss einer EPK [vgl. STAUD 2006, S. 66, 80]. Tabelle 3-20 zeigt die Symbole.

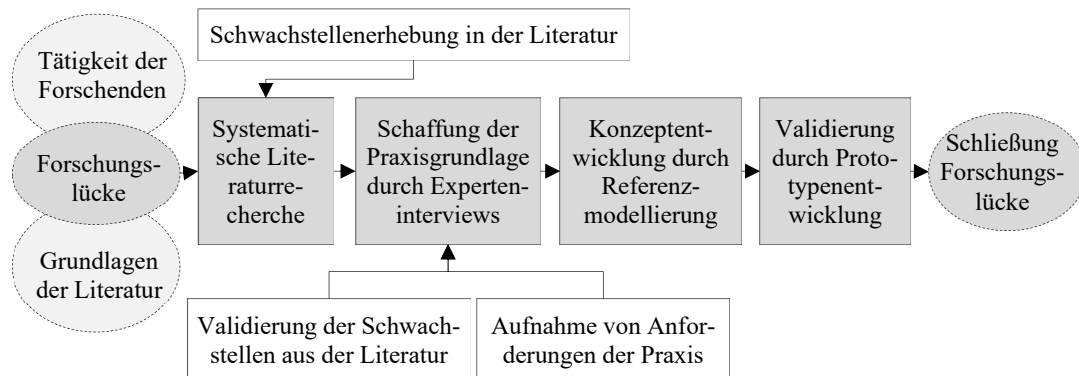
**Tabelle 3-20:** EPK-Symbole [i. A. a. KOCH 2015, S. 52; STAUD 2006, S. 66, 80, 312f.; BAUMGARTNER ET AL. (O.J.), S. 6f.]

Bezeichnung	Symbol	Beschreibung	Bemerkung
Funktion		durch eine Funktion wird an einem Objekt eine Transformation eines bestimmten Inputs zu einem Output durchgeführt.	Funktionen verbrauchen Ressourcen und Zeit. Zur Beschreibung der Funktionen dienen Verben in der Gegenwartsform.
Informationsobjekt		Informationsobjekte geben die bei Funktionen genutzten, veränderten oder erzeugten Informationen an.	Informationsobjekte stellen Dokumente oder sonstige Datenspeicher dar.
Ereignis		Ereignisse sind zeitpunktbezogene Zustände. Das Eintreten eines Ereignisses zieht eine bestimmte Folge nach sich.	jeder Geschäftsprozess beginnt mit einem Start-/Auslöseereignis und endet mit einem End-/Ergebnisereignis. Partizipialkonstruktionen dienen zur Beschreibung der Ereignisse
Verzweigungsstellen als Konnektoren		die 3 verschiedenen logischen Operatoren (auch Konnektoren genannt) ermöglichen es, Verzweigungen zwischen Ereignissen und Funktionen bzw. umgekehrt sowie Zusammenführungen aufzuzeigen.	logischer Operator EXKLUSIVES ODER: Nur einer der folgenden Teilprozesse kann eintreten.
			logischer Operator ODER: Einer, mehrere oder alle folgenden Teilprozesse können eintreten.
			logischer Operator UND: Alle folgenden Teilprozesse müssen eintreten.
Flusslinie		Informationsflussrichtung im Geschäftsprozess	die Elemente der EPK sollten so angeordnet werden, dass der Kontrollfluss weitgehend von oben nach unten verläuft.



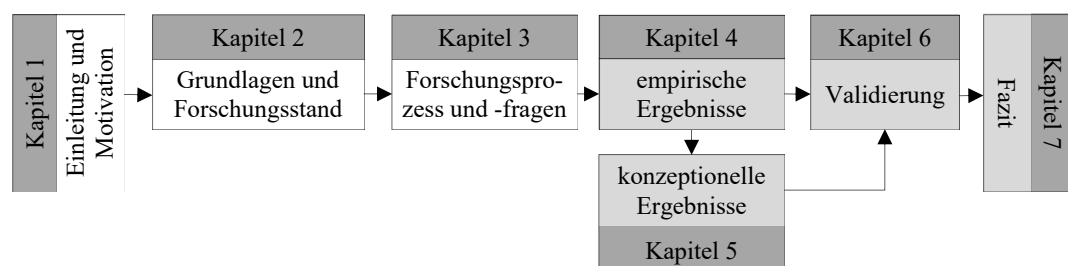
### 3.5 Zusammenfassung: Validierung des Handlungsbedarfs durch die systematische Literaturrecherche und Strukturierung des Forschungsdesigns zur Beantwortung der Forschungsfragen

Zusammengefasst konnte dieses Kapitel den Handlungsbedarf einer prozessualen Neugestaltung zur ereignisorientierten Programmbewertung über die Identifikation von Schwachstellen in der Literatur über die systematische Literaturrecherche nach WEBSTER UND WATSON (2002) und die Ausarbeitung des internationalen Forschungsstandes validieren. Darauf aufbauend dient das entwickelte Forschungsdesign der Schließung des validierten Handlungsbedarfes, indem es zur Beantwortung der drei herausgearbeiteten Forschungsfragen verhilft. Die Beantwortung der Forschungsfragen FF1 und FF2 zu Anforderungen einer ereignisorientierten Programmbewertung enthält das nachfolgend aufgeführte Kapitel 4, wobei dieses Kapitel die Ausgangsbasis zur Ermittlung des Status quo der Wissenschaft und Praxis bildet. Die Forschungsfrage FF3 zur Konzeptentwicklung wird durch iterative Anpassungsschleifen der Aktionsforschung durch eine Referenzmodellierung beantwortet. Die Konzeptvalidierung erfolgt über einen Oberflächenprototypen. Abbildung 3-11 fasst die Einbettung der Forschungsmethoden in das ausgearbeitete Forschungsdesign zusammen.



**Abbildung 3-11:** Einbettung der Forschungsmethoden in das Forschungsdesign

Um dem Leser einen besseren Lesefluss zu ermöglichen zeigt Abbildung 3-12 den Fortschritt der Ausarbeitung im Kontext der Kapitelstruktur dieser Dissertation.



**Abbildung 3-12:** Fortschritt der Ausarbeitung in Kapitel 3



## 4 Forschungsergebnisse aus den Experteninterviews

Die vorangegangenen Kapitel haben zunächst die Grundlagen der automobilen Programmplanung, den Stand der Forschung und die Ableitung des Forschungsdesigns zur Beantwortung der identifizierten Forschungslücke aufgezeigt. Darauf aufbauend enthält dieses Kapitel die Aufbereitung der Forschungsergebnisse aus den durchgeführten Experteninterviews, indem die Auswertung und Aufbereitung des erhobenen und transkribierten Ausgangsmaterials über die Qualitative Inhaltsanalyse als Auswertungsmethode erfolgt. Unterkapitel 4.1 enthält die in der Praxis identifizierten Schwachstellen in der Programmbewertung im mittelfristigen Planungshorizont für variantenreiche Serienprodukte zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage FF1 und stellt diese den aus der Literatur erhobenen Schwachstellen gegenüber. Indem dem Stand der Forschung die in der Praxis über die Experteninterviews identifizierten Anforderungen an eine ereignisorientierte Programmbewertung hinzugefügt werden, beantwortet Unterkapitel 4.2 die Forschungsfrage FF2. Unterkapitel 4.3 stellt die Eingangsgrößen für eine Konzepterstellung ereignisorientierter Programmbewertung vor. Unterkapitel 4.4 fasst das Kapitel zusammen und zeigt den Fortschritt der Ausarbeitung.

Durch die strukturierte Vorgehensweise der Datenerhebung und -auswertung können aus den Experteninterviews über die Qualitative Inhaltsanalyse wertvolle Erkenntnisse zur ereignisorientierten Programmbewertung abgeleitet werden. Die befragten Experten aus dem Fachbereich Beschaffung äußern sich primär zu den Kategorien *Schwachstellen und Anforderungen einer Baubarkeitsanalyse automobiler Produktionsprogramme* (dK7), zu *Hintergrundinformationen zu Lieferanten- und Produktionskapazitäten* (dK9) sowie zu *Maßnahmen kapazitiver Anpassung* (iK14) in der Praxis. Expertenaussagen aus dem Fachbereich Finanz gehen in den Kategorien dK5 zu *monetären Aspekten vertrieblicher Absatzplanung* und in dK8 *Schwachstellen und Anforderungen an eine finanzielle Bewertung automobiler Produktionsprogramme* auf. Die Expertenaussagen des Fachbereichs Logistik zahlen ähnlich der Beschaffung primär in die dK7 Schwachstellen und Anforderungen einer Baubarkeitsanalyse automobiler Produktionsprogramme ein. Außerdem finden sich viele Expertenaussagen in der dK6 zur Produktionsprogrammplanung. Der Fachbereich Vertrieb zählt primär in die Kategorien dK5 und dK6 ein. Tabelle 4-1 zeigt die Verteilung der Expertenaussagen im finalen Kategoriensystem.

**Tabelle 4-1:** Verteilung der Expertenaussagen im finalen Kategoriensystem

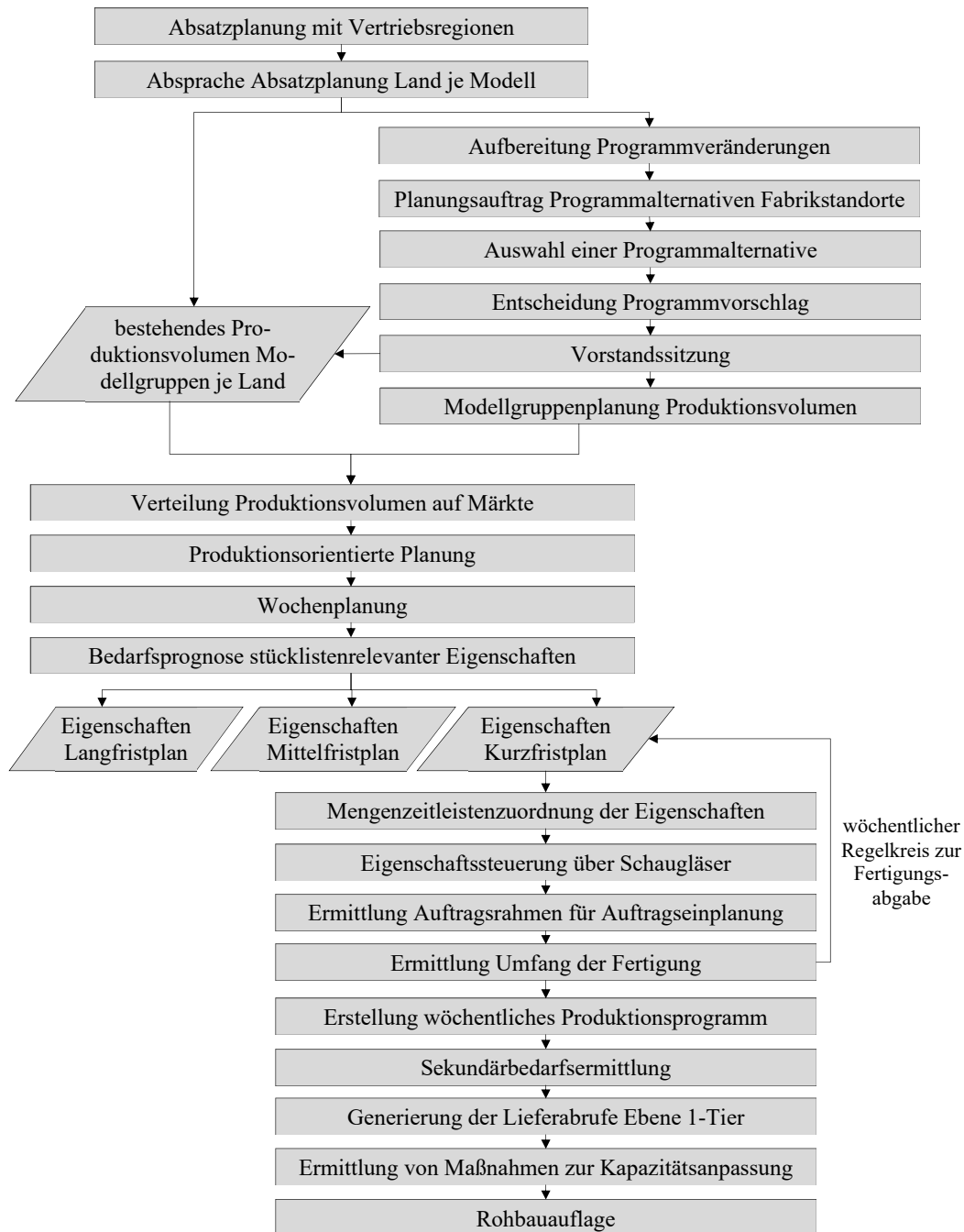
Fachbereich	dK5	dK6	dK7	dK8	dK9	iK14	Summe
Beschaffung	6	11	64	28	72	39	220
Finanz	26	16	3	65	17	1	128
Logistik	3	36	83	20	22	13	177
Vertrieb	30	72	13	6	3	0	124
Summe	65	135	163	119	114	53	649

## 4.1 Schwachstellen automobiler Programmbewertung

Die praxisnahe Erfassung bestehender Schwachstellen bei der automobilen Programmbewertung zur Beantwortung der Forschungsfrage FF1 über die durchgeführten Experteninterviews ist als wertvoll zu betrachten. Die Experteninterviews identifizieren den Ist-Prozess in der Praxis zur Bewertung automobiler Programmveränderungen und dort verortete Schwachstellen erstmalig und ermöglichen folglich einen Abgleich der Prozessschritte zwischen Literatur und Praxis. Zudem ist es möglich, über die Experteninterviews die über die systematische Literaturrecherche in Unterkapitel 3.2 identifizierten Schwachstellen in der Literatur zur automobilen Programmbewertung im mittelfristigen Zeithorizont bestätigen. Indem sie weiterführende Erkenntnisse zu Schwachstellen im Ist-Prozess aus der Praxis eines deutschen Automobilherstellers identifizieren, setzen sie auf den in Unterkapitel 3.2 ausgearbeiteten Erkenntnissen einer automobilen Programmbewertung auf und fügen dem Forschungsstand Inhalte hinzu.

Die Absatzplanung mit den Vertriebsregionen gleicht die Absatzziele mit den aktuellen Bestellbeständen und prognostizierten Absatzpotentialen ab und stößt auf Ebene der Modellplanung je Vertriebsregion eine Neubewertung und bei Bedarf eine Anpassung der bisherigen Absatzplanung an. Diese Programmveränderungen gehen in den monatlich rollierenden Prozess zur Programmbewertung ein. Über sequentielle Gremien wird der Planungsauftrag zur Erstellung verschiedener Programmalternativen für die internen Fabrikstandorte vergeben mit dem Ziel, die wirtschaftlichste Programmalternative auszuwählen, als Programmvorschlag aufzubereiten und dem Vorstand in der Vorstandssitzung vorzustellen. Als Ergebnis kann das neue Produktionsprogramm entweder angenommen oder abgelehnt werden. Im Falle einer Ablehnung wird das bestehende Produktionsvolumen für die länderspezifischen Modellgruppen fortgeschrieben. Nachgelagert erfolgt die Verteilung der Produktionsvolumen auf die einzelnen Märkte, um eine konkrete Länderverteilung abzuleiten und eine produktionsorientierte Planung ermitteln zu können. Im Anschluss kann die Wochenplanung erfolgen, welches die Basis für die Bedarfsprognose stücklistenrelevanter Eigenschaften legt. Nachgelagert erfolgt die Ausplanung der einzelnen Zeithorizonte lang-, mittel- und kurzfristig. Die Langfristplanung fokussiert Zeiträume von bis zu zehn Jahren über absolute Fahrzeugmodelle wohingegen die Mittelfristplanung die Bedarfe für bis zu zwei Jahre auf Ebene der wöchentlichen absoluten Bedarfe für Fahrzeugeigenschaften beschreibt. Die Planung der Eigenschaften im Kurzfristplan erfolgt über einen wöchentlichen Regelkreis zur Fertigungsabgabe. Dieser enthält eine Mengenzeitleistenzuordnung der Eigenschaften und die Eigenschaftsteuerung über Schaugläser zur Ermittlung der Auftragsrahmen für die Auftragseinplanung. Das Ergebnis ist die Ermittlung des Fertigungsumfanges auf Wochenbasis, welches die Eingangsgröße zur Fertigung in der Produktion darstellt. Nachgelagert erfolgt die Sekundärbedarfsermittlung, um aus den bis dato im Ist-Prozess

eingepannten Primärbedarfen Sekundärbedarfe zu ermitteln. Diese sind für die Generierung der Lieferabrufe für die Ebene der 1-Tier Lieferanten notwendig und werden wöchentlich versandt. Nachgelagert ist eine Überprüfung der aufgelassenen Kapazitäten durch die Gegenüberstellung der Sekundärbedarfe und extern aufgelassenen Kapazitäten bei Lieferanten möglich, weswegen erstmalig Maßnahmen zur Kapazitätsanpassung von als unzureichend identifizierten Kapazitäten kommt. Der Ist-Prozess schließt mit der Rohbauaufgabe der eingepannten Fahrzeuge in den Fabrikstandorten. Abbildung 4-1 zeigt den identifizierten Ist-Prozess der Praxis zur Bewertung von Programmveränderungen.



**Abbildung 4-1:** Ist-Prozess der Praxis zur Bewertung von Programmveränderungen

Der über die Experteninterviews erhobene Ist-Prozess der Praxis kommt den in Kapitel 2 dargestellten Geschäftsprozessen der Literatur zur Produktionsprogrammplanung, zum Auftragsmanagement und zur Sekundärbedarfsermittlung nach SCHMIDT (2018) und SCHUH UND STICH (2012) sowie der zusammenfassenden der Gegenüberstellung der einzelnen Prozessschritte aus Tabelle 2-4 sehr nah. Die Sekundärbedarfsermittlung als Schnittpunkt zwischen der mittel- und kurzfristigen Produktionsprogrammplanung ist der Programmfreigabe nachgelagert und unterstützt lediglich die Realisierung des Produktionsprogramms, nicht dessen Steuerung [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 187]. Dies trifft auf die identifizierten Prozesse in der Literatur und den erhobenen Ist-Prozess der Praxis gleichermaßen zu. Folglich ist beim Übergang zwischen Absatz- und Programmplanung a priori keine Berücksichtigung der Lieferketten möglich [vgl. DÖRMER 2013, S. 35], da der Sekundärbedarf nur bei vollständiger Spezifikation der Variante exakt bestimmbar ist. Dies ist im Ist-Prozess der Praxis erst in der kurzfristigen Eigenschaftsplanung nach dem Durchlauf des wöchentlichen Regelkreises zur Erstellung der wöchentlichen Fertigungsunterlage der Fall. Die zentrale Schwachstelle der Prozesse nach SCHMIDT (2018) und SCHUH UND STICH (2012) ist die auftragsanonyme Ressourcengrobplanung, da die kapazitative Prüfung aggregiert und auftragsanonym erfolgt. Diese grobe Kapazitätsprüfung erfolgt im Ist-Prozess der Literatur ebenfalls, da der Planungsauftrag zur Bewertung der Programmveränderungen lediglich hoch aggregierte Programmalternativen der internen Fabrikstandorte ausarbeitet und keine detaillierte Kapazitätsbewertung enthält. Die Identifikation und Initiierung der Anpassungsmaßnahmen für unzureichende Kapazitäten erfolgt im Ist-Prozess der Praxis erst, nachdem die Lieferabrufe an die Lieferanten schon versandt wurden. Dies unterstreicht den kurzfristigen Handlungsspielraum, welcher vor dem Hintergrund einer komplexen und dynamischen Marktentwicklung unzureichend ist.

Die Fragestellung der ersten Forschungsfrage

***FF1. Welche Schwachstellen liegen in der Programmbewertung im mittelfristigen Planungshorizont in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte vor?***

wurde als Interviewfrage mit den Experten sowohl mit dem Fokus auf einer finanziellen als auch auf einer kapazitativen Bewertung diskutiert hinsichtlich:

- Schwachstellen kapazitiver Baubarkeitsanalyse (dK7a)
- Schwachstellen monetärer Programmbewertung (dK8a)

Wegen des semi-strukturierten Charakters der Experteninterviews wurde während der Interviews an unterschiedlichsten Stellen über Schwachstellen automobilprogrammbewertung gesprochen. Durch das gewählte Analyseinstrument zur Datenauswertung und -aufbereitung lassen sich die Schwachstellen in die deduktiven

Unterkategorien dK7a und dK8a einsortieren. Die Verteilung der Expertenaussagen in den Unterkategorien zeigt Tabelle 4-2.

**Tabelle 4-2:** Verteilung der Expertenaussagen in dK7a und dK8a

Fachbereich	dK7a	dK8a	Summe
Beschaffung	31	17	48
Finanz	3	45	48
Logistik	32	11	43
Vertrieb	8	3	11
Summe	74	76	150

Die deduktive Unterkategorie dk7a zu *Schwachstellen der kapazitiven Baubarkeitsanalyse automobiler Produktionsprogramme* wird primär von Experten aussagen aus den Fachbereichen Beschaffung und Logistik geprägt, da diese Fachbereiche zu den Kapazitätsbereitstellern gehören. In der deduktiven Unterkategorie dK8a *Schwachstellen der finanziellen Bewertung automobiler Produktionsprogramme* gehören die häufigsten Expertenaussagen neben dem Fachbereich Finanz zum Fachbereich Beschaffung. Dieser setzt sich primär mit den entstehenden Kosten kapazitiver Anpassung bei Lieferantenkapazitäten auseinander.

#### **Schwachstellen der kapazitiven Baubarkeitsanalyse automobiler Produktionsprogramme (dK7a)**

Die steigende Komplexität durch Variantenvielfalt wird durch die Diversität des Kundenspektrums in unterschiedlichen Ländern und das breite Angebotsspektrum an Fahrzeugmodellen mit vielen Ausstattungsmerkmalen hervorgerufen. Die vom Vertrieb geforderte Variantenvielfalt ist bei einer zutreffenden Bedarfsprognose umsetzbar, bringt die Beschaffung bei einer schlechten Bedarfsprognose allerdings an ihre Grenzen [BB7A12]. Ein Zielkonflikt zwischen Beschaffung und Vertrieb ist die möglichst große Produktvielfalt und -varianz des Vertriebs zur Zufriedenstellung der Endkunden, was im Gegensatz zu dem Bestreben der Beschaffung steht, Varianten zu bündeln, um hohe Stückzahlen und geringe Einkaufspreise zu erzielen [BB11A17]. Zudem ist die Umrechnung von ganzen Fahrzeugen oder Fahrzeugeigenschaften und Teilenummern mit einer steigenden Variantenvielfalt zunehmend komplexer.

Eine ressourcenseitige Umsetzbarkeitsprüfung von Produktionsprogrammänderungen steht konträr zur zeitlichen Kritikalität der Produktionsprogrammfreigabe [BV6A10]. Eine schnelle Prüfung der Programmänderungswünsche in Bezug auf externe Lieferantenkapazitäten und interne Fabrikkapazitäten, Behälterkapazitäten und Herstellteilkapazitäten enthält im Ist-Prozess nicht den Detailgrad auf Teilenummern. Über die gesamte Modellpalette hinweg werden als Folge dessen Umfänge freigegeben, die nicht zwangsweise baubar sind [BL4A3.1].

Die fehlende Bedarfshistorie bei neuen Fahrzeugeigenschaften veranlasst die Beschaffung dazu, trotz fehlender Bedarfsprognosen Kapazitäten auf Teilenummern-ebene aufzulassen [BV10A8]. Eine logische Konsequenz aus der dK5c ist, dass die Beschaffung für gewisse Teileumfänge zu viel Kapazität vorhält, da die Reduzierung angebotener Fahrzeugeigenschaften von den Importeuren nicht an die Beschaffung weitergegeben wird. Als Resultat enthalten die Absatzprognosen defizitäre Eingangsinformationen und Ländersetzungen von Importeuren. Teilweise pflegen die Importeure das Regelwerk mit vertrieblichen Baubarkeitsregeln und -gültigkeiten selber, weswegen es einen Bruch in der durchgängigen Verantwortung zwischen der OEM-Vertriebszentrale und den Importeuren gibt [BL3A6.3].

Es fehlt an Stringenz und Kontinuität in der Informationsaufbereitung [BL4A11]. Zudem existiert historisch gewachsen kein direkter Kommunikationsweg zwischen der Finanz und der Beschaffung [BV6A7.1]. Die ermittelten Bedarfsprognosen decken die Forderungen vom Vertrieb nicht immer ab, weswegen die für die Beschaffung sichtbaren Bedarfsprognosen den geforderten Bedarfen vom Vertrieb widersprechen [BB11A10]. Eine Systematik zur proaktiven Bewertung von Produktionsprogrammänderungen und eine Ableitung von Konsequenzen kann im Vertrieb des Automobilherstellers negativ aufgefasst werden, da sich dieser als Sprachrohr des Kunden sieht und fordert, dass seine Anforderungen umgesetzt werden. Ungeachtet der Konsequenzen für das Unternehmen, da das primäre Vertriebsziel der Absatz möglichst großer Fahrzeugvolumina ist [BL2A6].

### **Schwachstellen der monetären Bewertung automobiler Produktionsprogramme (dK8a)**

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung wird eindimensional durchgeführt, indem die in der Bedarfsprognose enthaltenen Fahrzeugvolumina auf Länder aufgeteilt und finanziell bewertet werden. Kapazitätserweiterungsmaßnahmen bei Lieferantenkapazitäten oder Behältern werden aufgenommen, sofern die Notwendigkeit einer Kapazitätserweiterung bekannt ist. Es erfolgt keine automatisierte Baubarkeitsprüfung auf Eigenschafts- bzw. Teilenummernebene bei internen Anlagen- und Personalkapazitäten in den OEM-Standorten, bei Lieferantenkapazitäten und Behältern.

Eine unzuverlässige Datengrundlage hinsichtlich Transparenz und Qualität macht eine Wirtschaftlichkeitsbewertung auf Eigenschaftsebene unmöglich. Kosteninformationen und interne Personalbedarfe beim Automobilhersteller sind streng vertrauliche Daten, weswegen diese nicht transparent zur Verfügung stehen [BF6A9]. Die Dokumentation historischer Kapazitätsanpassungen und entstehender Kosten ist unzureichend. Daher existiert keine systemunterstützte Datengrundlage bei der Kommunikation veränderter Personalbedarfe wie die Dauer für die Qualifikation neuer Mitarbeiter [BF5A15].

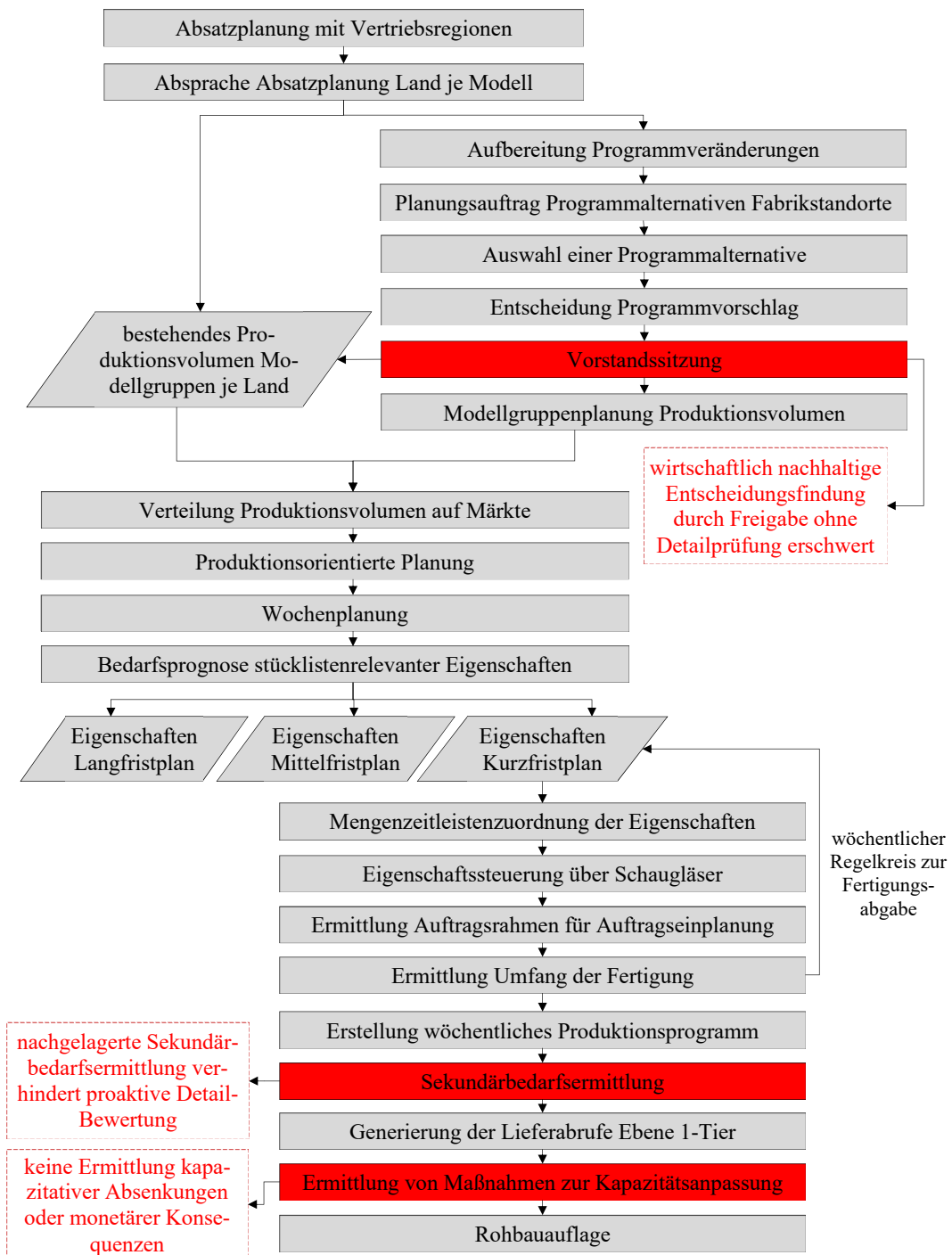
Die länderspezifischen Deckungsbeiträge auf Eigenschaftsebene sind nicht vorhanden, stattdessen wird mit einem Durchschnittswert für Eigenschaften gerechnet, ohne auf die



Länderspezifika einzugehen [BF3A1]. Eine Herausforderung ist der Zielkonflikt zwischen den Fachbereichen Finanz und Vertrieb. Der Vertrieb präferiert Verkaufshilfen zur Absatzvolumensteigerung und die Finanz fokussiert die Wirtschaftlichkeit und die Rendite [BF2A14]. In diesem Zusammenhang werden Informationen über Landesetzungen nicht ausreichend kommuniziert, sodass teilweise sowohl der Vertrieb als auch die Beschaffung keine validen Informationen erhalten [BB4A10.2].

Die Aufwendungen nach Fahrzeugfertigstellung beinhalten Zusatzkosten eines noch nicht an den Endkunden gelieferten Fahrzeugs. Diese entstehen durch Fahrzeugtransporte per LKW oder externe Flächenanmietungen. Außerdem entsteht ein erhöhter Reinigungsaufwand und das Beschädigungsrisiko steigt [BV5A7.2]. Derzeit existieren keine Verfahren zur monetären Bewertung der Kapazitätsanpassungen [BB3A8]. Eine Pauschalisierung von Kostensätzen bei Kapazitätserweiterungsmaßnahmen von Kaufteilen ist nicht möglich, da diese individuell variieren [BB8A4], genauso wie Personalkostensätze: Beim Personalbedarf wird zwischen dem Brutto- und dem Nettopersonalbedarf unterschieden. Der Bruttopersonalbedarf enthält einen Aufschlag für die jährliche Abwesenheit. Für die Kostenbewertung wird stets der Bruttobedarf herangezogen und mit dem Kostensatz je Mitarbeiter je Tag multipliziert [BF5A19]. Die Mehrkosten je Fahrzeug werden als Remanenz bezeichnet und können sowohl bei Volumenreduzierung als auch bei Volumensteigerung auftreten [BF5A8]. Eine Pauschalierung von Kostensätzen bei Kapazitätserweiterungsmaßnahmen von Personalkosten ist nicht möglich, da Fertigungspersonalkosten für Mitarbeiter in verschiedenen Schichtsystemen variieren. Exemplarisch entstehen Schichtzuschläge zwischen 30 bis 45 Prozent in der Dauernachtschicht und führen zu höheren Kosten als ein Einsatz in der Wechselschicht [BF5A20]. Eine Erhöhung der Schichtanzahl auf ein beispielsweise 17-Schichtsystem kann ein rollierendes Schichtsystem erfordern, das zu einem 3-Schichtsystem führt, in dem für jede Schicht eine zusätzliche Pause von 20 Minuten erforderlich wird [BF5A24.2]. Somit muss unterschieden werden, ob ein zusätzliches Fahrzeug im Rahmen des normalen Schichtsystems oder in einer zusätzlichen Schicht gefertigt wird [BF7A20.2]. Zwischen Montag und Freitag gibt es keine Mehrarbeit und somit keine Zahlung von Mehrarbeitszuschlägen. Im Rahmen der Grundvergütung bzw. bis zur 37,5-Stunden-Woche gibt es keine Zuschläge. Erst ab der 40. Wochenstunde fallen 30 Prozent Zuschläge an [BF5A31]. Eine Pauschalierung von Kostensätzen bei Kapazitätsabsenkungen von Personalkosten ist nicht möglich, da weniger Mitarbeiter benötigt werden und ohne Entlassungen Grundgehälter weiterbezahlt werden, weswegen Fahrzeugkosten steigen [BF5A8].

Abbildung 4-2 sortiert die in der Praxis erhobenen Schwachstellen in den Ist-Prozess ein.



**Abbildung 4-2:** Schwachstellen kapazitiver und finanzieller Bewertung

Zusammenfassend ist der Ist-Prozess der Literatur sehr langwierig und, ebenso wie die in der Literatur dargestellten Prozesse, durch einen sequentiellen Durchlauf gekennzeichnet. Beides wird als reaktives Vorgehen der Dynamik der Automobilindustrie nicht mehr gerecht, welche eine proaktive Bewertung auftretender Ereignisse benötigt.

## 4.2 Anforderungen zur automobilen Programmbewertung

Die erstmalige Erhebung von Anforderungen der Praxis an eine automobile Programmbewertung erfolgt durch die bei einem deutschen Automobilhersteller durchgeführten Experteninterviews. So können zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage FF2 dem Stand der Forschung die in Experteninterviews identifizierten Anforderungen an eine ereignisorientierte Programmbewertung hinzugefügt werden. Die Fragestellung der zweiten Forschungsfrage

**FF2. Welche Anforderungen resultieren im mittelfristigen Planungshorizont an eine ereignisorientiert initiierte Programmbewertung in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte?**

wurde als Interviewfrage in Anlehnung an das Vorgehen zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage mit den Experten sowohl mit dem Fokus auf einer finanziellen als auch auf einer kapazitativen Bewertung diskutiert hinsichtlich:

- der Anforderungen an eine Systematik zur kapazitativen Baubarkeitsanalyse automobiler Produktionsprogramme (dK7b)
- der Anforderungen an eine Systematik zur monetären Bewertung automobiler Produktionsprogramme (dK8b)

Wegen des semi-strukturierten Charakters der Experteninterviews wurde während der Interviews an unterschiedlichsten Stellen, nicht nur limitiert auf die Beantwortung der Interviewfragen zu dK7b und dK8b, über Schwachstellen automobiler Programmbewertung gesprochen. Tabelle 4-3 zeigt die Verteilung der Expertenaussagen in den Unterkategorien dK7b und dK8b.

**Tabelle 4-3:** Verteilung der Expertenaussagen in dK7b und dK8b

Fachbereich	dK7b	dK8b	Summe
Beschaffung	33	11	44
Finanz	0	20	20
Logistik	51	9	60
Vertrieb	5	3	8
Summe	89	43	132

Die deduktive Unterkategorie dK7b zu *Anforderungen an eine Systematik zur kapazitativen Baubarkeitsanalyse automobiler Produktionsprogramme* wird primär von Experten aussagen aus den Fachbereiche Logistik und Beschaffung geprägt, da diese Fachbereiche zu den Kapazitätsbereitstellern gehören. In der deduktiven Unterkategorie dK8b *Anforderungen an eine Systematik zur finanziellen Bewertung automobiler Produktionsprogramme* gehören die häufigsten Expertenaussagen neben dem Fachbereich Finanz zum Fachbereich Beschaffung.

### **Anforderungen an eine Systematik zur kapazitiven Baubarkeitsanalyse automobiler Produktionsprogramme (dK7b)**

Die Anforderungen an eine Systematik zur Baubarkeitsanalyse werden von vielen Parametern beeinflusst. Eine Abbildung von Einbauratenverschiebungen und die Ableitung entstehender Konsequenzen sind aus einem zusätzlichen Detailierungsgrad von Einbauratenverschiebungen der Eigenschaften zu Teilenummern abzuleiten [BB11A19]. Eine Systematik zur markeninternen und holistischen Kapazitätsprüfung auf Eigenschafts- und Teilenummernebene muss ebenfalls eine Aussage über die Wirtschaftlichkeit von zu tätigen Investitionen treffen. Das Ziel ist die Schaffung von Transparenz für ein wirtschaftliches und nachhaltiges Handeln hinsichtlich finanzieller Auswirkungen von Produktionsprogrammänderungen [BL2A3]. Diese automatisierte Lösung muss ohne zusätzlichen Personalbedarf oder zusätzlichen personellen Aufwand durchführbar sein [BL3A15.1]. Eine Erweiterung ist eine konzernweite Systematik über das Konzernproduktionsvolumen und die internen Konzernkapazitäten sowie Lieferantenkapazitäten und Behälterkapazitäten, um Kapazitätsverschiebungen zwischen den Marken zu ermöglichen und Synergieeffekte zu nutzen [BL2A2].

Eine Matrix mit Parametern zu Kapazitätserweiterungsschritten wie Umsetzungszeiten und Grenzkapazitäten und -kosten ist für eine Baubarkeitsanalyse wichtig [BL8A6], um proaktiv kapazitative Anpassungsmaßnahmen zugunsten des angeforderten Produktionsprogramms oder der Produktionsprogrammveränderungen anstoßen zu können. Alternativen zu bereits verplanten Fahrzeugeigenschaften müssen dem Vertrieb kommuniziert werden. Bei nicht lieferbaren Umfängen ist es wünschenswert, dass der Vertrieb weitere Ausstattungsmerkmale an die Endkunden weitergibt und den Bedarf zielgerichtet von den nicht lieferbaren Eigenschaften weglenkt [BL2A7.1; BB1A37; BB2A20]. Hierfür ist eine Priorisierung und Benennung von Ausstattungsmerkmalen der Fahrzeugeigenschaften durch Importeure erforderlich, um darzulegen, in welcher Reihenfolge bzw. mit welcher Priorisierung die Ausstattungsmerkmale gezogen werden [BL1A8]. Bei nicht lieferbaren Umfängen ist es wünschenswert, dass der Vertrieb diese genannten Ausstattungsmerkmale an die Endkunden weitergibt und den Bedarf zielgerichtet von den nicht lieferbaren Eigenschaften weglenkt und so die Steuerung der Kundennachfrage zugunsten restriktiver Eigenschaften übernimmt [BB7A11]. Ein Marktplatz für Importeure bzw. Händler ermöglicht den Tausch vorgeplanter Fahrzeugeigenschaften zur Glättung beauftragter Kapazitäten [BB2A22]. Teilweise wird der Bestellbestand dadurch ausgeglichen und ermöglicht eine gleichmäßige und somit wirtschaftliche und stabile Fahrweise der OEM-Produktion [BL1A18.1].

Prozessuale Anforderungen ergeben sich aus den internen Prozessen, der Kommunikation untereinander und der Zusammenarbeit der einzelnen Fachbereiche. Ein iterativer, fachbereichsübergreifender Rückkopplungsprozess ist wünschenswert, um beispielsweise bei Programmveränderungen dem Vertrieb Kapazitätsstände zurückzuspielen,

damit bei vergebenen Kapazitäten andere Ausstattungsmerkmale benannt werden können [BB3A14]. Eine rollierende Überprüfung auf Sinnhaftigkeit externer Lieferantkapazitäten sowie interner Produktionskapazitäten, Herstellteile und Behälterkapazitäten sowie deren Restriktionen muss Beachtung finden [BL4A5.2]. Ein durchgängiger Prozess muss vereinbart, harmonisiert und etabliert werden, um eine durchgängige Datenbasis zur Informationsanalyse und -aufbereitung zu erschaffen [BL3A13.2]. Eine durchgängige und kontinuierliche Füllung der Schaugläser und Programmabgaben zeigt reale Kapazitätsstände zu Eigenschaften [BL3A16.2]. Der Freigabeprozess von Anpassungsmaßnahmen benötigt ein Monitoring [BB5A4.2].

Die Anforderungen an die Daten und Informationen zur Baubarkeitsanalyse sind aus OEM-Sicht wie auch aus Lieferantensicht sehr komplex. Die an den Empfängerkreis angepasste Informationsaufbereitung dient der fachbereichsübergreifenden Verbesserung der internen Kommunikation [BL1A14]. Eine Validierung und Anpassung der Datengrundlage zur Bedarfsermittlung sollte mindestens zum Modelljahreswechsel erfolgen [BL1A17.1]. Es ist zu klären, ob alle Primärbedarfe in Sekundärbedarfe umgerechnet werden müssen oder ob die Umrechnung auf bestimmte Umfängen reduzierbar ist [BL3A10]. Eine Abdeckung der Ausstattungsmerkmale über den Produktlebenszyklus von der Anlaufphase über den Serienlauf in die Auslaufphase ist notwendig [BL2A7.1]. Eine unternehmensübergreifende und automatisierte Informationsweitergabe steigert die Transparenz [BL10/BL6A18].

Für eine vorausschauende Vormaterial- und Personalplanung beim Lieferanten sind die konkreten Abrufzahlen der aktuellen oder folgenden Woche um eine realistische Bedarfsvorschau der kommenden zwei bis sechs Monate zu erweitern [BL7A3]. Die Prognosegenauigkeit spielt bei der Bedarfsermittlung eine entscheidende Rolle, um entsprechende Kapazitäten bei den Lieferanten aufbauen zu können [BL9A9]. Eingangsgrößen zur mittelfristigen Bedarfsermittlung sind das Regelwerk des Vertriebs, die Stückliste, die Landquoten als Verteilung der Produktionsanteile auf die Länder und die länderspezifischen Einbauraten der wichtigsten Ausstattungsmerkmale [BV6A3.2]. Zur Validierung der Bedarfsprognosen müssen Abschätzungen oder Marktanalysen, Marktforschungen und Historiendaten vom Vertrieb herangezogen werden [BB2A26].

Ein Kulturwandel ist erforderlich, um Lieferantenbeziehungen zu verbessern und Informationstransparenz zu ermöglichen. Ein partnerschaftliches Verständnis muss mit den Lieferanten entwickelt und die Kommunikation verbessert werden [BB1A30.2].

#### **Anforderungen an eine Systematik zur monetären Bewertung automobiler Produktionsprogramme (dK8b)**

Bei Veränderungsanfragen wie Mixverschiebung und/oder Volumenverschiebung muss eine proaktive Baubarkeitsanalyse erfolgen, um die Versorgungssicherheit abzuschätzen und nach Möglichkeit Anpassungsmaßnahmen zur Kapazitätsbereitstellung abzuleiten

[BV6A7.2]. In beiden Fällen kann eine Veränderung der Deckungsbeiträge in den Fahrzeugmodelllinien anfallenden Kapazitätserweiterungskosten gegenübergestellt werden und eine Veränderung auf der Umsatzseite und in den Kosten verursachen [BL1A20]. Aus Informationen zu Deckungsbeiträgen je Land wird der durch Produktionsprogrammveränderungen voraussichtlich zu erwirtschaftende Umsatz abgeleitet [BV1A2]. Der Deckungsbeitrag einzelner Eigenschaften ist wichtig, da hochwertiger ausgestattete Fahrzeugproduktlinien einen höheren Deckungsbeitrag durch die Verbauung höherwertiger Ausstattungsmerkmale besitzen [BF3A4].

Dem Umsatz sind entstehende Kosten der Kapazitätserweiterungen gegenüberzustellen. Eine Ableitung und Analyse entstehender Kosten durch Einbauratenverschiebungen zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit beim OEM ist ein Erfolgsfaktor [BL8A7], wobei Durchschnittswerte ausreichend sind [BF5A13]. Um die Fahrzeugmodelllinien im Ergebnisbeitrag richtig darstellen zu können ist eine Umverteilung der Kapazitätserweiterungskosten auf die modellspezifischen Deckungsbeiträge notwendig [BB6A9]. Bei zusätzlich anfallenden Kosten für Kaufteile bei Kapazitätserweiterungen ist eine Kommunikation an den Vertrieb wichtig [BB11A14], um die Notwendigkeit der Kapazitätserweiterung in einen wirtschaftlichen Kontext zu stellen und entsprechend hinterfragen zu können. Allerdings verfügen Ausstattungsmerkmale meistens über einen positiven Deckungsbeitrag, weshalb Investitionen in Kapazitätserweiterungen für Kaufteile tendenziell wirtschaftlich sind [BF6A14]. Kurzfristige Kapazitätsanpassungen sind sehr kostspielig, weshalb eine vorausschauende Planung tendenziell Kosten einsparen kann [BB7A17]. Zudem kann das Eintreten von Fehlinvestitionen durch eine zuverlässige Bedarfsprognose reduziert werden [BB7A8]. Negative Deckungsbeiträge können aus strategischen Gründen akzeptiert werden [BF7A3], wenn dies beispielsweise gesteckte unternehmerische Ziele wie Markteintritte oder die Rückeroberung von Marktanteilen oder die Einhaltung gesetzlicher Regularien erfordern. Zudem können weiche Faktoren wie Kundenzufriedenheit und Wartezeit in die finanzielle Bewertung einfließen [BL10/BL6A22]. Vor dem Hintergrund der großen Variantenvielfalt in der Automobilindustrie ist aus wirtschaftlicher Sicht kontinuierlich zu prüfen, ob nicht lohnende Eigenschaften aus dem Sortiment genommen werden sollten [BB2A29].

Die Preisverhandlungen für Kapazitätsmaßnahmen beim Lieferanten sind sehr zeitintensiv, weswegen Abläufe optimiert werden müssen [BB11A18]. Der Aufbau einer Historiendatenbank ist wünschenswert, um die Vergleichbarkeit von Kapazitätsanpassungsmaßnahmen zwischen Lieferanten im zeitlichen Verlauf bewertbar zu machen [BB10A12]. Zudem ist es anhand der gesammelten historischen Daten möglich, zukünftig anfallende Kosten monetär greifbar zu machen, indem sie als Orientierungsrahmen dienen, bis die real anfallenden Kosten vom Lieferanten kommuniziert werden können. Da eine Pauschalisierung wie bereits erwähnt nicht möglich ist, kann dieser Ansatz nur als Übergangslösung dienen.

### 4.3 Thematischer Hintergrund und Eingangsgrößen

Zur Erhebung weiterführender Eingangsgrößen vor dem skizzierten thematischen Hintergrund wurden die Experten unter anderem mit den folgenden Fragestellungen konfrontiert, um bereichsübergreifende Informationen zu identifizieren:

- die relevanten Aspekte der Absatzplanung (dK5)
- den Ist-Prozess der Produktionsprogrammplanung und -bewertung und der Bedarfsermittlung (dK6)
- die relevanten Hintergrundinformationen zu Kapazitäten (dK9)
- die Maßnahmen der kapazitativen Anpassung in der Praxis (iK14)

Der semi-strukturierte Charakter des Interviewleitfadens führt selten zu einer Eins-zu-eins-Beantwortung, weswegen die einzelnen Bereiche im Verlauf der Gespräche mit variierender Intensität angesprochen und diskutiert wurden.

#### 4.3.1 Aspekte vertrieblicher Absatzplanung

Dieser Abschnitt enthält die Forschungsergebnisse der Kategorie dK5 *Aspekte vertrieblicher Absatzplanung*. Tabelle 4-4 zeigt die Verteilung der 65 Expertenaussagen der vier Fachbereiche des endgültigen Kategoriensystems.

**Tabelle 4-4:** Verteilung der Expertenaussagen in dK5

Fachbereich	dK5a	dK5c	dK5d	dK5e	iK5f	dK5
Beschaffung	1	5	0	0	0	6
Finanz	2	5	3	5	11	26
Logistik	0	1	1	1	0	3
Vertrieb	11	14	2	3	0	30
Summe	14	25	6	9	11	65

Erläutert werden die Unterkategorien dK5a *vertriebliche Preisrechnung*, dK5c *Organisation der Vertriebsnetzwerke und -regionen*, dK5d *Ausstattungsspezifika*, dK5e *Entstehung der Deckungsbeiträge* und iK5f *Verkaufshilfen*.

#### **Bepreisung und Einpreisung (dK5a)**

Die Preisplanung überwacht und aktualisiert kontinuierlich die Bepreisung im Serienlauf für alle Absatzmärkte. Sie plant die Fahrzeuge hinsichtlich Volumina und der wichtigsten Fahrzeugeigenschaften und berücksichtigt zur Vermeidung von Abwanderungen zum Wettbewerb preisliche Obergrenzen. Diese psychologischen Preisgrenzen locken potenzielle Käufer mit einem günstigen Initialpreis für das Basismodell oder durch erhaltene Ehrungen [BV1/BV2A4]. Dieses wirtschaftliche Agieren dient der Deckung der Herstellungskosten, um die Aktionäre zufriedenzustellen und nachhaltig wirtschaftlich am Markt zu agieren [BV1/BV2A1]. In der Preisbildung werden die

Fahrzeuganträge manuell konfiguriert und bearbeitet [BF6A10.1]. Die Internationalisierung der Marke ist schwierig, weswegen die Preise der Fahrzeugeigenschaften vorwiegend für den deutschen Markt aufgestellt sind und keine Länderfaktoren beinhalten [BV1/BV2A2]. 48 Monate vor dem Produktionsstart in der Fabrik erfolgt die initiale Bepreisung und wird mit jedem Meilenstein zum Produktionsstart weiter verfeinert. Der Serienpreis beschreibt die Bepreisung der Fahrzeuge nach Markteintritt. Inflationär kann jährlich ein Aufpreis entstehen, der mit Modellpflegepunkten verrechnet werden kann. Bei kontinuierlichen Nachpreisungen steigt die Gefahr der Kundenabwanderung [BV1/BV2A10].

Bei der Einpreisung von Produktaufwertungen oder einem neuen Fahrzeugmodell gibt es verschiedene Herangehensweisen, wobei die finale Einpreisung bis zu sechs Monate vor dem Produktionsstart anzustreben ist [BV1/BV2A3]. Bei der Einpreisung zum Wettbewerb wird der Kernwettbewerb landesindividuell identifiziert, um einen Wettbewerber als Benchmark zu setzen [BV1/BV2A5]. Nach dem Fahrzeugmodell können Derivate wettbewerbsabgeleitet eingepreist werden. Die Einpreisung erfolgt in jedem Land individuell, wobei das jeweils gültige Steuerrecht sowie anfallende Zölle beachtet werden. Um sich der realen Marktpositionierung im Wettbewerbsvergleich anzunähern, wird das eigene Fahrzeug in ein Verhältnis zum identifizierten Wettbewerber gesetzt. Diese Einpreisung ist komplex, da über Seriensetzungen und Paketierungen sowie einer individuell zu unterstellenden Inflationierung in unbekannter Höhe der Preis eines Fahrzeugs verwischt wird [BV1/BV2A13.1]. Produktaufwertungen werden wie Neueinpreisungen behandelt [BV1/BV2A4]. Die Aufpreis-Methode nimmt das Grundmodell als Basis und erweitert es um höherwertige Fahrzeugeigenschaften, die teilweise vertriebliche oder technologische Zwänge mit sich bringen [BV1/BV2A7]. Die Basis bilden marktorientierte Indizes des Basisfahrzeugs aller Absatzmärkte [BV1/BV2A4]. Die Indexmethode beschreibt den Preisabstand der Wettbewerber zum betrachteten OEM, der mit einer Null im Index bewertet wird. Um Vertriebsstrategien der Wettbewerber abzuleiten, kann die Indexentwicklung im zeitlichen Verlauf aufgestellt werden. Da keine Einbauraten der Wettbewerber bekannt sind, werden interne Einbauraten als Basis veranschlagt. Allerdings können bei einer Modellpflege über Veränderungen in den Seriensetzungen Rabattierungen versteckt werden [BV1/BV2A12]. Die wichtigsten drei Wettbewerber bilden einen Korb und sollten über einen Segmentanteil von mindestens zehn Prozent verfügen. Sondermodelle lassen keine langfristigen Indexverläufe zu, da die Bepreisung nicht repräsentativ ist. Durch die Bereinigung mit einem Bereinigungswert entsteht ein neuer Preisindex [BV1/BV2A6].

Professionelle Einkäufer der Geschäftskunden führen zur Herstellung einer besseren Vergleichbarkeit ebenfalls Bereinigungen durch [BV1/BV2A6]. Großkundenausschreibungen haben ein Lastenheft, an denen sich der OEM orientieren muss. Beispielsweise werden pauschalisierte Kostensätze für Verschleißreparaturen kalkuliert



und fließen in die Bewertung ein. Bei einem inhaltlichen Gleichstand der Fahrzeugleistung und -ausstattung entscheidet eine Preisverhandlung [BV1/BV2A7]. Eine absatzmarktspezifische Plausibilisierung der Bepreisung von Ausstattungsmerkmalen innerhalb einer Ausstattungsgruppe ist relevant [BV1/BV2A8].

Ein konzernweiter Preisvergleich zur Preisharmonisierung ist beispielsweise zur Vorbeugung von Markenverwässerungen ratsam, eine aktive Steuerung verletzt aber das Wettbewerbskartellrecht in Europa [BV1/BV2A13.1]. In Exportländern hat der OEM teilweise keinen direkten Einfluss auf den Endkundenpreis, da dieser vom Importeur der Vertriebsregion bestimmt wird. Der OEM verkauft die Fahrzeuge an den Importeur und dieser weiter an die dahinterstehenden Endkunden. Folglich kann der OEM die Preisbildung beeinflussen, aber nicht vorschreiben, da dies als sogenannte Preisbindung der zweiten Hand rechtlich verboten ist [BV1/BV2A9.2].

Das Transfer-Pricing ist bei Fahrzeugverkäufen und -ankäufen innerhalb eines Unternehmens bzw. eines Konzerns zwischen beispielsweise verschiedenen Markenproduktionsstandorten zu beachten. Eine unkontrollierte Markenpolitik in einer Gruppe würde implizieren, dass die Steuern da gezahlt werden, wo es günstig ist. Daher werden eigenständige Erfolgsrechnungen aufgestellt, um die Margen auszuweisen, die zwischen den Markenproduktionsstandorten erwirtschaftet werden. Diese Margen dürfen einen gewissen Prozentsatz nicht überschreiten, weswegen die Bepreisung der Fahrzeuge im Falle einer Überschreitung angepasst werden muss [BF7A16].

#### **Organisation der Vertriebsnetzwerke und -regionen (dK5c)**

Die Steuerung von Marktzuordnungen bzw. Länderzuteilungen fasst ähnliche Länder oder historisch gewachsene Vertriebsregionen zusammen [BV6A2]. Konzernweit werden verschiedene Vertriebsregionen länderindividuell abgestimmt [BV1/BV2A9.1], wobei sich die Zusammensetzung in regelmäßigen Abständen verändern kann [BF3A7].

In Planungsgesprächen wird das kurz- bis mittelfristige Absatzvolumen der Importeure besprochen [BV7A4]. Bei den Kundengruppen erfolgt eine Zweiteilung in gewerbliche und private Kunden [BV3A3], wobei der OEM Großkundenaufträge direkt verantwortet und separat einplant. Fahrzeuge, die sich nicht an Direkt- oder Großkunden verkaufen lassen, werden mit geringen Margen an Autovermieter verkauft [BV1/BV2A11]. Jeder Importeur kann über seinen Konfigurator sein Fahrzeugangebot individualisieren und so an die vorherrschenden Kundenbedürfnisse anpassen. Jedes Fahrzeug besteht maximal aus 195, in sogenannten Familien zusammengefassten, ähnlichen Fahrzeugeigenschaften. Ausgehend von regionalen Gegebenheiten wird für jedes Land aus jeder Nummernfamilie eine Fahrzeugeigenschaft als Serie festgelegt [BV11A4.1]. Zur Serienausstattung zählen exemplarisch Radios, Reifen, das Gesamtgewicht, Links- oder Rechtslenker, ein Reserverad, eine Typgenehmigung oder ein Typprüfland [BF6A5]. Die Importeure können diese Serienausstattung um zusätzliche Fahrzeugeigenschaften ergänzen und

eigenständig auswählen, welche zusätzlichen Fahrzeugeigenschaften den Kunden in ihrer Vertriebsregion über den Konfigurator angezeigt werden [BF6A3; BV11A9.2]. Diese Länderseriensetzungen der einzelnen Verkaufsregionen liegen jenseits des Hoheitsgebiets des Vertriebs [BB1A34.1]. Eine durch den Importeur im Konfigurator vorgenommene Reduzierung aller im Produktportfolio des Automobilherstellers vorhandenen und baubaren Fahrzeugeigenschaften kann ca. 30 bis 40 Prozent betragen. Diese Reduzierung hängt mit der dahinterstehenden Einplanungskomplexität zusammen, die der Importeur nicht mehr handhaben kann [BV11A11].

#### **Paketierung mehrerer Fahrzeugeigenschaften in Pakete (dK5d)**

Paketierungen von Fahrzeugeigenschaften oder Sondermodelle dienen der Steuerung des Bedarfs, da Endkunden gegenüber dem Einzelwerb der Fahrzeugeigenschaften weniger bezahlen [BL2A8]. Durch Pakete werden die Einbauraten der entsprechenden Eigenschaften erhöht [BF6A6]. Es wird bewertet, welche Kombinationen der Fahrzeugeigenschaften in einem Paket eine Absatz- oder Deckungsbeitragssteigerung durch die Zusammenfassung höherwertiger Eigenschaften ermöglichen [BF6A2.1; BF6A1.1]. Die Pakete können technisch oder vertrieblich bedingt sein [BV11A7].

#### **Deckungsbeitrag (dK5e)**

Fahrzeugeigenschaften verfügen tendenziell über eine positive Marge, weswegen höherwertige Fahrzeugmodelle für den Automobilhersteller lukrativer sind als Grundmodelle [BF6A2.2]. Der Deckungsbeitrag ist von den gewählten Fahrzeugeigenschaften der Fahrzeuge abhängig. Hochwertiger ausgestattete Fahrzeugproduktlinien haben einen höheren Deckungsbeitrag, da die zusätzlich eingebauten Fahrzeugeigenschaften dies begünstigen [BV1A1.1]. Die Deckungsbeiträge der Fahrzeugeigenschaften variieren hierbei nicht zwischen den Ländern [BF6A12]. Allerdings lassen sich sechs thematische Cluster bilden: Klima und Heizung, Räder und Reifen, Sicherheit und Komfort, Interieur, Entertainment sowie Licht und Sicht. Im Status quo wurden einmalig die häufigsten zehn Ausstattungsmerkmale der sechs Cluster mit dem jeweiligen Deckungsbeitrag für alle Fahrzeugtypen erstellt [BF6A11.2]. Der Deckungsbeitrag ist bei Privatkunden deutlich höher als bei Geschäftskunden. Die vier großen Kundengruppen Kurier und Logistik, Bau und Forst, Handwerk und mobile Werkstätten bilden drei Viertel der gewerblichen Kunden [BV3A2]. Negative Deckungsbeiträge können aus strategischen Gründen akzeptabel sein, was in einer finanziellen Bewertung berücksichtigt werden muss [BL1A11.3]. Die Rabattierung für Importeure kann über eine eigenständig festgelegte Ländersetzung erfolgen, da der Importeur von Synergieeffekten durch die hohe Stückzahl der gesetzten Fahrzeugeigenschaft profitiert [BV1A6]. Bei nicht-lieferbaren gesetzten Fahrzeugeigenschaften erwarten die Importeure für bereits vom Endkunden konfigurierte Fahrzeuge Rabatte zur Weitergabe an den Kunden [BB2A21.3].

### Verkaufshilfen (dK5f)

Im Rahmen des Verkaufshilfen-Prozesses bietet der Automobilhersteller verkaufsfördernde Maßnahmen an, um über Preisnachlässe das Absatzvolumen an Fahrzeugen zu steigern [BF2A1]. Zu den Verkaufshilfen gehören beispielsweise Skonti, Volumenrabatte oder Prämien für Lagerfahrzeuge [BF2A9]. Die Vertriebszentrale bewertet die Verkaufshilfen in Anlehnung an die Volumensteuerung nach Regionen und Märkten [BF2A1]. Hierfür ist ein Verkaufshilfen-Budget eingeplant, das für die Produktlinien in verschiedenen Märkten die Raten der Verkaufshilfen festlegt [BF2A12]. Verkaufshilfen werden mit einem Durchschnittswert nach Märkten gemessen und abgesehen vom Heimatmarkt nicht weiter detailliert [BF2A1].

### 4.3.2 Bedarfsermittlung und Produktionsprogrammplanung

Tabelle 4-5 zeigt die Verteilung der Expertenaussagen in dK6 *Bedarfsermittlung und Produktionsprogrammplanung* des endgültigen deduktiven Kategoriensystems als Forschungsergebnisse dieses Abschnitts.

**Tabelle 4-5:** Verteilung der Expertenaussagen in dK6

Fachbereich	dK6a	dK6b	dK6c	dK6d	iK6e	dK6
Beschaffung	2	6	2	1	0	11
Finanz	11	0	1	1	3	16
Logistik	19	12	1	0	4	36
Vertrieb	17	4	22	13	16	72
Summe	49	22	26	15	23	135

Die Unterkategorien lauten dK6a *Produktionsprogrammplanung beim OEM*, dK6b *Bedarfsschwankungen*, dK6c *Kundenanforderungen zur Bedarfsermittlung*, dK6d *Produktkonzeption* und iK6e *Externe Einflüsse auf die Automobilindustrie*.

#### Produktionsprogrammplanung (dK6a)

Einerseits agiert der Vertrieb im Unternehmen als Vertreter der Endkunden, indem er dessen Interessen und Bedürfnisse vertritt, andererseits muss der Vertrieb Gewinne erwirtschaften und wirtschaftlich agieren. In Zusammenarbeit mit den kapazitätsbereitstellenden Fachbereichen Beschaffung und Logistik erfolgt im Rahmen der Produktionsprogrammplanung die Planung eines ökonomischen Mittelwegs. Das Ziel ist die schnelle und agile Bereitstellung einer hohen Varianz an Fahrzeugmodellen und Fahrzeugeigenschaften bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Bedürfnisse nach längeren Vorlaufzeiten oder einer höheren Vorplanungsgüte [BV7A2].

Das Regelwerk wird manuell von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen gepflegt und beinhaltet technologische und vertriebliche Regeln. Hierdurch soll sichergestellt werden,

dass technisch oder vertriebsseitig nicht mögliche Kombinationen für den Endkunden nicht bestellbar sind [BV11A2; BV11A9.1]. Bedarfsveränderungen, die durch Veränderungen am Regelwerk entstanden sind, werden wöchentlich oder zweiwöchentlich aktualisiert. Die enthaltenen Regeln sind über Gültigkeitszeiträume voneinander getrennt. Eine Konsistenzprüfung stellt die Eindeutigkeit und Richtigkeit der Regeln sicher, da sich diese teilweise widersprechen können oder redundant sind. Es gibt über 100.000 Regeln für das Nutzfahrzeugsegment, aufgrund der Komplexität der Fahrzeuge. Eine geringe Variantenvielfalt ermöglicht Synergieeffekte und führt zu günstigen Einkaufs- und Herstellkosten, weswegen solche Fahrzeuge günstig im Markt angeboten werden können. Da den Endkunden im Konfigurator die Fahrzeugmodelle mit ausgewählten Fahrzeugeigenschaften angezeigt werden, ist die Komplexität nicht immer auf den ersten Blick ersichtlich. Nutzfahrzeuge weisen eine höhere Komplexität als PKW auf. Die Komplexität ermittelt sich durch die Fahrzeugmodelle multipliziert mit den dazugehörigen Fahrzeugeigenschaften und dem Regelwerk. [BV11A6].

Die Erstellung von langfristigen Bedarfsprognosen als Planung deckt einen Zeitraum von zehn Jahren ab und stellt Automobilhersteller zunehmend vor Herausforderungen. In den vergangenen Jahren ist ein Anstieg von 200 auf 800 bis 1.000 Fahrzeugmodelle zu verzeichnen. Durch die Möglichkeit einer mit elektronischen Mitteln durchführbaren Konfiguration kann der Kunde genauer festlegen, welche Ausstattungen er wählen möchte, weswegen Importeure zunehmend weg von Standardfahrzeugmodellen und hin zu individuellen, auf Kundenbestellungen basierenden Fahrzeugen wechseln [BV11A2]. Die mittelfristige Bedarfsrechnung entsteht zeitraumbezogen für drei bis 24 Monate [BV11A4.2]. Systeme berechnen den zukünftigen Bedarfsverlauf möglicher Varianten, basierend auf den Mengen einzelner Fahrzeugeigenschaften in unterschiedlichen Märkten, Historiendaten verbauter Fahrzeugeigenschaften und bekannten Kapazitätsrestriktionen [BV11A5.1]. Bedarfsplanungen von Großaufträgen oder Tendergeschäften werden separat geplant, da in einem großen Fahrzeugvolumen identische oder nahezu identische Fahrzeuge beauftragt werden und Verfälschungen in der Historiendatenbank vermieden werden sollen [BV6A11]. Die Einbauraten der Fahrzeugeigenschaften basieren nicht nur auf errechneten Bedarfsprognosen, sondern auch auf taktischen Erwägungen, wenn die Nachfrage von Fahrzeugeigenschaften mit einem starken Deckungsbeitrag erhöht wird [BL3A3]. In der Praxis gibt es viele Schnittstellen, die durch Abteilungs- und Bereichsabgrenzungen entstanden sind. Wöchentlich erfolgt die Abgabe einer weiteren Produktionswoche, was system- oder prozessseitig gar nicht erforderlich ist [BL3A16.1]. So kann es zu einer künstlich um bis zu einer Woche verlangsamten Einplanung kommen, da die Information bis zur Einplanung der Folgeweche nicht weiterverarbeitet wird. Die Planung zum Bedarfs- und Kapazitätsmanagement erfolgt alle zwei Monate und betrachtet Kaufteile, Herstellteile und Fabrikkapazitäten [BV6A3.1; BL3A6.2]. Sie bildet vorhandene Informationen der

Märkte hinsichtlich der Bedarfsentwicklung ab. Systeme berechnen den zukünftigen Bedarfsverlauf möglicher Varianten, basierend auf den Mengen einzelner Fahrzeugeigenschaften in unterschiedlichen Märkten, Historiendaten verbauter Fahrzeugeigenschaften und bekannten Kapazitätsrestriktionen [BV11A5.1].

In der Auftragseinplanung ist der Einplanungsstatus von Eigenschaften im kurzfristigen Horizont für den Vertrieb ersichtlich [BB1A36]. Bei der Einplanung von Kundenaufträgen berücksichtigt der Vertrieb restriktive Fahrzeugeigenschaften sowie die aktuelle Auslastungssituation der Produktion, sofern diese bekannt ist [BF3A1]. Die Theorie sieht vor, dass die Testeinplanungen vom Importeur bzw. vom Händler gemacht werden. Bei der Onlineabwicklung können die Händler die Fahrzeuge einsteuern und prüfen, in welche Fertigungswoche das Fahrzeug fällt. Grundsätzlich wird angestrebt, einen neuen Kundenauftrag in die nächstmögliche Woche des Produktionsvorlaufs einzusteuern. In der Praxis erfolgt die Eingabe der Kundenbestellung ins System erst nach Kauf und Unterschrift, weswegen Lieferzeiten dem Kunden nicht immer transparent kommuniziert werden [BV11A3]. Der Einplanungsstatus von Fahrzeugeigenschaften im kurzfristigen Horizont kann über Schaugläser gesteuert werden, welche nach Füllung durch ihre Deckelung keine weitere Einplanung zulassen [BV6A3.1]. Teilweise werden nicht alle aufgelassenen Kapazitäten abgerufen [BV11A2].

Wenn die Notwendigkeit von Produktionsprogrammveränderungen besteht, kommen die dazugehörigen Gremien im Programmplanungsausschuss-Prozess zusammen, um die Produktionsprogrammveränderungen zu bewerten [BV7A3]. Bei identifizierten Produktionsvolumenveränderungen erstellt der Vertrieb einen Vertriebsantrag zur Anmeldung einer Produktionsprogrammveränderung. Basierend auf der produktionsorientierten Planung entstehen Länderquoten auf Modellgruppenbasis für die Importeure, in denen landesindividuelle Wünsche, das Unternehmensziel sowie die vertrieblichen und technischen Anforderungen der Baubarkeit berücksichtigt werden, um die Produktionsanteile bedarfsgerecht zu verteilen [BV6A1]. Geplante Produktionsprogrammveränderungen müssen im Konzern kommuniziert werden, da sonst das bisherige Programm weiterverwendet wird [BL1A9.1]. Der Prozess wird immer aus Markensicht betrachtet [BF7A15]. Folglich werden Volumen- oder Modellmixverschiebungen ebenfalls primär aus Markensicht betrachtet [BF7A2]. Die Generierung des für den Prozess benötigten Inputs entsteht unter hohem Zeitdruck. Oft entstehen sehr kurzfristige Änderungen, die prozessuale Einhaltung ist teilweise nicht optimal, weswegen sich der Prozess als ein sehr turbulenter Prozess darstellt [BF7A7]. Diese Anpassungen werden zwischen den Tagungsterminen bilateral per E-Mail besprochen und in *Excel*-Dokumenten abgeändert und als Protokolle auf dem Laufwerk abgelegt [BF3A5]. Die Prozessschritte werden im Folgenden erläutert.

Im Prognosegespräch werden Volumenziele und die Auslieferung an Kunden für jede Region und jeden Markt besprochen sowie schwache Märkte identifiziert [BF3A1]. Für

die einzelnen Märkte sind die Bezirksleiter der Vertriebsregionen zuständig, die jeweils mit den Importeuren im Austausch stehen. In regelmäßigen Abständen sprechen die Bezirksleiter mit ihren Importeuren und absolvieren ihre Planung für Fahrzeuge, da die Detailebene von Fahrzeugeigenschaften zu zeitaufwendig ist [BV8/BV9A8]. Importeure müssen größere Mixverschiebungen der zentralen Vertriebssteuerung melden und sind theoretisch befugt, durchgehend Änderungen vorzunehmen [BV6A6]. Im Anschluss werden im Prognosegespräch die Informationen inhaltlich detailliert besprochen, um zu identifizieren, welche Regionen Fahrzeuge an- oder abmelden. Dieser Stand wird für das Sales-Meeting konsolidiert und verabschiedet [BV8/BV9A8].

Das Sales-Meeting dient der marktorientierten Planung [BF10A1]. Es ist hierarchisch auf einer höheren Ebene angesiedelt als das Prognosegespräch und setzt sich typischerweise aus den Bezirksleitern mit Beteiligung des Vertriebsvorstands zusammen [BV8/BV9A8]. Hier erfolgt die vertriebsinterne Konsolidierung und Glättung der Absatzzahlen unter Einhaltung der gesetzten Unternehmensziele [BV7A6]. Es ist ein vertriebsinternes Gremium und tagt einmal im Monat. Das Fahrzeuggesamt volumen wird nicht auf Ebene der länderspezifischen Fahrzeugeigenschaften besprochen [BV7A7; BL1A1]. Bei identifizierten Programmveränderungen erstellt der Vertrieb einen Vertriebsantrag zur Anmeldung einer Produktionsvolumenveränderung hinsichtlich einer Volumenveränderung und/oder einer Volumenverschiebung und/oder einer Modellmixverschiebung [BF3A2] für das aktuelle und kommende Jahr im *Excel*-Format [BF3A5].

Der Pre-Marken-Produktionsprogrammausschuss findet nachgelagert zum Sales-Meeting statt. Die Produktionsprogrammveränderungen im Vertriebsantrag müssen für alle Produktionsstandorte kapazitativ von dem Fachbereich Produktion hinsichtlich interner Anlagen- und Personalkapazitäten geprüft werden. Fahrzeugmix-Effekte können sich nicht nur auf Produktionsprogramme, sondern auch auf Fabrikstandorte auswirken, da gewisse Fahrzeugmodelle nicht an allen Fabrikstandorten produziert werden [BF3A1]. Im Marken-Produktionsprogrammausschuss werden durchschnittliche Ergebnisbeiträge pro Markt als Datengrundlage verwendet, um die Wirtschaftlichkeit des Vertriebsantrags auszuweisen [BF7A9]. Im Anschluss geht der Vertriebsantrag in die Programm-Vorstandssitzung [BF3A13].

In der abschließenden Vorstandssitzung erfolgt eine finale Bewertung des Vertriebsantrags. Das Endergebnis ist entweder eine Verabschiedung des angepassten Vertriebsziels für das laufende Jahr und die daraus resultierende Anforderung an die Produktion sowie die Beschaffung oder eine Beibehaltung des vereinbarten Produktionsprogramms [BV8/BV9A8].

Die Umsetzung von Programmänderungen erfolgt selten im laufenden Programm [BL1A5]. Eine weitere Änderung des geplanten Produktionsprogramms wird durch den Vertrieb erwirkt. Der reguläre Planungszyklus ist im Vorlauf von zwei Monaten in den

vergangenen zwei Jahren auf einen Vorlauf von einem Monat reduziert worden, was von den meisten Mitarbeitern befürwortet wird [BL1A10.1]. Eine Erhöhung auf zwei Monate findet keine Akzeptanz, da dies zu Lasten von Geschwindigkeit und Umsatzpotenzialen geht [BL3A11]. Die Anpassungsbereitschaft bzgl. der Organisations- und Gremienstruktur des Konzerns und der einzelnen Marken ist infrage zu stellen, da historisch gewachsene IT-Landschaften nicht einheitlich und durchgängig aufgebaut sind [BL3A13.3]. Teilweise dauern Systemanpassungen bis zu 15 Jahre [BL3A16.5].

### **Bedarfsschwankungen (dK6b)**

Insbesondere bei Fahrzeugmodellen, die sowohl für Privatkunden als auch Geschäftskunden konzipiert sind, ist eine präzise Planung zukünftiger Bedarfe durch die steigende Variantenvielfalt schwierig. Nachfolgend werden die Gründe für Bedarfsschwankungen aufgeführt. Ländersetzungen durch Importeure [BB1A34.2] oder Großaufträge [BL1A3.2] oder falsch abgeschätzte Marktentwicklungen hängen von der wirtschaftlichen Situation des jeweiligen Landes ab und sind aufgrund ihrer Volatilität und teilweise fehlenden Historiendaten schwer abzuschätzen [BL2A13]. Eine Verwirbelung der Bedarfe kann durch Fahrzeugänderungen und Modellpflegen entstehen, da Neuteile fokussiert und Serienumfänge oftmals vergessen werden [BB4A11]. Saisonale Effekte können Bedarfsschwankungen sowohl bei Fahrzeugeigenschaften als auch bei -modellen hervorrufen [BV5A1.1; BL4A6.2]. Da Fahrzeugvolumina in der Serienphase höher als in der Anlauf- oder der Auslaufphase sind, kommt es zu variierenden Fahrzeugvolumina und -eigenschaften entlang des PLZ [BB4A2; BV1A1.2]. Hohe Einbauraten bei hochwertigen Fahrzeugeigenschaften treten in der ersten Hälfte des PLZ auf, danach folgen einfachere Fahrzeuge [BL8A10]. Politische und technologische Trends haben einen großen Einfluss auf die Automobilindustrie. Es fällt zunehmend schwerer, den Bedarf an elektrifizierten oder teilelektrifizierten Fahrzeugmodellen vorzuplanen [BL2A12.1]. Gesellschaftliche Trends sind undurchsichtig und von politischen Entscheidungen abhängig und können zu volatilen und schwer prognostizierbaren Bedarfen führen [BL1A16]. Fehlende oder veränderte gesetzliche und politische Rahmenbedingungen verursachen eine Unsicherheit am Markt, die in volatilen und schwer prognostizierbaren Bedarfsschwankungen [BL1A27] oder Verschiebungen geplanter Einsatztermine resultiert [BL7A5.3]. Die Zielerfüllung des Vertriebs kann durch eine Einbauratenverschiebung zwischen Bedarfsprognose und tatsächlichem Bedarf erreicht werden, indem der bekannte Bedarf am Jahresanfang künstlich zurückgehalten wird [BB1A33.1]. Fehlerhafte Prognosen zu Ersatzteillieferungen können ebenfalls zu einer Unterversorgung führen, da Ersatzteillieferungen vorrangig vor der Produktion neuer Fahrzeuge priorisiert werden [BB9A6]. Die Variantenvielfalt [BV11A8.2.1] und Veränderungen der Gültigkeitszeiträume der Regeln im Regelwerk [BV11A5.2] erschweren eine präzise Bedarfsplanung.

### **Produktkonzeption (dK6d)**

Lastenhefte oder Einbauraten, technische Konzeptbeschreibungen und technische Produktbeschreibungen sind klassische Entwicklungsdokumente, die zur Fahrzeugentwicklung benötigt werden. Zielkonflikte entstehen nach SCHMIDT (2018) nachgelagert, da die Absatzvolumenplanung langfristig aus Kunden- und Marktsicht geplant, jedoch Kapazitäten vernachlässigt werden [NTEBP].

### **Externe Markteinflüsse und Veränderungen (iK6e)**

In der Automobilindustrie findet eine Verlagerung der Verhandlungsmacht vom OEM zum Endkunden statt [BV4A6], weswegen das Verständnis und die Erfüllung der Kundenanforderungen entscheidende Wettbewerbsfaktoren darstellen [BV4A8]. Kundenerwartungen steigen hinsichtlich der Individualisierung und OEMs müssen sich dem daraus resultierendem Individualisierungsdruck stellen [BV4A1]. Diese Anforderungen sind besonders bei Geschäftskunden zu erkennen, da die Nutzfahrzeugwelt durch spezifische Individualisierungsanforderungen komplexer als die Privatkundenwelt ist [BV4A4/BV5A4.1]. In diesem Segment sind Kriterien wie Robustheit und Zuverlässigkeit relevanter [BV5A4.1] und werden um geschäftsfeldspezifische Anforderungen erweitert [BV11A1.1]. Endkunden verlangen in den kommenden Jahren zunehmend individuelle und situativ anpassbare Mobilitätslösungen [BV4A3], die nach Produktionsschluss Veränderungen zulassen müssen [BV4A11]. Im gleichen Zug müssen Automobilhersteller flexibler als in der Vergangenheit auf kurzfristig eintretende Marktveränderungen reagieren und Vorlaufzeiten für die Abbildung und Umsetzung eines Produktionsprogramms reduzieren. Um wirtschaftliche Fahrzeuge zu produzieren, können Automobilhersteller miteinander kooperieren, um eine durch Individualisierung auftretende Limitierung des Fahrzeugvolumens auszugleichen und weiterhin Skaleneffekte zu erreichen [BV3A15]. Das Geschäftsmodell und etablierte Geschäftsprozesse der Automobilhersteller sind auf diesen Wandel derzeit nicht ausgelegt [BV4A2].

Die Messung der Kundenzufriedenheit erfolgt über Studien, indem Käufer befragt werden, warum sie sich für ihr Fahrzeug entschieden haben [BV8/BV9A1], wobei sich Einschränkungen aufgrund des Datenschutzes ergeben [BV7A8.1]. Um bei einer verspäteten Auslieferung nicht haftbar gemacht werden zu können, agieren Automobilhersteller mit unverbindlichen Lieferterminen [BL10/BL6A21.1]. Eine Verzögerung des Auslieferungszeitpunkts bedeutet bei Privatpersonen einen Einschnitt in die Mobilität. Allerdings kann in solchen Fällen zumeist auf alternative Mobilitätsangebote wie Ersatzfahrzeuge, Bahn oder Taxi umgestiegen werden [BV7A10]. Eine besonders hohe Sensitivität existiert bei Geschäftskunden, da diese ihre Fahrzeuge für ihre Kundenbesuche verwenden und jeder eingeplante Tag ohne Fahrzeug einen Umsatzverlust verursacht [BV5A6]. Zusätzlich haben sie ihren eigenen Kunden im



Rahmen ihrer jeweiligen Leistungserbringung eine Verantwortung gegenüber, weswegen sich ein Fahrzeugausfall schädigend auf das Image auswirkt [BV7A9]. Ersatzfahrzeuge sind eher im Privatkundengeschäft umsetzbar, da im Geschäftskundenumfeld häufig Sondereinbauten im Fahrzeug installiert sind [BV5A7.1]. Einige Werksangehörige leasen ihre Fahrzeuge, was dazu führt, dass eine Terminierung des Neufahrzeugs ohne einen Fahrzeugausfall erfolgt [BV5A6]. Besonders bei Leasingangeboten, hinter denen externe Kunden stehen, riskieren Händler keinen Auslauf der Leasingfahrzeuge ohne eine Bereitstellung des Neufahrzeugs, weswegen sie i. d. R. Pufferzeiten einplanen [BV5A6]. Die Zahlungsbereitschaft der Kunden spielt bei Budget-Limitierungen eine übergeordnete Rolle [BV1/BV2A15]. Auch das Markenimage ist ein wichtiger Bestandteil als weicher Faktor und kann zu einer höheren Toleranz hinsichtlich Wartezeiten oder Reparaturen führen [BB8A10].

Hinzu kommt das Thema Umweltfreundlichkeit, was von den Endkunden sowie der Politik zunehmend gefordert wird und unter anderem mit der Einhaltung von CO<sub>2</sub>-Werten einhergeht. Jedes Fahrzeugmodell besitzt einen unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Wert, der sich aus den verbauten Fahrzeugeigenschaften ergibt [BV1/BV2A16]. Der CO<sub>2</sub>-Wert ist ein Wettbewerbsfaktor. Eine CO<sub>2</sub>-Reduktion ist daher Ziel des OEM, um hohe Strafzahlungen bei Überschreitung einer Grenze zu vermeiden [BF6A8 und BV10A2]. Gesetzesänderungen können zu Fahrverboten führen und die Nachfrage von betreffenden Produkten verringern [BV10A1]. Neue und emissionsarme Technologien sollen hierbei die Umsetzbarkeit von niedrigeren CO<sub>2</sub>-Werten voranbringen [BV10A7]. Die zunehmende Urbanisierung erfordert alternative Mobilitätskonzepte [BV4A7]. Des Weiteren ist auf Handelsbarrieren und Protektionismus einiger Länder zu achten [BL2A14]. Pro Land ist eine gesetzliche Freigabe zum Fahrzeugverkauf erforderlich [BV1/BV2A1; BF6A1.3]. Diese Besteuerungen können Einfuhren in andere Länder erschweren oder unwirtschaftlich machen [BV7A11].

Branchenfremde Wettbewerber können auf der grünen Wiese ihre IT-Infrastruktur neu aufsetzen [BV4A9]. Dies ist ein Vorteil gegenüber historisch gewachsenen Software-Lösungen klassischer OEMs, die teilweise Insellösungen darstellen. Die steigende Anzahl von Technologien im Fahrzeug betrifft die Leistungskraft und kann über Software-Updates angepasst werden. Die Nutzlast ist karosserieabhängig und an physikalische Gegebenheiten gebunden, also nicht über Softwareanpassungen veränderbar [BV4A5].

### 4.3.3 Informationen zu internen und externen Kapazitäten

Die Forschungsergebnisse der Kategorien dK9 zu Hintergrundinformationen der unternehmerischen Praxis zu externen Lieferantenkapazitäten bei Kaufteilen und internen Produktionskapazitäten werden im Folgenden erläutert. Tabelle 4-6 zeigt die Verteilung der 114 Expertenaussagen der Fachbereiche Beschaffung, Finanz, Logistik und Vertrieb.

**Tabelle 4-6:** Verteilung der Expertenaussagen in dK9

Fachbereich	dK9a	dK9b	iK9e	iK9g	dK9
Beschaffung	36	23	9	4	72
Finanz	1	0	0	16	17
Logistik	4	8	5	5	22
Vertrieb	2	0	1	0	3
Summe	43	31	15	25	114

Die Unterkategorien lauten dK9a *Lieferantenauswahl und -verhandlungen zu Kaufteilen*, dK9b *Abweichung festgelegter Liefermengen bei Kaufteilen*, iK9e *Gründe für eine Unterversorgung bei Kaufteilen* und iK9g *Kapazitätsmanagement bei OEM-Fabrik- und Behälterkapazitäten*.

#### **Lieferantenauswahl und -verhandlungen zu Kaufteilen (dK9a)**

Bei der Auswahl und Bewertung von Lieferanten werden erfahrene und in der Automobilindustrie etablierte Lieferanten bevorzugt, weswegen neue Lieferanten selten ins Spiel kommen [BB7A9]. Lieferantenbewertungen finden einmalig vor der Nominierung statt und werden nicht wiederholt, außer der Lieferant hat Lieferschwierigkeiten aufgrund von zu geringen Volumina oder mangelhafter Qualität. Die Komplexität bei der Lieferantenbewertung ist in der Praxis oftmals hinderlich, weswegen eine Fokussierung auf relevante Kontrollpunkte sinnvoller erscheint [BB4A12]. Exemplarische Kontrollwerte sind der Preis, die Liefertreue, der Lieferweg und die Lieferfähigkeit, um das Kundenfahrzeug termingerecht in geordneter Qualität wirtschaftlich fertigstellen zu können [BB7A9]. Eine Machtverschiebung bei Preisverhandlungen ist bemerkbar [BB3A4]. Misstrauen gegenüber den Lieferanten ist nicht vorhanden, allerdings treten illegale Vorfälle auf. Eine nicht gemeldete Fremdvergabe des Lieferanten an einen Unterlieferanten ist teilweise illegal und dient dem Lieferanten dazu, die zusätzlich entstehende Marge bei Fremdvergabe durch Kosteneinsparungen einzustreichen [BB2A18]. Lieferanten berichten allerdings zumeist transparent über Probleme bei ihren Unterlieferanten [BB11A13].

Die Perspektive der Auftragsrelevanz kann zwischen dem Automobilhersteller und dem Lieferanten variieren. So kann ein für den Automobilhersteller kleines Abnahmevolumen ein gesamtes Jahresvolumen des Lieferanten darstellen oder in der Masse restlicher

Kundenaufträge untergehen [BB4A13]. Die Relevanz der Aufträge des Automobilherstellers für den Lieferanten ist durch eine unzureichende Informationsgrundlage und -nutzung wie Maschinenauslastung, Anlageneffektivität oder Fremdvergabevolumen schwer ermittelbar [BB3A16].

Vertraglich ist eine Flexibilität bei Kaufteilen festgesetzt, die ausgehend von der Normalkapazität in Höhe von 15 Prozent hinsichtlich Kapazitätserweiterungen und Kapazitätsabsenkungen variiert [BV1A3]. Bei Umfängen ohne Historiendaten sollte die ausgehandelte Flexibilität von 15 Prozent beibehalten werden, da die Nachfrage am Markt schwer prognostizierbar ist [BB1A24]. Flexibilität kostet Geld, da Lieferanten ihre Fabrik auslasten müssen und für den Automobilhersteller vorgehaltene Kapazitäten nicht fremdvergeben werden können, weswegen das Spannungsfeld zwischen zu geringer und zu hoher Flexibilität sensibel ist [BL10/BL6A14].

Eine Standortverlagerung des Lieferanten ist anzeigepflichtig und muss der Beschaffung des Automobilherstellers mitgeteilt werden. Der OEM gibt Standortverlagerungen frei, indem die Qualitätssicherung die Werkzeugverlagerung und die Bemusterung der produzierten Umfänge der neu gebauten Produktionslinie überwacht. Vorläufe müssen gefahren werden, damit die Versorgungssicherheit gewährleistet ist. Bis die Freigabe erteilt ist, darf die Produktion über die alte freigegebene Produktionslinie nicht eingestellt werden [BB9A8]. Der Automobilhersteller benötigt Informationen über die Vorlieferanten, sofern diese in einem Risikogebiet angesiedelt sind oder es zu politischen Streikaktionen kommt, um Lieferwege absichern zu können [BL7A4.1].

Die Verhandlungen bei Lieferantenkapazitäten finden normalerweise nicht über ein Single-Sourcing statt, was zu teureren Einzelstückpreisen führt als bei größeren Abnahmemengen bei nur einem Lieferanten [BV1A4.2]. Das zweijährlich stattfindende Global-Sourcing überprüft bestehende Lieferantenverträge hinsichtlich verhandelter Mengen und Konditionen und nimmt Bedarfsanpassungen vor [BB1A3]. Bei Neuverhandlungen zur Kapazitätsanpassung in einem bestehenden Vertrag werden kapazitative Vertragsanpassungen vorgenommen [BB2A3]. Bei bestehenden Lieferantenkapazitäten sind die Verhandlungen mit den Lieferanten vorgelagert, in denen die Kapazitätsmengen definiert werden, die der Lieferant dem Automobilhersteller nominiert [BB2A1]. Das Kapazitätsmanagement gleicht mit der Fabrikplanung kontinuierlich Stückzahlen ab und beauftragt Kapazitätsanpassungen. Wenn Kapazitätsgrenzen auftreten, fordert der Einkäufer den Lieferanten zu einem Kapazitätsangebot auf, das verhandelt wird [BB8A3]. Der Automobilhersteller muss Kapazitätserweiterungen bei Kaufteilen bezahlen [BB5A6.2] Er fragt jede Kapazitätserweiterung manuell beim Lieferanten ab, um Richtpreise zu erhalten [BB7A16]. Wenn der Lieferant den Mehrbedarf mit Sondermaßnahmen abdecken kann, werden die anfallenden Kosten geprüft, Alternativen ausgearbeitet und die Preisverhandlungen geführt [BB1A12]. Die Informationen vom Lieferanten in dem gleichen Detailgrad zu erhalten ist schwierig, da

nicht alle Lieferanten Transparenz zeigen und ihre Margen offenlegen wollen. Ein Cost-Break-Down für Kapazitätserweiterungen bleibt zunehmend, gerade bei größeren Lieferanten, aus [BB2A12]. Vorhandene Cost-Break-Downs werden allerdings nicht vernünftig protokolliert und gepflegt, weswegen die Datenbasis unzureichend ist [BB3A2]. Fertigungs- oder Produktionsbesichtigungen dienen zur Aufnahme weiterer technischer Informationen [BB3A3]. Bei Neuverhandlungen zu nicht bestehenden Verträgen schreibt der Automobilhersteller die gewünschten Kapazitäten aus [BB2A2]. Diese Art der Kapazitätssteigerung verläuft bei Neuverhandlungen oder neuen Ausschreibungen problemlos [BB2A7]. Hierbei werden Quervergleiche zu anderen Lieferanten angestellt oder Historiendaten gezogen. Wertgrenzen entscheiden über die Prüfungsschritte verschiedener Freigabestufen [BB2A13.2; BB4A3.2].

In einem Engpassfall bei Lieferantenkapazitäten wird die Versorgungssicherheit des Automobilherstellers gefährdet [BB9A5]. Im Fall eines Bandstillstands können Kosten in Höhe von mehreren hunderttausend Euro anfallen, weswegen der Automobilhersteller in solchen Fällen ein besonderes Engagement der betroffenen Lieferanten voraussetzt. Kosten zur Erstellung der fehlenden Umfänge spielen keine Rolle, da anfallende Kosten geringer als entstehende Kosten eines Bandausfalls sind [BB9A2]. Bei personeller Teileerstellung ist die Personalbeschaffung bei Zusatzschichten schwierig, da sie auf freiwilliger Basis verläuft und die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen entsprechend motiviert werden müssen [BB9A5]. Die Beschaffung, Installation und Bezahlung von für die Kapazitätsbereitstellung benötigten Werkzeugen beim Lieferanten übernimmt teilweise der Automobilhersteller [BL7A4.2]. Bei einem Serienauslauf kommunizieren Lieferanten ihre Lagerbestände, um potenzielle Verschrottungskosten durch Lagerbestände als Resultat einer übermäßigen Vorproduktion zu vermeiden. Dem Lieferanten gegenüber wird vom OEM ein Lieferabruf kommuniziert, indem die wöchentliche Liefermenge kommuniziert wird [BL10/BL6A17].

#### **Abweichung festgelegter Liefermengen bei Kaufteilen (dK9b)**

Eine Nichtabnahme vertraglicher Abnahmemengen durch den Automobilhersteller kann in der Praxis auftreten und bedeutet eine Unterfahung von bis zu 15 Prozent der vertraglich vereinbarten Kapazitäten und ist das tägliche Kapazitätsgeschäft der Beschaffung. Eine Clusterung der Teileumfänge ist sinnhaft, um die pro Teil individuell benötigte Flexibilität bei den Lieferantenkapazitäten in den Verträgen mit den Lieferanten individuell festzulegen [BL2A10]. Diese Unterfahrungen und Kapazitätsreduzierungen treten hauptsächlich in globalen Krisenzeiten, wie etwa bei der Wirtschaftskrise 2008 und 2009 auf [BL10/BL6A3]. Kapazitätsreduzierungen können Zusatzkosten verursachen, da Skaleneffekte wegfallen und sie nicht den errechneten Deckungsbeitrag durch eine geringere Stückzahl erreichen. Die Kapazitätsabsenkung wird nicht aktiv beauftragt, sondern durch Kapazitätsumverteilungen gehandhabt und kann zu einer Unterfahung des Lieferanten führen. Zur Vermeidung von Strafzahlungen und zur Erreichung einer

Nivellierung der Abnahmemengen werden die Forderungen des Lieferanten, wenn möglich in Folgeaufträge desselben Fahrzeugmodells der Fahrzeugmodellpalette, über verschiedene Varianten von Bauteilumfängen eines Fahrzeugmodells oder Aufträge anderer Fahrzeugmodelle integriert und vermengt [BB2A5]. Sonderforderungen sitzt der OEM häufig aus oder droht mit Fremdvergabe zukünftiger Aufträge [BB9A4]. Die Mindestabnahmemenge dient der Sicherstellung des wirtschaftlichen Arbeitens beim Lieferanten [BL10/BL6A6]. Der Automobilhersteller muss besonders bei kleinen Lieferanten oder fehlenden Auswechllieferanten eine Mindestabnahmemenge einhalten, um die Fixkosten und die variablen Kosten abzudecken, damit der Lieferant weiterhin wirtschaftlich fertigen kann und keine Insolvenz anmeldet [BL10/BL6A5]. Eine beständige und gleichmäßige Bedarfsvorschau kann Schwankungen reduzieren, die personelle oder monetäre Konsequenzen zur Folge haben [BL10/BL6A6].

Eine Mehrabnahme vertraglicher Abnahmemengen durch den Automobilhersteller kann in der Praxis auftreten und bedeutet eine Überführung von bis zu 15 Prozent der vertraglich vereinbarten Kapazitäten [BB2A6]. Wenn die OEM-Bedarfe steigen, treten anfallende Kosten wegen einer Kapazitätserweiterung der vertraglich vereinbarten Kapazität bei einer gleichzeitigen Reduktion des Fixkostenanteils in der Fertigung beim Lieferanten auf [BB2A9.1]. Stückzahlerhöhungen vom Automobilhersteller können beim Lieferanten positive Effekte verursachen. Exemplarisch können durch eine Umverteilung der Fixkosten und eine Reduktion der Rüstkosten gesteigerte Synergieeffekte und eine optimalere Fertigung durch größere Losgrößen auftreten [BB2A9.1]. Diese positiven Effekte werden vom OEM proaktiv nicht als Preisnachlass eingefordert und auch nicht nachverfolgt. Allerdings verpflichtet sich der Lieferant zu Preisreduzierungen über die Laufzeit durch Prozessoptimierungen [BB3A18]. Wenn der Lieferant den Mehrbedarf ohne Sondermaßnahmen abdecken kann, werden vom OEM Teilpreisreduzierungen angefragt, da der Lieferant Fixkosten auf die gestiegenen Abnahmemengen umverteilen kann [BB1A11]. Stückzahlerhöhungen vom Automobilhersteller können beim Lieferanten Kosten verursachen. Nachträgliche Umstrukturierungen der Fabrik beim Lieferanten sind die teuersten Kapazitätserweiterungen, wenn nicht genügend Platz in der Fabrik besteht und andere Projekte von anderen Automobilherstellern oder anderen Lieferanten, denen er nur zuliefert, verlegt werden müssen [BB2A9.1]. Lieferanten spielen zunehmend ihre Verhandlungsmacht aus, da Kapazitäten bei neuen Lieferanten kostspielig sind und eine lange Vorlaufzeit benötigt wird [BB2A6]. Die Umsetzungszeiten variieren bei Kapazitätserweiterungsmaßnahmen, bei komplexen Bauteilen kann es Jahre dauern, bis neue Werkzeuge angeschafft, bemustert und von der Qualitätssicherung freigegeben sind [BB2A6].

Eine Nichtlieferung vertraglicher Abnahmemengen durch den Lieferanten kann in der Praxis ebenfalls auftreten. Eine Nichtlieferung vertraglich vereinbarter Kapazitäten bringt die Lieferanten in die Bringschuld, ihre Vertragskonditionen zu erfüllen und entsteht im

Regelfall nur durch schwer vorhersehbare Situationen wie einem Werkzeugausfall und wird gemeinschaftlich zwischen OEM und Lieferant gehandhabt [BB2A4]. Wenn der Lieferant Kapazitäten nicht einhält, hat der OEM einen rechtlichen Anspruch auf Kompensation [BB4A3.1]. Nichtlieferung vertraglich vereinbarter Kapazitäten ist Teil der Engpasssteuerung und gehört zur Aufgabe der Beschaffung [BB2A13.1].

### **Gründe für eine Unterversorgung bei Kaufteilen (iK9e)**

In der Praxis auftretende Gründe für eine Unterversorgung sind neben Naturkatastrophen Supply-Chains mit langen Reaktionszeiten [BL8A5], Kaufteilbeschädigungen oder beim Lieferanten oder auf dem Transport [BB1A7; BL8A5], eine Anlieferung am falschen Zustellungsort [BL8A5], eine unvollständige oder fehlerhafte Kommunikation oder Sprachbarrieren sowie Stauwartezeiten [BL8A5] oder Personalausfälle, entweder durch Verlassen des Unternehmens oder durch Krankheit [BL8A5]. Wenn Eigenschaften gesperrt werden, werden später terminierte Aufträge vorgezogen und verursachen eine Unterversorgung bei Just-in-time oder Just-in-sequenz-Umfängen [BB8A7]. Fehlende Behälter können ebenfalls eine Unterversorgung hervorrufen [BL7A2].

### **Kapazitätsmanagement bei OEM-Fabrik- und Behälterkapazitäten (iK9g)**

Behälterrestriktionen müssen logistikseitig geprüft werden, damit durch fehlende Behälter keine Unterversorgung hervorgerufen wird [BB7A5]. Bei Behälterrestriktionen ist eine kurzfristige Kapazitätsanpassung die Erhöhung der Liefersequenzen bei teilweise nicht optimaler Flächenausnutzung, bis neue Behälter aufgelassen und einsatzbereit sind. Im Anschluss kann die Liefersequenz wieder hochgesetzt und der LKW optimal ausgelastet werden. Kartonagen als Ausweidlösung sind in diesem Zusammenhang kritisch, da sie Qualitätsprobleme hervorrufen können [BB8A6].

Fabrikstandortrestriktionen müssen die rechtlichen Eigentümerstrukturen sowie die politischen Gegebenheiten an den Produktionsstandorten der jeweiligen Marken innerhalb eines Konzerns berücksichtigen [BF7A22]. So ist exemplarisch ein direkter Wechsel der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen aus der Nachtschicht in die Frühschicht nicht vorgesehen bzw. verboten [BF5A26]. Fabrikstandortrestriktionen beinhalten Anlagen- und Personalrestriktionen an den Standorten. Bei Fabrikstandortrestriktionen sind Detailinformationen schwer abbildbar, teilweise ist eine Transparenz auch nicht gewünscht [BL4A12; BL4A14.1]. Personalrestriktionen unterteilen sich in Restriktionen personeller Ressourcen und Qualifizierungsrestriktionen.

Anlagenrestriktionen beinhalten Lager- und Hallenkapazitäten der Fertigung, da Anlagen nicht beliebig erweitert oder verlegt werden können und entsprechende Maßnahmen dem OEM in Rechnung gestellt werden [BB2A9.2]. Die Restriktionen in der Fabrik müssen in die einzelnen Abschnitte aufgelöst werden, sprich Karosseriebau, Lackiererei oder Montage [BL4A18]. Bei Anlagenrestriktionen entstehen Engpässe oft im Karosseriebau [BF7A1]. Bekannte Produktionsrestriktionen stehen im *Excel*-Format in einem

Restriktionskatalog und werden ungefähr alle zwei Monate für alle Fahrzeugmodelle aktualisiert [BL4A15; BL4A11]. Sie werden nach Ausstattungsmerkmalen aufgeführt und basieren größtenteils auf Wochenkapazitäten für ganze Fahrzeuge. Eine Ampelfunktion bewertet, ob Restriktionen ausgeschöpft sind. Bis 70 Prozent Ausschöpfung der Restriktionen ist die Ampelfärbung grün, bis 80 oder 90 Prozent ist die Ampelfärbung gelb und bei einem Wert größer als 90 Prozent ist die Ampelfärbung rot [BL4A11]. Unterschiedliche Produktfertigungszeiten und angepasste Taktungen erschweren Fahrzeugwechsel im kurzfristigen Horizont, da exemplarisch höherwertige Fahrzeugproduktlinien durch den zusätzlichen Verbau von Fahrzeugeigenschaften personalintensiver sind und über eine längere Fertigungszeit verfügen [NTEBP].

Hinsichtlich der Restriktionen personeller Ressourcen erfolgt eine enge Abstimmung der personellen Einplanung mit dem Betriebsrat vor der Einplanung zusätzlicher Nachtschichten [BF5A27]. Bei großen Volumenverschiebungen werden Schichten hinzugenommen oder abgemeldet [BF5A5]. Die Notwendigkeit zusätzlicher personeller Ressourcen ist bei Einbauratenverschiebungen von Fahrzeugeigenschaften auch von der Sequenzierung in der Fabrik abhängig [BF5A4]. Im Fall einer reduzierten Fahrweise, die einen geminderten Bestand an Fertigungspersonal herbeiführt, werden für Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen Abfindungsprogramme gestaltet und diese bei der Suche nach Beschäftigungsmöglichkeiten unterstützt [BF7A24]. Qualifizierungsrestriktionen bei Personal sind durch kapazitative Restriktionen der Qualifizierungsmöglichkeiten auf Wochenbasis gekennzeichnet. Ein Leerlauf muss einkalkuliert werden, wenn die benötigten Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen die Qualifizierungskapazitäten übersteigen und früher angelernt werden und im Anschluss nicht direkt eingesetzt werden können [BF5A11]. Die Umsetzungszeiten der Qualifizierungsmaßnahmen können bis zu drei Monate betragen [BF7A13]. Der Personaleinsatz ergibt sich durch das Volumen multipliziert mit der verbrauchten Zeit pro Fahrzeug geteilt durch Stunden pro Tag [BF5A2]. Qualifizierungszeiten sind nicht bekannt [BL4A12]. Die Fahrzeugmodellverteilung wird den verschiedenen Produktionsstandorten zugeordnet, wobei nicht alle Werke alle Fahrzeugmodelle fertigen. Fahrzeugmodellmixverschiebungen haben somit nicht nur auf Produktionsprogramme Einfluss, sondern auch auf ganze Fabrikstandorte [BF7A4].

### 4.3.4 Maßnahmen kapazitiver Anpassung der Praxis

Die Kategorie iK14 Kapazitätsanpassung bei Kaufteilen ist im Materialdurchlauf der zusammenfassenden Inhaltsanalyse induktiv entstanden. Tabelle 4-7 zeigt die Verteilung der 53 Expertenaussagen der Fachbereiche Beschaffung, Finanz und Logistik in die Kategorie iK14 zu Kapazitätsanpassungen bei Kaufteilen.

**Tabelle 4-7:** Verteilung der Expertenaussagen in iK14

Fachbereich	iK14a	iK14b	iK14c	iK14
Beschaffung	15	13	11	39
Finanz	0	0	1	1
Logistik	7	6	0	13
Summe	22	19	12	53

Die drei Unterkategorien lauten iK14a *kurzfristige Kapazitätsanpassung*, iK14b *mittelfristige und langfristige Kapazitätsanpassung* und iK14c *Abhängigkeiten der Maßnahmen und Umsetzungszeiten* und werden nachfolgend erläutert.

#### **Kurzfristige Maßnahmen der Kapazitätserweiterung und -absenkung (iK14a)**

In der Praxis treten kapazitative Anpassungsmaßnahmen für das Kapazitätsangebot häufiger auf als für die Kapazitätsnachfrage [BB9A1.1]. Die Verwendung kapazitiver Anpassungsmaßnahmen des Kapazitätsangebots in der Praxis verhält sich wie folgt: Eine Erhöhung der produktiven Zeit innerhalb einer Schicht als kapazitative Erweiterungsmaßnahme tritt selten auf [BB6A1]. Entsprechende Maßnahmen sind das Durchfahren von Pausen und anderen Standzeiten [BL10/BL6A10], Rüstzeitminimierung beim Lieferanten durch Variantenreduktion [BL7A1] oder ein rollierendes Pausensystem [BB10A2.2; BB11A5]. Eine Reduktion der produktiven Zeit innerhalb einer Schicht als Kapazitätsabsenkungsmaßnahme kommt selten vor, so ist eine Erhöhung von Pausenzeiten zur Kapazitätsabsenkung nicht bekannt [BB11A5]. Eine Erhöhung der Taktzeit durch Optimierung kann eine Maßnahme zur Kapazitätserweiterung darstellen, indem die Auslastung der Maschinen nach Möglichkeit erhöht wird. Allerdings fahren diese meistens bereits an der Kapazitätsobergrenze, weswegen häufiger neue Werkzeuge, gegebenenfalls mit erhöhter Kavitätenanzahl, oder Maschinen gekauft werden. Eine Taktzeitverringerung zur Kapazitätsabsenkung tritt selten auf [BB11A2.2]. Banking als kurzfristige Kapazitätsanpassungsmaßnahme ist eine Option in Zeiten, in denen an der Kapazitätsgrenze gefahren wird und in absehbarer Zeit entweder eine Normalisierung der Bedarfe oder eine Kapazitätserhöhung eintritt [BL10/BL6A9]. Der benötigte Mehrbedarf kann durch einen Vorgriff aus dem Lager oder zukünftigen Produktionszeiträumen gefüllt werden, wo nicht an der Kapazitätsgrenze gefahren wird, indem ein Wechsel auf schnellere Verkehrsmittel erfolgt [BL10/BL6A9].



Zur Erhöhung der Produktionszeit zählen Zusatzschichten an produktionsfreien Zeiten wie Wochenendschichten, Nachtschichten oder Feiertagsschichten. Wochenendschichten als Kapazitätserweiterungsmaßnahme sind in der Praxis gleichbedeutend mit Überstunden [BL9A1.1]. Eine interne kurzfristige Personalbeschaffung kann aus anderen Fabrikstandorten erfolgen oder es können Produktionsprojekte in andere Fabrikstandorte verlagert werden [BB11A2.2]. Diese temporären Maßnahmen können bei einem Personalmangel über Personalverlagerung nach extern exemplarisch über Lohnfertiger erfolgen. Darüber hinaus besteht bei einem Platz- oder Anlagenmangel die Möglichkeit der temporären Fertigungsverlagerung nach extern [BB7A7] oder einer Verlagerung der Produktion beim Lieferanten an einen anderen Produktionsstandort zur Erhöhung des Kapazitätsangebots [BL10/BL6A10].

Kapazitätsanpassungen nachfrageseitig beim OEM können durch eine kapazitative Verlagerung verschiedener Teileumfänge einer ausgehandelten Kapazitätsgruppe untereinander erfolgen, sofern diese bei einem Lieferanten gefertigt werden [BB4A5; BB1A6]. Eine Veränderung der Taktzeit oder der Einsatzzeit beim OEM aufgrund technischer Restriktionen ist nur im stark begrenzten Rahmen möglich [BB9A3]. Kapazitative Erweiterungen sind einfacher durchzutragen als kapazitative Absenkungen. Engpässe, bei denen keine Kapazitätserweiterungsmaßnahmen möglich sind und hinter denen schon konkrete Kundenaufträge stehen, können auf zwei Arten gelöst werden: Entweder durch eine Verzögerung des Auslieferungszeitpunkts an den Endkunden oder eine Kundenkommunikation, um auf restriktive Umfänge zu verzichten und durch lieferbare Umfänge zu ersetzen [BB2A28].

#### **Mittel- und langfristige Maßnahmen der Kapazitätsanpassung (iK14b)**

Eine mittel- bis langfristige Produktionsanlagenerweiterung kann über die Anschaffung neuer Werkzeuge, gegebenenfalls mit erhöhter Kavitätenanzahl, oder neuer Produktionsanlagen erreicht werden [BB7A4]. Der limitierende Faktor ist oftmals das Werkzeug und nicht die Produktionsanlage, weswegen ein Werkzeugzukauf häufiger auftritt als eine Erweiterung der Produktionsanlagen [BL8A3]. Eine Werkzeugneuanschaffung, -veränderung oder -erweiterung von einem Werkzeug ermöglicht im besten Fall eine Kapazitätsverdopplung und stellt gegenüber Wochenendschichten eine nachhaltige Maßnahme dar [BB11A4]. Bei einer neuen Anlage kann das bis zu einem Jahr dauern [BB1A17]. Investitionen in Werkzeuge oder Produktionsanlagen können Einsparungen an anderer Stelle hervorrufen, beispielsweise benötigen effizientere Produktionsanlagen weniger Personalressourcen [BB1A15]. Eine Erweiterung der Produktionsanlagen findet seltener statt als eine Neubeschaffung von Werkzeugen mit erhöhter Kavitätenanzahl [BB9A1.2]. Die Neubeschaffung einer Anlage kann bis zu ein Jahr dauern [BB1A17]. Eine Standortverlagerung kann ebenfalls Kapazitäten freisetzen und fällt je nach Standortverlagerung entweder in den mittel- oder langfristigen Bereich der Kapazitätsanpassungsmaßnahmen [BB1A20]. Ein Lieferantenwechsel über ein

Global-Sourcing ist bei mittelfristigen Maßnahmen der Kapazitätserweiterung aufgrund der langen Umsetzungszeit keine Option [BB2A8.1]. Daher ist es in den meisten Fällen ebenfalls keine geeignete Maßnahme, einen weiteren Lieferanten aufzubauen, weswegen Multi-Vendor-Sourcing ein letzter Ausweg ist [BB2A19]. Eine Kapazitätsreduktion ist möglich, indem eine Schicht beim Lieferanten abgesagt wird oder der Lieferant Kapazitäten an andere Kunden vergibt [BB1A3].

#### **Abhängigkeiten und Umsetzungszeiten der Maßnahmen (iK14c)**

Abhängigkeiten und Umsetzungszeiten der Maßnahmen zu Kapazitätsanpassungen unterteilen sich in anlagen- oder werkzeugintensive Fertigungsschritte, personalintensive Fertigungsschritte und Umfänge mit limitierten Vormaterialien. Bei anlagen- oder werkzeugintensiven Fertigungsschritten sind Investitionen in dauerhafte Kapazitätserweiterungsmaßnahmen kostentechnisch nur dann sinnvoll, wenn es zu einem nachhaltigen Anstieg der Nachfrage kommt [BB2A15]. Werkzeuge stellen gegenüber Wochenendschichten eine nachhaltigere Maßnahme dar, Kapazitäten zu erweitern [BB2A8.2]. Die Umsetzungszeiten variieren, dauern allerdings im Schnitt mehrere Wochen [BB1A16]. Bei personalintensiven Fertigungsschritten funktionieren sofortige Kapazitätserhöhungen nicht, wenn Mitarbeiter rekrutiert und qualifiziert werden müssen [BB8A8.2]. Allerdings treten in der Produktion Lerneffekte auf, erfahrene Arbeitskräfte arbeiten i. d. R. schneller [BB4A4.2]. Eine Veränderung des Schichtsystems ist gegenüber einer Erhöhung der Einsatzzeit vorzuziehen, da sie unabhängig vom Personalstand durchgeführt werden kann [BB1A14]. Es gibt je nach Produktionsstandort eine Obergrenze für Schichten, in Deutschland liegt diese beispielsweise i. d. R. bei 20 Schichten [BB7A3]. Die personelle Besetzung und der gefertigte Output sind an Wochenendschichten zumeist geringer als an Tagschichten. Bei Umfängen mit speziellen, limitierten Vormaterialien funktionieren sofortige Kapazitätserhöhungen durch die der Beschaffungsdauer der Vormaterialien nicht [BB8A8.2].

## **4.4 Zusammenfassung: Erstmalige Erhebung von Schwachstellen und Anforderungen in der Praxis als maßgebliche Eingangsgrößen einer Konzepterstellung**

Dieses Kapitel bereitet die ausgewerteten Informationen der durchgeführten Experteninterviews zu Schwachstellen einer automobilen Programmbewertung im Ist-Prozess, den Anforderungen und den thematischen Eingangsgrößen an eine ereignisorientierte Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen strukturiert auf und analysiert diese systematisch. So wird als einem der zentralen Forschungsbeiträge dieser Dissertation die Basis für die aus Aspekten der Literatur und Praxis bestehenden Konzeptentwicklung zur ereignisorientierten Programmbewertung in Kapitel 5 gelegt.

Die Datenerhebung erfolgt durch leitfadenbasierte semi-strukturierte Experteninterviews bei einem deutschen Automobilhersteller in den am Programmplanungs- und Programmbewertungsprozess beteiligten Fachbereichen. Die aus dem bestehenden Wissensstand resultierende Erstellung des deduktiven Kategoriensystems ermöglicht eine fundierte Aufbereitung der Eingangsgrößen aus Wissenschaft und Praxis zur ganzheitlichen Aufbereitung der Rahmenbedingungen. Die durch Transkription verschriftlichte Datenbasis wird durch von den Experten bereitgestellte Dokumente vervollständigt und ergibt durch die Datentriangulation eine wertvolle Informationsbasis. Die Verwendung induktiver und deduktiver Forschungsstränge als Methodentriangulation in der Auswertungsmethode der qualitativen Inhaltsanalyse generiert eine dem Untersuchungsrahmen entsprechend vollständige Informationsaufbereitung.

Die durchgeführten Experteninterviews in den fünf Fachbereichen Beschaffung, Finanz, Logistik, Vertrieb und Produktion haben gezeigt, dass alle Fachbereiche in Bezug auf die mittelfristige Programmbewertung mit Schwachstellen konfrontiert sind. Nichtsdestotrotz erfolgen kaum Aktivitäten und Maßnahmen in Bezug auf die Verbesserung der Programmbewertung, da die etablierten Prozesse als historisch gewachsen akzeptiert und nicht hinterfragt werden. Der über die Experteninterviews erhobene Ist-Prozess der Praxis kommt den Geschäftsprozessen der Literatur zur Produktionsprogrammplanung, zum Auftragsmanagement und zur Sekundärbedarfsermittlung aus Kapitel 2 sehr nah. Die Sekundärbedarfsermittlung ist der Programmfreigabe nachgelagert und unterstützt lediglich die Realisierung des Produktionsprogramms, weswegen beim Übergang zwischen Absatz- und Programmplanung keine Detailbewertung der Programmveränderungen erfolgt. Diese zentrale Schwachstelle der groben Kapazitätsprüfung erfolgt im Ist-Prozess der Praxis ebenfalls, da der Planungsauftrag zur Bewertung der Programmveränderungen lediglich hoch aggregierte Programmalternativen der internen Fabrikstandorte ausarbeitet und keine detaillierte Kapazitätsbewertung enthält. Die Identifikation und Initiierung von Maßnahmen zur

Kapazitätsanpassung erfolgt im Ist-Prozess der Praxis den Lieferabrufen nachgelagert. Dies unterstreicht den kurzfristigen Handlungsspielraum, welcher vor dem Hintergrund einer komplexen und dynamischen Marktentwicklung unzureichend ist. Zudem ist der Ist-Prozess der Praxis sehr langwierig und, ebenso wie die in der Literatur dargestellten Prozesse, durch einen sequentiellen Durchlauf gekennzeichnet. Beides wird als reaktives Vorgehen der Dynamik der Automobilindustrie nicht mehr gerecht, welche eine proaktive Bewertung auftretender Ereignisse benötigt. Zusammengefasst fußt die Beantwortung der Forschungsfrage FF1 auf der praxisnahen Erfassung des Ist-Prozesses zur automobilen Programmbewertung und den vorhandenen Schwachstellen. Diese erstmalige Prozessaufnahme in der Praxis ermöglicht einen Vergleich der in der Literatur vorhandenen Prozessschritte (siehe Unterkapitel 2.5) mit den erhobenen Prozessschritten der Praxis. Eine wesentliche Erkenntnis ist die erstmalige Bestätigung der Schwachstellen in den in der Literatur vorhandenen Prozessen durch die Praxis. Zudem erweitern die identifizierten Erkenntnisse zu Schwachstellen im Ist-Prozess der Praxis den Stand der Forschung durch eine systematische Ausarbeitung.

Zudem zeigen die durchgeführten Experteninterviews, dass sich die befragten Experten den vorhandenen Verbesserungspotenzialen durchaus bewusst sind und entsprechende Ansätze und Anregungen für Veränderungen in der Praxis auf großen Anklang stoßen. Trotz dieser positiven Grundeinstellung sind allerdings kaum Aktivitäten und Maßnahmen in den Fachbereichen vorhanden, die auf eine gesamtheitliche prozessuale Veränderung einzahlen, da es keine fachbereichsübergreifende Aufgabenstellung oder Projektstruktur gibt. Auch Initiativen in den jeweiligen Fachbereichen befinden sich in einem frühen Stadium und fokussieren lediglich eine Optimierung des bestehenden Ist-Prozesses. Die Anforderung einer ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen erfordert eine fachbereichsübergreifende Kollaboration zur Bestimmung der Versorgungssituation und der monetären Konsequenzen von Programmveränderungen auf die kapazitätsbereitstellenden Fachbereiche. Die Anforderungen sind durch die fehlenden Umsetzungsansätze von vielen Parametern beeinflusst und fassen sich wie folgt zusammen:

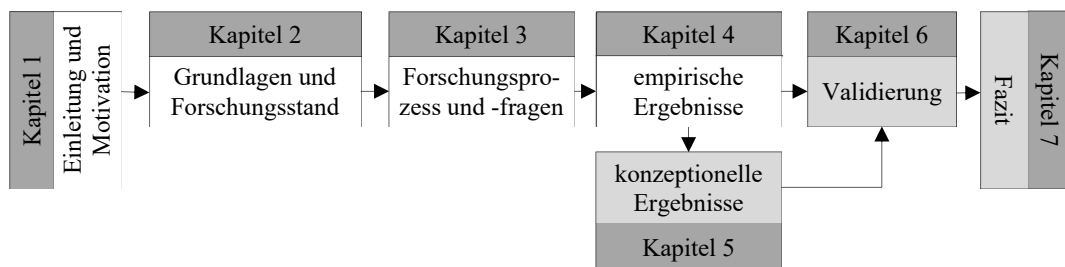
- automatisierter Lösungsansatz [BL3A15.1]
- kontinuierliche Validierung und Anpassung der Datengrundlage [BL1A17.1]
- rollierende [BL4A5.2], durchgängige Prozessprüfung [BL3A13.2; BB3A14]
- Identifikation von Alternativen [BL2A7.1; BB1A37; BB2A20]
- Steuerung der Kundennachfrage [BB7A11]
- Abbildung der Konsequenzen von Programmveränderungen [BB1A19]
- empfängerindividuelle Informationsaufbereitung [BL1A14]
- automatisierte Informationsweitergabe [BL10/BL6A18]
- Monitoring zum Freigabeprozess von Kapazitätsanpassungen [BB5A4.2]

Die Anforderungen an eine Systematik zur finanziellen Bewertung automobiler Produktionsprogramme fassen sich wie folgt zusammen:

- Aufbereitung von Informationen zu Deckungsbeiträgen je Land für Fahrzeugmodellgruppen und Eigenschaften [BV1A2]
- Priorisierungsmöglichkeit für hochwertig ausgestatteter Fahrzeugproduktlinien mit einem höheren Deckungsbeitrag [BF3A4]
- finanzielle Bewertung durch Gegenüberstellung des entstehenden Umsatzes mit den Kosten der Kapazitätserweiterungen [BL8A7]
- Kalkulation einer Kostenumverteilung der Kapazitätserweiterungen auf modellspezifische Deckungsbeiträge [BB6A9]
- Berücksichtigung monetärer und nicht monetärer Größen [BL10/BL6A22] zur Bewertung
- Vergleichbarkeit von Anpassungsmaßnahmen durch beispielsweise eine Datenbank mit historischem Datenbestand [BB10A12]
- durchgängige und transparente Kommunikation zusätzlich anfallender Kosten bei Kapazitätserweiterungen [BB11A14]

Die erstmalige Erhebung von Anforderungen der Praxis an eine automobiler Programmabewertung erfolgt durch die bei einem deutschen Automobilhersteller durchgeführten Experteninterviews. So können zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage FF2 dem Stand der Forschung die in Experteninterviews identifizierten Anforderungen an eine ereignisorientierte Programmabewertung hinzugefügt werden.

Die Forschungsergebnisse der zwei Blöcke werden um erhobene Informationen zu Eingangsgrößen vor dem thematischen Hintergrund einer Konzepterstellung zur ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen ergänzt. Die Beantwortung der ersten beiden Forschungsfragen zu Schwachstellen und Anforderungen an eine automobiler Programmabewertung gehen zusammen mit den identifizierten Eingangsgrößen in die Konzeption einer ereignisorientierten Programmabewertung in Kapitel 5 ein. Abbildung 4-3 zeigt den Ausarbeitungsfortschritt.



**Abbildung 4-3:** Fortschritt der Ausarbeitung in Kapitel 4



## 5 Konzeptentwicklung zur ereignisorientierten Programmbewertung

Dieses Kapitel adressiert die anwenderorientierte Konzeptgestaltung automobiler Programmbewertung zur Beantwortung der Forschungsfrage FF3. Die Konzeptentwicklung basiert auf der Informationserhebung aus der Beantwortung der Forschungsfragen FF1 und FF2 zu den Prozessen, Schwachstellen und Anforderungen der Literatur und Praxis. Unterkapitel 5.1 enthält die Aufbereitung der Anforderungen an eine Konzeptentwicklung zur Ableitung der Prozessmodule (PM) des modularen Prozessbaukastens. Die Prozessmodule selbst werden in Unterkapitel 5.2 weiter detailliert. Das Kapitel schließt mit einem Zwischenergebnis in Unterkapitel 5.3.

### 5.1 Anforderungsaufbereitung zur Konzeptentwicklung

Die Eingangsgrößen der Konzeptentwicklung einer ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme und die daraus resultierenden gestalterischen Anforderungen an das Konzept werden im Folgenden aufbereitet dargestellt. Die dritte Forschungsfrage FF3 zur Konzeptentwicklung einer ereignisorientiert initiierten Programmbewertung wird über die konstruktionsorientierte Methode der Aktionsforschung beantwortet, indem mehrere Zyklen aus Analyse-, Aktions-, und Evaluationsschritten zur finalen Lösung durchlaufen werden. In einem gering strukturierten Prozess erfolgt eine Referenzmodellierung der gemeinsam zwischen der Forschenden und den Experten entwickelten Prozessmodule (siehe Anhang A11) und eines Referenzprozesses (siehe Anhang A12). Aus dieser vereinfachten Abbildung der Realität leitet sich der modulare Prozessbaukasten als entwickeltes Ergebniskonzept ab. Mehrere Iterationsschleifen dienen der Anpassung des modularen Prozessbaukastens, um seine Anwendbarkeit und inhaltliche Korrektheit sicherzustellen. Mit dieser Ausarbeitung wird eine Antwort auf die Forschungsfrage FF3 gegeben:

***FF3. Wie muss eine Konzeptentwicklung zur ereignisorientiert initiierten Prozessgestaltung einer Bewertung automobiler Produktionsprogramme im mittelfristigen Zeithorizont ausgestaltet sein und welche Informationen werden dafür benötigt?***

Die Konzeptentwicklung einer ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme basiert maßgeblich auf dem Stand der Forschung in der Wissenschaft in Unterkapitel 3.2 sowie den identifizierten Eingangsgrößen, Schwachstellen und Anforderungen aus den Experteninterviews in Kapitel 4. Die durchgeführten Experteninterviews verdeutlichen die Anforderung einer ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen über eine Bestimmung der kapazitiven Versorgungssituation und der monetären Konsequenzen von Programmver-

änderungen auf die kapazitätsbereitstellenden Fachbereiche. Um ein Konzept auszugestalten, müssen die Prozessschritte aus der Literatur um die Anforderungen der Praxis erweitert werden. Aus den Prozessschritten aus der Literatur resultieren neun Prozessmodule, die den Kategorien **Produktionsprogrammplanung**, **Baubarkeitsprüfung kapazitativ** sowie **Programmbewertung** angehören.

Zu der aus der Literatur abgeleiteten Kategorie **Produktionsprogrammplanung** zählen die Prozessmodule *Primärbedarfsplanung* und *Primärbedarfsanreicherung*. Die *Primärbedarfsplanung* entstammt der Literatur und aggregiert die identifizierten Prozessschritte Absatzplanung, Brutto-Primärbedarfsermittlung und Netto-Primärbedarfsentwicklung. Diese Aggregation ermöglicht eine industrie- und betrachtungshorizontübergreifende Anwendbarkeit, da beispielsweise die Berücksichtigung der Bestellbestände oder der Lagerfähigkeit der Produkte unternehmensindividuell variiert. Das Prozessmodul *Primärbedarfsanreicherung* stellt eine Ergänzung zu dem in der Literatur etablierten Prozessschritt der auftragsanonymen Ressourcengrobplanung dar, bildet die Basis für die nachgelagerte kapazitative Detailprüfung für Kauf- und Herstellteile, für Behälter sowie für interne Fabrikstandorte beim OEM. Das Prozessmodul *Produktionsprogrammfreigabe* ermöglicht die Ablehnung oder Annahme des Produktionsprogramms. Die Literatur zeigt eine der kapazitativen Baubarkeitsprüfung vorangestellte Freigabe, wohingegen die Experten eine Abbildung der Konsequenzen von Programmveränderungen [BB11A19] fordern. Folglich wird dieses Prozessmodul entgegen der literarischen Einsortierung nicht in die Kategorie Produktionsprogrammplanung sondern in die neue Kategorie **Programmbewertung** einsortiert.

Zu der abgeleiteten Kategorie **Baubarkeitsprüfung kapazitativ** zählen die Prozessmodule *Sekundärbedarfsermittlung*, *Produktionsbedarfsermittlung*, *Kapazitätsabgleich standortübergreifend* und *Kapazitätsabgleich detailliert*. Das Prozessmodul *Sekundärbedarfsermittlung* entstammt der Literatur und aggregiert die identifizierten Prozessschritte Sekundärbedarfsermittlung und Vorlaufverschiebung sowie die Brutto- sowie Netto-Sekundärbedarfsermittlung. Diese Aggregation ermöglicht eine industrie- und betrachtungshorizontübergreifende Anwendbarkeit, da beispielsweise die Berücksichtigung der Kaufteilbestände im mittelfristigen Betrachtungshorizont nicht fokussiert wird. Die *Produktionsbedarfsermittlung* basiert auf den Prozessschritten aus der Literatur Beschaffungsartzuordnung sowie Eigenfertigungs- und Fremdbezugsplanung zur Produktionsbedarfsplanung. Die Festlegung der Make-or-buy-Thematik erfolgt i. d. R. der Erstellung und Prüfung eines automobilen Produktionsprogramms zeitlich vorgelagert. Folglich sind die entsprechenden Informationen systemseitig vorhanden und machen eine Beschaffungsartzuordnung obsolet. Diese Aggregation der Prozessschritte dient der Sicherstellung der industrie- und betrachtungshorizontübergreifenden Anwendbarkeit des modularen Prozessbaukastens. Das Prozessmodul *Standortübergreifender Kapazitätsabgleich* im internen Produktionsnetzwerk. Der Kapazitätsabgleich berücksichtigt die



zugrunde liegenden Informationen wie Werkskalender und Schichtsystem und verteilt die zu fertigenden Endprodukte gemäß Zugehörigkeit auf die internen Werke. Das Prozessmodul *Kapazitätsabgleich detailliert* ermöglicht einen detaillierten Abgleich der vorhandenen Kapazitäten für Kauf- und Herstellteile, Behälter und die internen Produktionsstandorte. Für Kauf- und Herstellteile sowie Behälter ist die vorgelagerte Sekundärbedarfsermittlung notwendig, um die Sekundärbedarfe den vorhandenen Kapazitäten gegenüberstellen zu können. In den internen Gewerken Karosseriebau, Lackiererei und Montage ist ein Bezug zu den Endprodukten vorhanden, weswegen Primärbedarfe verwendet werden und eine Sekundärbedarfsermittlung obsolet ist.

Die Kategorie **Programmbewertung** basiert auf den Anforderungen an eine Systematik zur finanziellen Bewertung automobiler Produktionsprogramme. Das Prozessmodul *Ermittlung Kosten kapazitiver Anpassung* sollte monetäre und nicht monetäre Größen [BL10/BL6A22] zur Bewertung berücksichtigen. Die Kostenermittlung fokussiert relevante Kosten [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 113], die „sich gegenüber der Ausgangssituation durch Änderung der Entscheidung ergeben“ [EWERT UND WAGENHOFER 2008, S. 169] und die direkt mit der Bereitstellung und Nutzung von Kapazitätsflexibilität in Verbindung stehen [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 61]. Aus ökonomischer Sicht ist die Betrachtung der Grenzkosten als Kosten der letzten zu produzierenden Einheit bei der Bestimmung von kapazitiven Anpassungen relevant [vgl. VOEGELE UND SOMMER 2012, S. 33], da zugunsten der Produktionsrentabilität die Kosten den Umsatz nicht überschreiten dürfen [vgl. AUBECK 2010; VOEGELE UND SOMMER 2012, S. 419]. Neben Kosten der Maßnahmen zur kapazitiven Anpassung sind Opportunitätskosten als möglicher Gewinn zu erfassen, der voraussichtlich erzielt worden wäre, wenn das eingesetzte Kapital zu einem anderen als dem tatsächlich gewählten Zweck Verwendung gefunden hätte [vgl. KILGER ET AL. 2012, S. 170; GOTTSCHALK 2005, S. 116]. Bei der Verschiebung von Fahrzeugeigenschaften ist dies der entgangene Deckungsbeitrag der Eigenschaften, deren Einbaurate infolge der Verschiebung sinkt [vgl. MAIWORM 2014, S. 532]. Zusätzlich ist das Monitoring zum Freigabeprozess von Kapazitätsanpassungen [BB5A4.2] zu berücksichtigen. Die Anforderung an eine Gegenüberstellung von Umsatz und Kosten der Kapazitätserweiterungen [BL8A7] ergibt das Prozessmodul *Deckungsbeitragsermittlung*, wofür die Aufbereitung von Informationen zu länder- und fahrzeugmodellspezifischen Deckungsbeiträgen [BV1A2] zählt. Für einen finanziellen Vergleich eines Produktionsprogramms mit seinem Vorgänger werden die jeweiligen Deckungsbeiträge nach Abzug relevanter Kosten miteinander verrechnet. Für die Bestimmung des Deckungsbeitrages sind den variablen Selbstkosten die Nettoerlöse als effektive Einnahmen der Planungsperiode durch Aufsummierung aller Erzeugnisarten gegenüberzustellen [vgl. HAHN UND LABMANN 1999, S. 279; KILGER ET AL. 2012, S. 79]. Veränderungen im Modellmix, Fahrzeugeigenschaftsmix oder der Länderverteilung der zu produzierenden Fahrzeuge können sich positiv oder negativ auf den Deckungsbeitrag des

Produktionsprogramms auswirken. Die aus der Literatur abgeleiteten Prozessschritte für die Konzeptentwicklung fasst Tabelle 5-1 zusammen.

**Tabelle 5-1:** Aus der Literatur abgeleitete Prozessmodule

Kategorie	Prozessmodul (PM)	Verweis auf die Literatur
Produktionsprogrammplanung	Primärbedarfsplanung	Absatzplanung
		Brutto-Primärbedarfsplanung
		Netto-Primärbedarfsplanung
	Primärbedarfsanreicherung	Auftragsanonyme Ressourcengrobplanung
	siehe Programmbewertung	Produktionsprogrammfreigabe
Baubarkeitsprüfung kapazitativ	Sekundärbedarfsermittlung	Sekundärbedarfsermittlung und Volumenverschiebung
		Brutto-Sekundärbedarfsermittlung
		Netto-Sekundärbedarfsermittlung
	Produktionsbedarfsplanung	Beschaffungsartzuordnung
		Eigenfertigungsplanung
		Fremdbezugsplanung
Kapazitätsabgleich standortübergreifender	Eigenfertigungsplanung und -steuerung	
Kapazitätsabgleich detailliert	Fremdbezugsplanung und -steuerung	
Programmbewertung	Programmfreigabe	Siehe Produktionsprogrammplanung
	Ermittlung Deckungsbeitrag Programm	Deckungsbeitrag
	Ermittlung Kosten kapazitiver Anpassung	relevante Kosten

Die Anforderungen der Praxis resultieren aus den durchgeführten Experteninterviews und ergänzen die Prozessschritte aus der Literatur um den Anpassungsbedarf automobiler Programmbewertung aus Abschnitt 2.1.4 zur Konzeptentwicklung.

Vier Prozessmodule der Kategorie **Produktionsprogrammplanung** entstammen den Anforderungen der Praxis. Das Prozessmodul *Anforderungsidentifikation extern* identifiziert die Kundennachfrage in den Absatzmärkten unter Berücksichtigung externer Einflussgrößen der Treiber der PESTLE-Analyse aus Abschnitt 2.1.1. Das Prozessmodul *Anforderungsidentifikation intern* berücksichtigt unternehmensinterne Anforderungen, wie die Absatzziele zur Ermittlung der Absatzplanung. Die Prozessmodule *Analyse bestehender Restriktionen* und *Ermittlung produktionsorientierte Planung* berücksichtigen die produktionsseitigen Restriktionen aus den internen Fabrikstandorten und den Gewerken Karosseriebau, Lackiererei und Montage des OEM. Sie resultieren aus der unternehmensübergreifenden Validierung, dargestellt in Kapitel 6. Das

Prozessmodul *Aufbereitung Produktionsprogramm* basiert auf der Anforderung nach einer empfängerindividuellen Informationsaufbereitung [BL1A14].

Vier Prozessmodule der Kategorie **Baubarkeitsprüfung kapazitativ** entstammen den Anforderungen der Praxis. Das Prozessmodul *Anpassungsprüfung kapazitativ* ermittelt die Anpassungsmöglichkeit von restriktiven Umfängen unter Berücksichtigung einer Vergleichbarkeit [BB10A12]. Das Prozessmodul *Demand-Management* lenkt die Nachfrage von restriktiven Eigenschaften auf Eigenschaften mit ausreichender Kapazität über die Identifikation von Alternativen [BL2A7.1; BB1A37; BB2A20] oder eine Steuerung der Kundennachfrage [BB7A11], um über Marketing-Aktivitäten. Das Prozessmodul *Kapazitätsrückmeldung* dient der rollierenden Überprüfung [BL4A5.2] durch einen durchgängigen [BL3A13.2], iterativen Rückkopplungsprozess [BB3A14]. Das Prozessmodul *Aufbereitung der Versorgungssituation* ermöglicht eine durchgängige und transparente Kommunikation der Versorgungssicherheit des neuen Produktionsprogramms sowie der zusätzlich anfallenden Kosten bei Kapazitätserweiterungen [BB11A14]. Den modularen Prozessbaukasten als Konzept zur ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung automobiler Produktionsprogramme zeigt Tabelle 5-2.

**Tabelle 5-2:** Prozessbaukasten zur ereignisorientierten Programmbewertung

Kategorie	Prozessmodul	Beschreibung des Prozessmoduls
Produktionsprogrammplanung	PM1	Anforderungsidentifikation extern
	PM2	Anforderungsidentifikation intern
	PM3	Primärbedarfsplanung
	PM4	Analyse bestehender Restriktionen
	PM5	Ermittlung produktionsorientierte Planung
	PM6	Identifikation Programmveränderung
	PM7	Primärbedarfsanreicherung
	PM8	Aufbereitung Produktionsprogramm
Baubarkeitsprüfung kapazitativ	PM9	Sekundärbedarfsermittlung
	PM10	Produktionsbedarfsplanung
	PM11	Kapazitätsabgleich standortübergreifend
	PM12	Kapazitätsabgleich detailliert
	PM13	Anpassungsprüfung kapazitativ
	PM14	Demand-Management
	PM15	Kapazitätsrückmeldung
Programmbewertung	PM16	Aufbereitung der Versorgungssituation
	PM17	Deckungsbeitragsermittlung
	PM18	Ermittlung Kosten
	PM19	Programmfreigabe

## 5.2 Prozessmodule des modularen Prozessbaukastens

Dieses Unterkapitel konkretisiert die Prozessmodule des modularen Prozessbaukastens als Konzept zur ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen im mittelfristigen Zeithorizont aus Tabelle 5-2. Die inhaltliche Aufbereitung der Prozessmodule unterteilt sich in die drei Kategorien *Produktionsprogrammplanung* in Abschnitt 5.2.1, *Baubarkeitsprüfung kapazitativ* in Abschnitt 5.2.2 und *Programmbewertung* in Abschnitt 5.2.3. Die Visualisierung der vorgestellten Prozessmodule als mögliche graphische Modellierung basiert auf den in Tabelle 3-20 vorgestellten EPK-Symbolen in Microsoft Visio®. Abbildung 5-1 zeigt zur Orientierung in den nachgelagerten Abschnitten eine mögliche Anwendung der Prozessmodulreihenfolge, wobei eine rein markt- oder produktionsorientierte Sichtweise in der Praxis kaum auffindbar ist, da Mischformen beider Ansätze überwiegen.

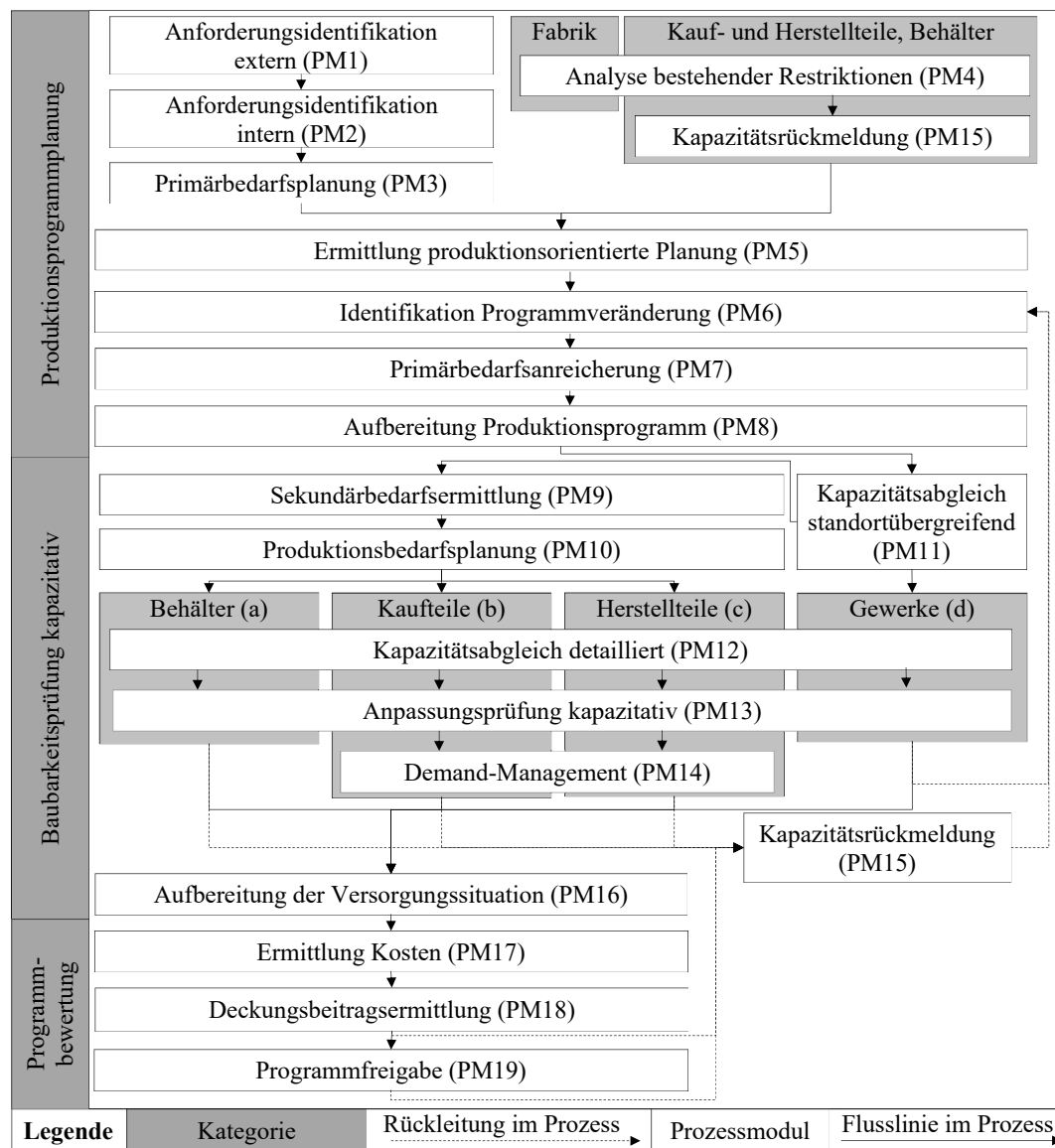
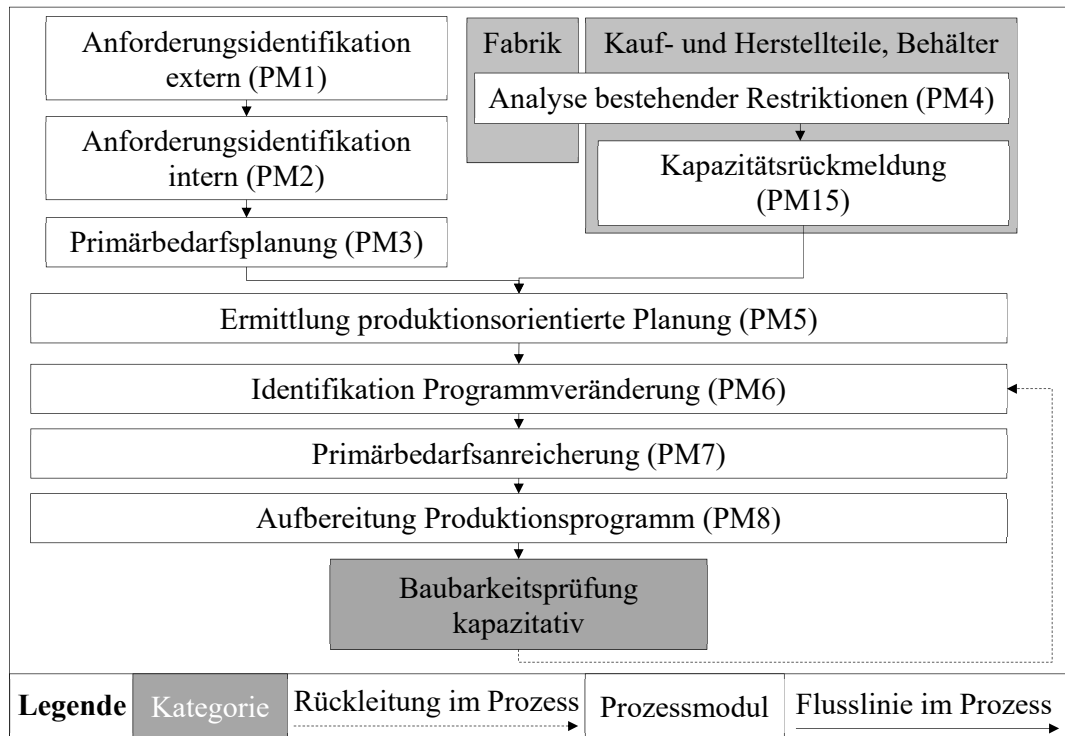


Abbildung 5-1: Visualisierung einer möglichen Prozessmodulreihenfolge

### 5.2.1 Prozessmodule der Produktionsprogrammplanung

In diesem Abschnitt werden die ersten acht Prozessmodule zur Produktionsprogrammplanung des modularen Prozessbaukastens erläutert. Abbildung 5-2 zeigt eine mögliche Prozessmodulreihenfolge der Produktionsprogrammplanung auf Basis derer nachfolgend die einzelnen Prozessmodule erläutert werden (siehe Abbildung 5-1).



**Abbildung 5-2:** Prozessmodule der Produktionsprogrammplanung

*PM1 Anforderungsidentifikation extern:* Diese Funktion entspricht der Identifikation und Aufnahme von Anforderungen an Produktionsprogramme aus dem externen Unternehmensumfeld [BL1A18.1]. Einen besonders großen Einfluss haben je nach Absatzmarkt variierende gesellschaftliche [BL1A16], technologische und politische Trends [BL2A12.1], saisonale Effekte [BV5A1.1; BL4A6.2] und Großkundenaufträge [BL1A3.2], die ebenfalls zu Veränderungen automobiler Produktionsprogramme führen können. Allerdings ist die Erstellung von zutreffenden Bedarfsprognosen aufgrund der steigenden Variantenvielfalt zunehmend erschwert. In den vergangenen Jahren ist ein Anstieg von 200 auf 800 bis 1.000 Fahrzeugmodelle erfolgt [BV11A2]. Um Volumina und die zeitliche Verteilung von zukünftigen Kundenaufträgen prognostizieren und vorplanen zu können, müsste der Detailgrad der Marktprognose auf die Eigenschaftsebene ausgeweitet werden. Bei variantenreichen Produkten wie Automobilen ist eine Prognose der Nachfrage auf Variantenebene im Status quo nicht praktikabel, weswegen zumeist die erwartete Nachfrage auf Basis von Einbauraten der Produktgruppen und lediglich einiger Fahrzeugeigenschaften mit einem kritischen Kapazitätsbedarf spezifiziert werden [vgl. VOLLING 2009, S. 59; SCHUH UND STICH 2012, S. 41]. Um das Spannungs-

feld der Dissertation widerzuspiegeln, müssen neben den Absatzmärkten ebenfalls die Anforderungen der Liefernetzwerke Berücksichtigung finden. Beispiele für Produktionsabsenkungen oder -ausfälle sind Streiks, Wettereinflüsse und Transport- oder Produktionsprobleme der Vormateriallieferketten. Abbildung A11-1 in Anhang 11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als eEPK.

*PM2 Anforderungsidentifikation intern:* Die Einhaltung der gesetzten Unternehmensziele stellt eine wesentliche Eingangsgröße dar, wie beispielsweise die Konsolidierung und Glättung der Absatzzahlen zur Zielerfüllung des Vertriebs [BB1A33.1; BV7A6]. Strategische Produktentscheidungen müssen Beachtung finden. Hierzu zählen Veränderungen in den Gültigkeitszeiträumen der Regeln im Regelwerk [BV11A5.2], exemplarisch hervorgerufen durch den PLZ von Fahrzeugmodellen und/oder Fahrzeugeigenschaften oder Fahrzeugänderungen und Modellpflegen. Ein unterschiedlicher PLZ von Fahrzeugmodellen und/oder Fahrzeugeigenschaften in den verschiedenen Absatzmärkten führt zu unterschiedlichen Gültigkeitszeiträumen der Regeln im Regelwerk in den jeweiligen Absatzmärkten [BL2A7.1]. Fahrzeugänderungen und Modellpflegen können eine Verwirbelung der dahinterstehenden Fahrzeugeigenschaften und Gültigkeitszeiträume verursachen [BB4A11]. Die Literatur beschreibt diesen Aspekt durch Anlauf- und Auslaufphasen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 236]. Eine weitere Anforderung der qualitativen Forschungsleistung stellt eine höhere Beachtung der marktindividuellen Veränderungen dar. So sollte eine Veränderung im Konfigurator der jeweiligen Absatzmärkte bei der Programmplanung Berücksichtigung finden, um Serienseetzungen, neue Fahrzeugeigenschaften oder Fahrzeugeigenschaften, die in den jeweiligen Absatzmärkten den Endkunden nicht angeboten werden, frühzeitig berücksichtigen zu können [BF6A3; BV11A9.2; BV11A11]. Die Priorisierung der Fahrzeugeigenschaften muss angegeben werden, damit eine automatisierte Lösung bei kapazitiver Unterdeckung in den jeweiligen Absatzmärkten selbst und/oder zwischen den Absatzmärkten untereinander Alternativen vorschlagen kann, die an die Interessen der Absatzmärkte angelehnt sind [BL1A8]. Eine Priorisierung innerhalb einer Fahrzeugeigenschaftsfamilie kann beispielsweise erfolgen, indem als monetärer Aspekt der Deckungsbeitrag der Fahrzeugeigenschaften oder als nicht-monetärer Aspekt die prozentuale Verteilung historischer Werte herangezogen wird. Die Tauschfunktion für Absatzmärkte bei Fahrzeugeigenschaften kann dazu verhelfen, vereinbarte Unternehmensziele hinsichtlich Absatzvolumen an die Kundenbedürfnisse der einzelnen Absatzmärkte anzupassen [BB2A22]. Anfallende Ersatzteilbedarfe bereits verkaufter Fahrzeuge können prognostiziert [BB9A6] und mit veränderten Marketingstrategien oder Werbekampagnen berücksichtigt werden [vgl. SCHMIDT 2018, S. 236]. Abbildung A11-2 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als eEPK.

*PM3 Primärbedarfsplanung:* Dieses Prozessmodul aggregiert die Prozessschritte Absatzplanung, Brutto-Primärbedarfsermittlung und Netto-Primärbedarfsentwicklung.

Die Aggregation dient dazu, eine unternehmensindividuelle Anwendbarkeit der Primärbedarfsplanung vor dem Hintergrund der jeweiligen industrie- und zeithorizontspezifischen Rahmenbedingungen sicherzustellen.

Die Absatzplanung als häufig abteilungs- bzw. funktionsübergreifende Aufgabe ist in ihrer Ausgestaltung von der unternehmenseigenen Struktur der Bereiche [vgl. SCHMIDT 2018, S. 237] und der Komplexität des Produktportfolios abhängig. Das Ergebnis Absatzprogramm gibt eine erste Vorstellung über die zu fertigenden Endprodukte mit einem Betrachtungshorizont von einem bis fünf Jahren und periodenbezogenen Absatzmengen, ohne detaillierte kapazitative Prüfung [vgl. SCHMIDT 2018; WIENDAHL ET AL. 2009, S. 57ff.; KURBEL 2003, S. 330-331]. Zur Ermittlung der Absatzplanung müssen neben den Prozessmodulen PM1 und PM2 das Regelwerk des Vertriebs und der Technik, die Stückliste, Länderquoten als Vertriebsziele sowie reale Marktentwicklungen berücksichtigt werden. Das Regelwerk beinhaltet Gültigkeitszeiträume und Kombinationsregeln und -verbote, die sicherstellen, dass technisch oder vertriebsseitig ungültige Kombinationen von Endkunden nicht bestellbar sind und nur gültige Fahrzeugeigenschaftskombinationen konfigurierbar sind [BV11A2]. Die Stückliste stellt die in einem Fertigerzeugnis verwendeten Einzelteile und Baugruppen unter Angabe der Dispositionsstufe in tabellarischer Form dar [vgl. BICHLER ET AL. 2017, S. 212] und ermöglicht eine Auflösung der aggregierten Primärbedarfe in die jeweiligen Bestandteile [vgl. KLUG 2010, S. 376]. Die Länderquoten als Vertriebsziele sowie die reale Marktentwicklung müssen als Inputgrößen einfließen. Abbildung A11-3 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung der Absatzplanung als eEPK.

Die Brutto-Primärbedarfsplanung ermittelt aus den aggregierten Werten der Absatzplanung nach Art, Mengen und Zeithorizont aus Stücklisten disaggregierte Werte. Eingangsgrößen sind der Lieferrückstand oder der Plan-Lagerbestand an Fertigerzeugnissen, Bestandsinformationen finden keine Berücksichtigung [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 42f.; GLASER ET AL. 1992, S. 37ff.; HELMKE ET AL. 2013, S. 291ff.; WEGNER UND WEGNER 2017, S. 62]. Der Brutto-Primärbedarf als Ergebnis stellt verkaufsfähige Fahrzeuge in einem vorläufigen Produktionsprogrammorschlag dar und muss in den kommenden Prozessschritten mit den verfügbaren Ressourcen abgestimmt werden [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 39-43]. Abbildung A11-4 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung zur Brutto-Primärbedarfsplanung als eEPK.

Zum Brutto-Primärbedarf aus der Absatzplanung sind der Vormerkbestand als reservierte Bestände und der Ist-Lagerbestand im Fertigwarenlager zu addieren und der sich in der Produktion befindliche Auftragsbestand und Bestellbestand abzuziehen [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 42f.]. Der Netto-Primärbedarf als Ergebnis der Netto-Primärbedarfsplanung entspricht einem Produktionsprogrammorschlag und deckt einen Zeithorizont von ein bis zwei Jahren ab [vgl. SCHMIDT 2018, S. 88]. Abbildung A11-5 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung zur Netto-Primärbedarfsplanung als eEPK.

*PM4 Analyse bestehender Restriktionen:* Dieses Prozessmodul analysiert bestehende Verträge mit Zulieferern und interne Kapazitäten, um die kapazitative Verfügbarkeit zu ermitteln. Im Sekundärbedarf werden auf Teilenummernebene Kauf- und Herstellteile und Behälter analysiert. Die internen Kapazitäten an den Fabrikstandorten und den Bandabschnitten beim OEM werden auf Eigenschaftsebene analysiert. Hierbei ist der Fokus sowie der Betrachtungsdetailgrad bestehender Restriktionen für Kauf- und Herstellteile, Behälter sowie Fabrikstandorte und die Gewerke individuell zu wählen. Eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als EPK zeigt Abbildung A11-6 in Anhang A11.

*PM5 Ermittlung produktionsorientierte Planung:* Auf Basis verfügbarer Restriktionen wird ein produktionsorientiertes Produktionsprogramm ermittelt. Zur Umrechnung der Restriktionen im Sekundärbedarf bei Kauf- und Herstellteilen sowie Behältern in Restriktionen im Primärbedarf ist das Prozessmodul PM16 anzuwenden. Aufgrund des Variantenreichtums und der Komplexität ist eine IT-Unterstützung zur Ermittlung notwendig, da eine manuelle Berechnung nicht praktikabel ist. Abbildung A11-7 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als EPK.

*PM6 Identifikation Programmveränderung:* Dieses Prozessmodul gleicht das bisherige Produktionsprogramm zur Identifikation von Programmveränderungen mit dem neuen Programmvorschlag ab. Veränderungen können vertriebsseitig über die Absatzmärkte ausgelöst werden, indem die Entwicklung der Absatzmärkte die bisherige Aufteilung der Fahrzeugvolumina, Fahrzeugmodelle und -eigenschaften obsolet macht. Zudem können Programmveränderungen durch Währungsveränderungen von dem Fachbereich Finanz angefragt werden, um ehemalige Produktionsprogramme bei Währungsveränderungen rentabel zu halten. Zu Kapazitätsabsenkungen führende Veränderungen in der Lieferkette können Programmveränderungen durch den Fachbereich Beschaffung erfordern, um proaktiv Engpässe zu vermeiden und betroffene Eigenschaften zu ersetzen. Bei Kapazitätsabsenkungen in den internen Produktionsstandorten kann der Fachbereich Produktion ebenfalls Veränderungen anfragen, wie beispielsweise bei Streiks oder Anlagenausfällen. Programmveränderungen, die auch miteinander kombiniert auftreten können, sind Verschiebungen zwischen den Absatzmärkten oder Marktregionen, den Fahrzeugmodellen und/oder den Fahrzeugeigenschaften mit oder ohne Veränderungen im Gesamtvolumen. Verschiebungen zwischen den Absatzmärkten oder Marktregionen beeinflussen durch länderindividuelle Seriensetzungen die Fahrzeugmodelle und -eigenschaften sowie die Deckungsbeiträge. Abbildung A11-8 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als EPK.

*PM7 Primärbedarfsanreicherung:* Im Status quo der Literatur und Praxis wird ein Produktionsprogramm vorschlag der Netto-Primärbedarfsplanung in der auftrags-anonymen Ressourcengrobplanung mit Produkt- und Materialhauptgruppen auf der Ebene von Produktionsbereichen oder -segmenten überprüft [vgl. SCHMIDT 2018, S. 88;

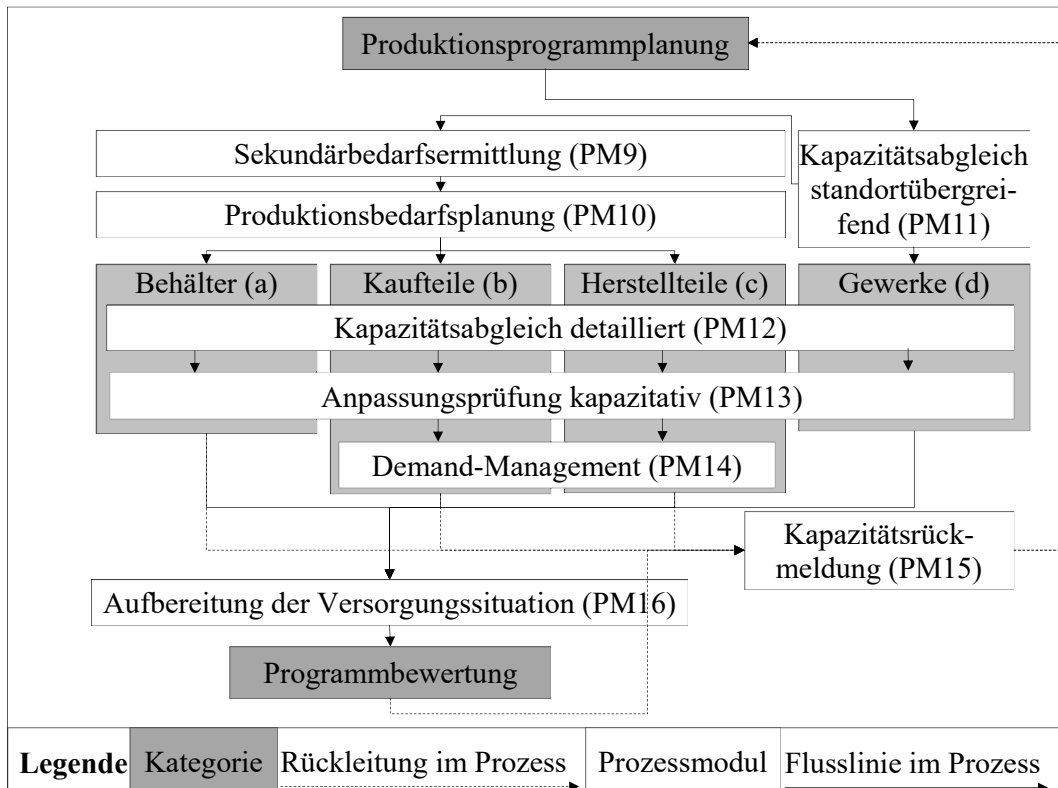


SCHUH UND STICH 2012]. Dieser Detailgrad ist durch das Spannungsfeld geforderter Einplanungsflexibilität der Absatzmärkte und globalen Lieferantennetzwerke nicht mehr zeitgemäß. Die Literatur nennt an dieser Stelle den vorherrschenden Zielkonflikt nach SCHMIDT (2018) zwischen kostenverursachender Kapazitätsflexibilität und dem durch eine hinreichende Kapazitätsflexibilität beeinflussbaren zeitlichen Verlauf des Rückstands und des Bestandsniveaus im Fertigwarenlager und der damit verbesserten Liefertermineinhaltung [vgl. SCHMIDT 2018, S. 243]. Hinzu kommt, dass die Versorgung flexibel eingeplanter Marktbedarfe durch die langkettigen Liefernetzwerke nicht immer abgesichert ist bzw. vice versa decken sich die mit ausreichendem Vorlauf eingeplanten Marktbedarfe nicht immer mit den aktuellen Marktanforderungen. Das Prozessmodul Primärbedarfsanreicherung bildet die Basis einer detaillierteren und holistischen kapazitiven Überprüfung eines aus der Netto-Primärbedarfsermittlung resultierenden Produktionsprogramms. Sofern die Nachfrageprognose im Prozessmodul PM3 Absatzplanung nicht detailliert auf Eigenschaftsebene, sondern nur für Fahrzeugmodelle erfolgt, müssen für die Detaillierung der Absatzprognose als Anreicherung des Primärbedarfs Prognoseverfahren Anwendung finden [vgl. SCHUH UND SCHMIDT 2014, S. 74-81]. Eine Anreicherung des Primärbedarfs kann erfolgen, indem der Netto-Sekundärbedarf unter Berücksichtigung des Regelwerks von der Betrachtungsebene Fahrzeugvolumen oder Fahrzeugmodellebene je Land auf die dazugehörigen Fahrzeugeigenschaften je Land heruntergebrochen und entsprechend prognostiziert wird. Eine geeignete Simulationsumgebung bietet OTD-NET, entwickelt vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik [vgl. WAGENITZ 2007], die einen Ansatz zur Modellierung und Simulation komplexer Produktions- und Logistiknetzwerke einführt und detaillierte Einblicke in Informationen und Materialflüsse, Lagerbestand, Netzwerkstabilität und -flexibilität, Randbedingungen und Einschränkungen liefert [vgl. KLINGEBIEL ET AL. 2011, S. 112]. Abbildung A11-9 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als eEPK.

*PM8 Aufbereitung Produktionsprogramm:* Um berücksichtigt zu werden, müssen Programmveränderungen konzernweit kommuniziert werden. Sofern keine entsprechende Kommunikation erfolgt, wird das bis dato freigegebene Produktionsprogramm weiterverwendet. Programmänderungen werden innerhalb dieses laufenden Programms selten umgesetzt [BL1A9.1]. Die Kommunikation erfolgt über einen vom Vertrieb ausgearbeiteten Vertriebsantrag, der die identifizierten Veränderungen enthält und als Anmeldung einer Produktionsvolumenveränderung gesehen werden kann [BV6A1]. Der Netto-Primärbedarf bereitet die Netto-Primärbedarfsplanung auf und entspricht dem Produktionsprogrammorschlag mit einem Zeithorizont von ein bis zwei Jahren [vgl. SCHMIDT 2018, S. 88]. Abbildung A11-10 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als EPK.

## 5.2.2 Prozessmodule der kapazitiven Baubarkeitsprüfung

In diesem Abschnitt werden die Prozessmodule zur kapazitiven Baubarkeitsprüfung des modularen Prozessbaukastens. Abbildung 5-3 zeigt eine mögliche Prozessmodulreihenfolge der Kategorie *kapazitiven Baubarkeitsprüfung* in Anlehnung an Abbildung 5-1, auf Basis derer nachfolgend die einzelnen Prozessmodule erläutert werden.



**Abbildung 5-3:** Prozessmodule der kapazitiven Baubarkeitsprüfung

*PM9 Sekundärbedarfsermittlung:* Dieses Prozessmodul entstammt der Literatur und aggregiert die identifizierten Prozessschritte Sekundärbedarfsermittlung und Vorlaufverschiebung sowie die Brutto- und Netto-Sekundärbedarfsermittlung. Um den Sekundärbedarf für die Erzeugnisse aus dem Produktionsprogramm abzuleiten, stehen die deterministische Bedarfsermittlung und stochastische und heuristische Verfahren [vgl. WIENDAHL ET AL. 2009, S. 280ff.] zur Verfügung. Diese müssen unternehmensindividuell nach vorherrschenden Gesichtspunkten gewählt werden. Bei der deterministischen Bedarfsermittlung werden die Sekundärbedarfe direkt aus den Primärbedarfen abgeleitet. Der Sekundärbedarf entsteht zeitlich aufgrund der Durchlaufzeit zur Herstellung des Fertigerzeugnisses aus den Baugruppen und Einzelteilen vor dem Primärbedarf [vgl. SCHMIDT 2018, S. 258]. Dieser zeitliche Versatz kann über eine sogenannte Vorlaufverschiebung [vgl. GLASER ET AL. 1992, S. 48ff.] oder eine Umlaufverschiebung [vgl. LÖDDING 2008, S. 252ff.] berücksichtigt werden.

Abbildung A11-11 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls zur Sekundärbedarfsermittlung und Vorlaufverschiebung als eEPK.

Die Brutto-Sekundärbedarfsermittlung ermittelt den Brutto-Sekundärbedarf aus den für die Herstellung der Fertigerzeugnisse erforderlichen Bedarfen an Halbfabrikaten und Rohstoffen und den aus der Bestandsplanung resultierenden Plan-Beständen an Halbfabrikaten und Rohwaren. Spezifische Methoden zur Ermittlung existieren nicht und es liegen nach SCHMIDT (2018) keine Zielkonflikte zugrunde [vgl. SCHMIDT 2018, S. 260-261]. Abbildung A11-12 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls zur Brutto-Sekundärbedarfsermittlung als eEPK.

Das Vorgehen zur Ermittlung des Netto-Sekundärbedarfs umfasst mehrere Schritte. Zum Brutto-Sekundärbedarf werden vorgenommene Materialreservierungen addiert und die Ist-Lagerbestände, der sich bereits in der Produktion befindende Auftragsbestand und die vorgenommenen Bestellungen abgezogen [vgl. GLASER ET AL. 1992, S. 51ff.]. Das Ergebnis der Netto-Sekundärermittlung ist ein nach Art, Menge und Termin bestimmter Netto-Sekundärbedarf [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 46]. Es werden keine spezifischen Verfahren eingesetzt, Zielkonflikte liegen nicht zugrunde [vgl. SCHMIDT 2018, S. 261-262; SCHNEIDER ET AL. 2005, S. 30ff., S. 366; NICOLAI ET AL. 1999, S. 39]. Eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls zur Netto-Sekundärbedarfsermittlung als eEPK zeigt Abbildung A11-13 in Anhang A11.

*PM10 Produktionsbedarfsplanung:* Dieses Prozessmodul basiert auf der Beschaffungsartzuordnung sowie der Eigenfertigungs- und Fremdbezugsplanung zur Produktionsbedarfsplanung. Die Beschaffungsartzuordnung definiert, ob ein ermittelter Bedarf durch Eigenfertigung oder Fremdbezug gedeckt wird [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 46f.]. Für die Entscheidung, ob ein ermittelter Bedarf in Eigenfertigung hergestellt oder durch Fremdbezug beschafft werden soll, gibt es eine Reihe von Verfahren wie Make-or-buy-Entscheidungen [vgl. BAJEC UND JAKOMIN 2010, S. 369; QUINN UND HILMER 1994]. Abbildung A11-14 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls zur Beschaffungsartzuordnung als EPK.

Die Eigenfertigungsplanung leitet mittelfristig den Ressourcenbedarf ab und vergleicht ihn mit der internen Ressourcenverfügbarkeit. Produktionsaufträge konkurrieren um inner- und außerbetriebliche Ressourcen. Durch die Diskrepanzen zwischen Bedarf und Angebot muss die tatsächliche Belastung den zur Verfügung stehenden Kapazitäten angeglichen werden. Einfließende Informationen sind Kapazitätsprofile, das Kapazitätsangebot, Grobarbeitspläne, die Kapazitätsbedarfe sowie geplante Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten oder durchschnittliche Personalfehltage. Das Ergebnis ist eine abgestimmte Grobbelastung der Ressourcen [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 49]. Logistische Modelle wie das Durchlaufdiagramm oder Kapazitätskonten können zur Veranschaulichung des Problems genutzt werden. Je größer die eingeplanten

Produktionsmengen sind, desto größer ist der potenziell realisierbare Umsatz. Andererseits erhöht sich damit jedoch die Wahrscheinlichkeit, dass zur Verfügung gestellte Kapazitäten nicht ausgelastet werden. Eine hinreichend große, jedoch monetär mitunter aufwändige Kapazitätsflexibilität kann diesen Zielkonflikt aufweichen [vgl. SCHMIDT 2018, S. 281]. Das Ergebnis der Fremdbezugsplanung ist das Fremdbezugsprogramm, das freigegebene Bestellungen enthält, die den Plan-Zugang der Beschaffung festlegen und den Ist-Zugang initialisieren. Bestellungsinformationen initiieren im Bestandsmanagement die Bestandsaktualisierung. Es werden keine spezifischen Verfahren eingesetzt und es liegen keine Zielkonflikte zugrunde [vgl. SCHMIDT 2018, S. 129, 264, 269]. Abbildung A11-15 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls PM10 zur Eigenfertigungsplanung und zur Fremdbezugsplanung als EPK.

*PM11 Kapazitätsabgleich Standortübergreifend:* Nicht alle Fahrzeugmodelle werden an allen Fabrikstandorten des OEM produziert, weswegen sich Veränderungen standortspezifisch unterschiedlich stark auswirken können. Die standortübergreifende kapazitative Prüfung prüft Produktionsprogrammveränderungen auf Wochenbasis unter Berücksichtigung der an der Unternehmensstrategie ausgerichteten Verteilung von Fahrzeugmodellen auf die festgelegten Produktionstage und die dahinterstehenden Schichtsysteme der Produktionsstandorte. Sie stellt diese Fahrzeugverteilung den Wartungsarbeiten, Schließtagen, rechtlichen Eigentümerstrukturen, politischen Gegebenheiten oder anlagenseitigen Fabrikstandortrestriktionen an den Fabrikstandorten gegenüber, um einen standortübergreifenden Bedarfs- und Kapazitätsabgleich zu ermöglichen. Wenn dieses Prozessmodul eine positive Kapazitätsprüfung ergibt, kann ein detaillierter Kapazitätsabgleich für die Gewerke der internen Produktionsstandorte Karosseriebau, Lackiererei und Montage sowie für Herstell- und Kaufteile und die für den Transport von der Produktionsstätte zum Verbauort benötigten Behälter als Ladungsträger nachgelegt angestoßen werden. Abbildung A11-16 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als EPK.

*PM12 Kapazitätsabgleich detailliert:* Der detaillierte Bedarfs- und Kapazitätsabgleich findet nachgelagert zu einer positiven Kapazitätsprüfung des Prozessmoduls PM12 statt. Bei Herstell- und Kaufteilen sowie Behältern muss eine Umrechnung der Primärbedarfe in Sekundärbedarfe über die Sekundärbedarfsermittlung erfolgen, weswegen das Prozessmodul PM9 Sekundärbedarfsermittlung vorgelagert benötigt wird. Zur kapazitiven Prüfung muss ebenfalls festgelegt werden, ob die umgerechneten Sekundärbedarfe über die Eigenfertigungs- und Fremdbezugsplanung abgedeckt werden. Hierzu dient PM10 Produktionsbedarfsplanung. Nachdem festgelegt ist, ob die Sekundärbedarfe über eine Eigenfertigungs- oder Fremdbezugsplanung abgedeckt werden, kann der detaillierte Bedarfs- und Kapazitätsabgleich für Herstell- und Kaufteile sowie Behälter angestoßen werden. Für einen detaillierten Kapazitätsabgleich bei Behältern in

Prozessmodul PM12a ist es wichtig, den Soll-Bestand mit dem Ist-Bestand abzugleichen, hierbei muss auch der sich im Umlauf befindliche Behälterbestand berücksichtigt werden. Behälter sind Logistikhilfsmittel wie Gestelle, Paletten, Kunststoffkisten oder Gitterboxen und dienen dem Schutz der zu transportierenden Güter und der Vereinfachung der Lagerung und des Umschlags [vgl. SYDOW 2017, S. 221; KLUG 2010, S. 149] vom Fertigungsort beim Lieferanten zum Verbauort im Produktionsstandort des OEM. Die Unterteilung in Mehrweg- und Einwegbehälter am Beispiel der *Volkswagen AG* [vgl. SYDOW 2017, S. 221] ermöglicht die Konkretisierung, dass ein detaillierter Kapazitätsabgleich bei Behältern primär Mehrwegbehälter fokussiert. Der Kapazitätsabgleich mit Einwegbehältern ist zumeist nicht erforderlich, da diese i. d. R. nicht vorgehalten, sondern eine Ausweichmöglichkeit in PM13a der kapazitiven Anpassung zu Mehrwegbehältern sind. Des Weiteren ist ein Fokus auf Sonderladungsträger ratsam, da deren Wiederbestelldauer die der Ladungsträger übersteigt und konkreten Teilenummern zugeordnet ist. Das Kaufdatum und die Lebenserwartungsdauer der Behälter dienen der Prognose, ab wann ein Behältertausch ratsam ist, um das steigende Ausfallrisiko zu berücksichtigen. Für einen detaillierten Kapazitätsabgleich bei Kaufteilen in dem Prozessmodul PM12b und für Herstellteile in dem Prozessmodul PM12c werden neben den ermittelten Bedarfen die Kapazitätsdaten benötigt. Abbildung A11-17 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls zum Fremdfertigungsprogrammorschlag für Behälter und Kaufteile als EPK.

Bei Kauf- und Herstellteilen muss bekannt sein, welche Teile wie bezeichnet und welcher Teilenummer zugeordnet werden und welche Teilenummern in welchen Kapazitätsgruppen zusammengefasst werden. Zudem ist die Normal- und Maximalkapazität je Periode relevant, in der Automobilindustrie wird hierunter zumeist eine Wochenkapazität verstanden. Diese Teilenummernbedarfe müssen gegen die bestehenden Kapazitäten und individuell zu erstellenden Kapazitätskorridore gespiegelt werden, um eine Kategorisierung in restriktive und nicht-restriktive Teilenummern vornehmen zu können. Das Ziel neben der Abbildung von Einbauratenschiebungen [BB11A19] ist die rollierende Überprüfung auf Sinnhaftigkeit externer Lieferantenkapazitäten [BL4A5.2]. Der Kapazitätsabgleich in den Gewerken der internen Produktionsstandorte erfolgt für die Anlagen- und -Personalkapazitäten interner Produktionsstandorte in dem Prozessmodul PM12d. Abbildung A11-18 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls für Herstellteile und Bandabschnitte als EPK.

*PM13 Anpassungsprüfung kapazitativ:* Diese Prüfung verfolgt über Absenkungs- oder Erweiterungsmaßnahmen das Ziel, kritische Kauf- und Herstellteile, Behälter und interne Produktionskapazitäten dem Produktionsprogramm entsprechend aufzulassen. Die Anpassungsprüfung kann über Optimierungsmodelle als Methoden des Operations-Research umgesetzt werden. Die Eingangsgröße sind die Kapazitätsmaßnahmen des Kapazitätsangebots und der Kapazitätsnachfrage mit den jeweiligen Unterkategorien

Erhöhung und Verringerung [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 75-78] der Literatur. Grenzkapazitäten und -kosten sind bei Kapazitätserweiterungsschritten ebenfalls zu berücksichtigen [BL8A6]. Zusätzlich zu den Kapazitätsgrenzen und deren zeitlicher Realisierbarkeit zur kapazitiven Anpassung [vgl. HEROLD 2007, S. 38] sind einer Maßnahme für ihre jeweilige Ausprägung in dem entsprechenden Level immer Grenzkosten als die Kosten der letzten produzierten Einheit zugeordnet. Durch die Betrachtung der neu entstehenden oder wegfallenden Kosten einer zusätzlichen Produktionseinheit lassen sich Entscheidungen beispielsweise den Auslastungsgrad [vgl. VOEGELE UND SOMMER 2012, S. 33] oder die Wirtschaftlichkeit der Realisierung des Produktionsprogramms betreffend untermauern. Der zeitliche Rahmen der Maßnahmen, bis die benötigten Bedarfe befriedigt werden, wird durch die Laufzeit [BB1A21] oder die Vorlaufzeit [BL8A9] einer Maßnahme definiert. Die Laufzeit beschreibt, ob sich eine Maßnahme über mehrere Perioden erstreckt, einmalig auftritt oder Ruhezeiten beispielsweise durch gesetzliche Restriktionen erforderlich sind. Die Berechnung der Vorlaufzeit orientiert sich an den vorgelagerten Logistik- und Fertigungsprozessen und beschreibt bei Kaufteilen die externen Wiederbeschaffungszeiten zur Bereitstellung und bei Herstellteilen die interne Vorlaufzeit zur Fertigung [vgl. KLUG 2010, S. 177]. Abbildung A11-19 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als eEPK.

*PM14 Demand-Management:* Die Steuerung der Kundennachfrage kann durch diverse Ansätze erfolgen. Beispielsweise arbeiten psychologische Preisgrenzen mit einem günstigen Initialpreis für das Basismodell, um das Kundeninteresse zu wecken. Dies kann für Marketingaktionen genutzt werden, um die Kundennachfrage zielgerichtet von restriktiven Eigenschaften weg auf lieferbare Eigenschaften zu lenken. Die Preislogik im Konzern findet Berücksichtigung, um Verwässerungen des Images zu vermeiden. Die technische und vertriebsseitige Paketierung erhöht die Einbauraten der entsprechenden Eigenschaften, wobei die vertriebliche Paketierung schwerer umzusetzen ist, da bei der Erstellung auf technische Restriktionen geachtet werden muss. In einem hochwertigen Fahrzeugmodell sind mehr Fahrzeugeigenschaften als im Grundmodell hinterlegt. Vom Endkunden zu erwerbende Eigenschaften sind Kauf- und Herstellteile, weswegen eine Steuerung der Kundennachfrage in beiden Fällen sinnvoll sein kann. Bei nicht lieferbaren Umfängen ist eine Weitergabe lieferbarer Umfänge als Alternativen an die Endkunden über den Vertrieb ratsam, um den Bedarf von nicht lieferbaren Eigenschaften wegzulenken [BL2A7.1; BB1A37; BB2A20]. Abbildung A11-20 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als EPK.

*PM15 Kapazitätsrückmeldung:* Dieses Prozessmodul ermöglicht den iterativen Rückkopplungsprozess der kapazitätsbereitstellenden Fachbereiche für Kauf- und Herstellteile sowie Behälter an den Vertrieb, sofern diese mit Sekundärbedarfen arbeiten. Es dient der Rückrechnung der Teilenummern von Kauf- und Herstellteilen und

Behältern in Eigenschaften des Vertriebs. Die Rückmeldung der kapazitiven Verfügbarkeit beim Automobilhersteller für die Fahrzeugvolumina im internen Produktionsnetzwerk der internen Fabrikstandorte und in den Gewerken Karosseriebau, Lackiererei und Montage erfordert i. d. R. keine vorgelagerte Rückrechnung der Sekundär- in Primärbedarfe, da das interne Produktionsnetzwerk mit Primärbedarfen und nicht mit Sekundärbedarfen rechnet. Abbildung A11-21 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als EPK.

*PM16 Aufbereitung der Versorgungssituation:* Transparenz für ein wirtschaftliches und nachhaltiges Handeln hinsichtlich Versorgungbarkeit und finanzieller Auswirkungen von Produktionsprogrammänderungen wird durch die Aufbereitung der Versorgungssituation ermöglicht. Sofern die Versorgungssicherheit auch mit kapazitiven Anpassungen nicht sichergestellt ist, können für Kauf- oder Herstellteile über das Demand-Management andere Ausstattungsmerkmale identifiziert oder die Steuerung der Kundennachfrage angefragt werden. Diese angefragten Veränderungen können eine Mixverschiebung nach sich ziehen, die sich auf die Kapazitätsauslastung der Eigenfertigung, des Fremdbezugs und der internen Fabrikstandorte auswirkt. Folglich bereitet dieses Prozessmodul die Programmbewertung aus Abschnitt 5.2.3 vor. Abbildung A11-22 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung dieses Prozessmoduls als EPK.

### 5.2.3 Prozessmodule der Programmbewertung

In diesem Abschnitt werden die Prozessmodule zur Programmbewertung des modularen Prozessbaukastens als Konzept zur ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen erläutert. Indem monetäre Größen wie der Deckungsbeitrag, kapazitative Anpassungskosten oder -einsparungen sowie Freigabestufen ermittelt werden, zahlen die beiden Prozessmodule PM17 und PM18 in die Programmbewertung als PM19 ein. Abbildung 5-4 zeigt eine mögliche Prozessmodulreihenfolge der Kategorie *Baubarkeitsprüfung kapazitativ* auf Basis derer nachfolgend die einzelnen Prozessmodule erläutert werden.

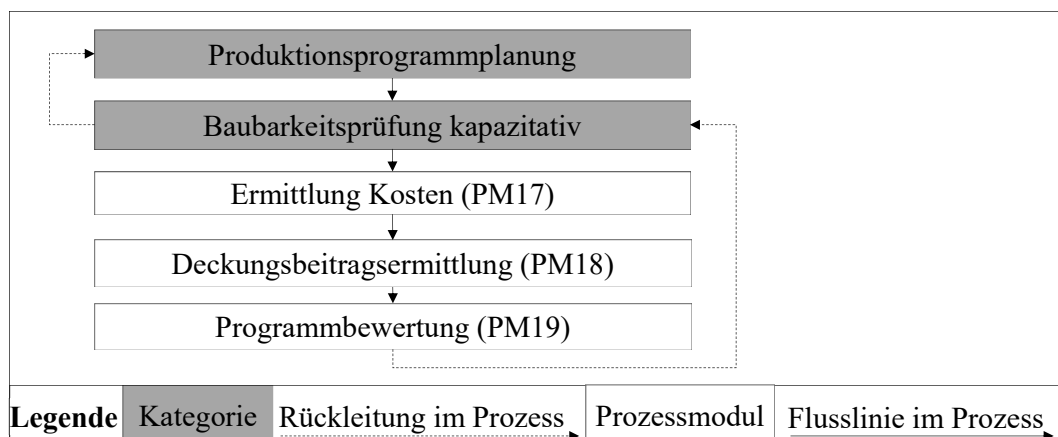


Abbildung 5-4: Prozessmodule der Programmbewertung

*PM17 Ermittlung Kosten:* Zur Ermittlung von Kapazitätsanpassungskosten zählen relevante Kosten, die direkt mit der Bereitstellung und Nutzung von Kapazitätsflexibilität in Verbindung stehen [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 61, 113] und sich gegenüber der Ausgangssituation durch eine Entscheidungsänderung ergeben [vgl. EWERT UND WAGENHOFER 2008, S. 169]. Diese Kapazitätsanpassungskosten beziehen sich auf Kauf- und Herstellteile [BB6A4], Behälter [BL2A3] und Fabrikstandorte beim OEM [BF7A19; BF5A8; BF5A24.2]. Eine Pauschalisierung von Kostensätzen bei Absenkungs- und Erweiterungsmaßnahmen ist aufgrund ihrer Individualität nicht möglich [BB8A4; BF5A8]. Opportunitätskosten sind relevante Kosten [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 116], die beispielsweise bei einer Mixverschiebung als entgangener Deckungsbeitrag der Fahrzeugmodelle und -eigenschaften, deren Einbaurate als Folge sinkt, entstehen [vgl. MAIWORM 2014, S. 532]. Nach der Fertigstellung eines noch nicht an den Endkunden gelieferten Fahrzeugs können Kosten entstehen, wenn Fahrzeuge nicht termingerecht geliefert werden, wie beispielsweise durch Fahrzeugtransporte, Flächenanmietungen, Reinigungsaufwände oder steigende Beschädigungsrisiken [BV5A7.2]. Eine Nichtabnahme vertraglich geregelter Abnahmemengen kann Zusatzkosten durch Strafzahlungen [BL2A10] und/oder Verschrottungskosten zur Folge haben [BL10/BL6A17]. Rabattierung für den Endkunden und Importeure [BV1A6] oder Marketing-Aufwendungen [BF2A12] können den Unternehmensgewinn schmälern. Die zur Ermittlung von Kapazitätsanpassungskosten direkt mit der Bereitstellung und Nutzung von Kapazitätsflexibilität in Verbindung stehenden relevanten Kosten [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 113] können bei negativen Kosten auch als Einsparungen angesehen werden. Dies ist der Fall, sofern sie sich durch eine Änderung der Entscheidung gegenüber der Ausgangssituation ergeben [vgl. EWERT UND WAGENHOFER 2008, S. 169] und durch das Wegfallen beauftragter Kapazitäten den Deckungsbeitrag erhöhen. Da Wertgrenzen unterschiedliche Prüfungsschritte erfordern, ist die Ermittlung von Freigabestufen zu den anfallenden Kapazitätsveränderungskosten ebenfalls zu berücksichtigen [BB2A13.2; BB4A3.2]. Sofern keine Freigabe erfolgt können zeitnah andere Maßnahmen identifiziert oder neue Ausstattungsmerkmale im Primärbedarf gesucht werden. Abbildung A11-23 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls *PM17 Ermittlung Kosten* der Kategorie Programmbewertung als EPK.

*PM18 Deckungsbeitragsermittlung:* Dieses Prozessmodul ermittelt länderspezifisch den Deckungsbeitrag der Fahrzeugmodelle und -eigenschaften im Produktionsprogramm [BF3A1; BV1A2]. Für die Bestimmung des Deckungsbeitrages sind den variablen Selbstkosten die Nettoerlöse als effektive Einnahmen der Planungsperiode durch Aufsummierung aller Erzeugnisarten gegenüberzustellen [vgl. HAHN UND LABMANN 1999, S. 279; KILGER ET AL. 2012, S. 79]. Veränderungen im Modellmix, Fahrzeugeigenschaftsmix oder der Länderverteilung der zu produzierenden Fahrzeuge können sich



positiv oder negativ auf den Deckungsbeitrag des Produktionsprogramms auswirken. Die Kostenermittlung fokussiert relevante Kosten [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 113], verglichen zur Ausgangssituation entstehende [EWERT UND WAGENHOFER 2008, S. 169] und direkt mit der Bereitstellung und Nutzung von Kapazitätsflexibilität in Verbindung stehende [vgl. GOTTSCHALK 2005, S. 61] Kosten. Vom ermittelten Deckungsbeitrag der länderspezifischen Fahrzeugmodelle und -ausstattungen des Produktionsprogramms [BF3A1; BV1A2] sind die anfallenden Kosten für Kapazitätsanpassungen abzuziehen [BL8A7] und Einsparungen hinzurechnen. Aus Kosten für Kapazitätserweiterungsmaßnahmen resultierende negative Deckungsbeiträge können aus strategischen Gründen akzeptiert werden [BL10/BL6A22; BF7A3; BB2A29], wie beispielsweise zur Steigerung der Kundenzufriedenheit, der Marktanteilrückgewinnung oder des Markteintrittes. Sofern eine vollständige Anreicherung des Primärbedarfes nicht umsetzbar ist, können Durchschnittswerte zur Bewertung ausreichen [BF5A13]. Abbildung A11-24 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM18 *Deckungsbeitragsermittlung* zur Ermittlung des Gesamtdeckungsbeitrages der Kategorie Programmbewertung als EPK.

Um eine inkrementelle finanzielle Bewertung des Ist-Programms gegenüber dem Vorprogramm als absolute Veränderung anzugeben, müssen die jeweiligen Deckungsbeiträge miteinander verrechnet werden. Abbildung A11-25 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM18 *Deckungsbeitragsermittlung* zur inkrementellen finanziellen Bewertung des Ist-Programms gegenüber dem Vorprogramm der Kategorie Programmbewertung als EPK.

*PM19 Programmfreigabe:* Nach der Aufstellung eines realisierbaren Produktionsprogrammvorschlages und der finanziellen Bewertung ist dieser freizugeben. In der Vorstandssitzung erfolgt eine Bewertung des Vertriebsantrags. Das Endergebnis ist eine Verabschiedung des angepassten Vertriebsziels für das laufende Jahr oder eine Beibehaltung des vereinbarten Produktionsprogramms [BV8/BV9A8]. Erweist sich das Produktionsprogramm als wirtschaftlich und versorgbar, wird es freigegeben. Dieses Prozessmodul hat als Ergebnis ein freigegebenes Produktionsprogramm. Eine Ablehnung hat eine Programmanpassung oder eine Verwendung des vorherigen Produktionsprogramms zur Folge. Abbildung A11-26 in Anhang A11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM19 *Programmfreigabe* der Kategorie Programmbewertung als EPK.

### **5.3 Zusammenfassung: Modularer Prozessbaukasten als Konzept ereignisorientierter Bewertung automobiler Produktionsprogramme**

Der modulare Prozessbaukasten als konzeptionelles Forschungsergebnis ermöglicht eine unternehmensindividuell ausgestaltbare ereignisorientierte Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen im mittelfristigen Zeithorizont. Die theoretischen Anforderungen der Literatur wurden um Anforderungen der unternehmerischen Praxis mittels qualitativer Experteninterviews als Eingangsgrößen der Konzeptentwicklung erweitert. Die Anwendung des modularen Prozessbaukastens durch eine grafische Modellierung eines Referenzprozesses dient zusätzlich zur Validierung der Vollständigkeit der im modularen Prozessbaukasten enthaltenen Prozessmodule.

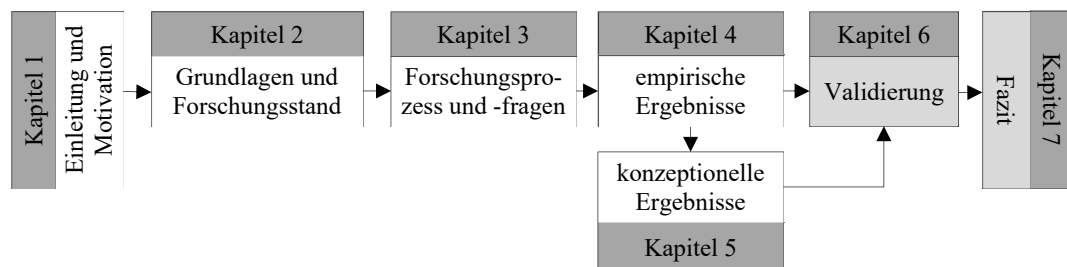
Der über die Experteninterviews erhobene Ist-Prozess der Praxis weist wie die Geschäftsprozesse der Literatur zur Produktionsprogrammplanung lediglich eine Unterstützung der Realisierung des Produktionsprogramms auf. Daher erfolgt die Detailbewertung der Programmveränderungen sowie die Identifikation und Initiierung der Anpassungsmaßnahmen für unzureichende Kapazitäten erst, nachdem die Lieferabrufe an die Lieferanten schon versandt wurden. Der modulare Prozessbaukasten beantwortet diese zentrale Schwachstelle durch ein neues Prozessmodul, das den ermittelten Primärbedarf anreichert und so eine schnelle, der Programmfreigabe vorgelagerte, Sekundärbedarfsermittlung ermöglicht um für Kauf-, Herstellteile und Behälter Restriktionen frühzeitig zu identifizieren. Dies schafft Transparenz hinsichtlich der Auswirkungen von Programmveränderungen auf die kapazitätsbereitstellenden Fachbereiche und ermöglicht über iterative Schleifen eine Rückmeldung der Versorgungssituation an den Vertrieb.

Die langwierigen und durch einen sequentiellen Durchlauf gekennzeichneten Prozesse der Literatur und der Praxis werden der komplexen und dynamischen Marktentwicklung nicht mehr gerecht. Diese Schwachstelle einer reaktiven Bewertung von Produktionsprogrammveränderungen wird durch die ereignisorientierte Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen in dem modularen Prozessbaukasten beantwortet. Da weder eine rein markt- noch produktionsorientierte Sichtweise in der Praxis auffindbar sind und Mischformen beider Ansätze überwiegen, erfüllt der modulare Prozessbaukasten die Anforderung, beide Ansätze als mögliche Startpunkte einer ereignisorientierten Initiierung zu ermöglichen. Folglich richtet sich die Produktionsprogrammplanung als erste Kategorie im modularen Prozessbaukasten nach der unternehmensindividuellen Ausgangslage und ermöglicht Mischformen zwischen der markt- und der produktionsorientierten Programmermittlung.

Die Anforderungen an eine Systematik zur finanziellen Bewertung automobiler Produktionsprogramme findet im modularen Prozessbaukasten durch eine Verrechnung

des zu erzielenden Gesamtdeckungsbeitrages mit den entstehenden Kosten kapazitiver Anpassung Berücksichtigung. Der Gesamtdeckungsbeitrag ergibt sich aus der Summe der einzelnen im Produktionsprogramm enthaltenen länderspezifischen Deckungsbeiträge je Land für Fahrzeugmodellgruppen und Eigenschaften. Zudem wird die finanzielle inkrementelle Veränderung des neuen Produktionsprogramms zum Vorprogramm abbildbar, um nach Möglichkeit das wirtschaftlichste baubare Produktionsprogramm über die iterativen Rückkopplungsschleifen für den Automobilhersteller zu ermitteln. Hierfür erfolgt eine Priorisierung der hochwertig ausgestatteter Fahrzeugproduktlinien mit einem höheren Deckungsbeitrag, sofern diese am Markt absetzbar, kapazitativ versorgbar und in den internen Fabrikstandorten unter Berücksichtigung der dort vorherrschenden Restriktionen baubar sind.

Die Beantwortung der dritten Forschungsfrage basiert maßgeblich auf den bei einem deutschen Automobilhersteller durchgeführten Experteninterviews und den über die systematische Literaturrecherche identifizierten Ansätzen der Literatur. Sie resultiert in dem modularen Prozessbaukasten als Konzept zur ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme im mittelfristigen Betrachtungshorizont. Den Ausarbeitungsfortschritt im Kontext dieser Dissertation zeigt Abbildung 5-5.



**Abbildung 5-5:** Fortschritt der Ausarbeitung in Kapitel 5



## 6 Validierung des modularen Prozessbaukastens

In diesem Kapitel erfolgt ein Beitrag zur Validierung des modularen Prozessbaukastens zur Bewertung automobiler Produktionsprogramme hinsichtlich Kapazitäten und finanzieller Verschiebungen im mittelfristigen Betrachtungshorizont. Das Ziel ist die Überprüfung der Anwendbarkeit, der nutzerseitigen Akzeptanz in der Praxis sowie des resultierenden Nutzens [vgl. GEHRKE 2017, S. 235; GREIFFENBERG 2003, S. 947ff.; WALTER 2015, S. 121; FETTKE UND LOOS 2004, S. 3; THOMAS UND LOOS 2006, S. 15ff.]. Die zugrunde liegenden Rahmenbedingungen der vorliegenden Dissertation im Validierungsansatz der Forschungsergebnisse werden in Unterkapitel 6.1 vorgestellt und diskutiert. Eine inhaltliche Vertiefung des Validierungsansatzes hinsichtlich Anwendbarkeit und nutzerseitiger Akzeptanz in der Praxis erfolgt in Unterkapitel 6.2 durch Workshops. Ein weiteres Ziel ist die Konzeptentwicklung zur prototypischen Implementierung, um einen weiteren Beitrag zur Validierung leisten zu können. Die prototypische Umsetzung und Implementierung exemplarischer Prozessmodule des modularen Prozessbaukastens erfolgt in Unterkapitel 6.3 und dient als Beitrag zur Veranschaulichung des resultierenden Nutzens in der Praxis. Eine Zusammenfassung der Beiträge zur Validierung des modularen Prozessbaukastens zeigt Unterkapitel 6.4.

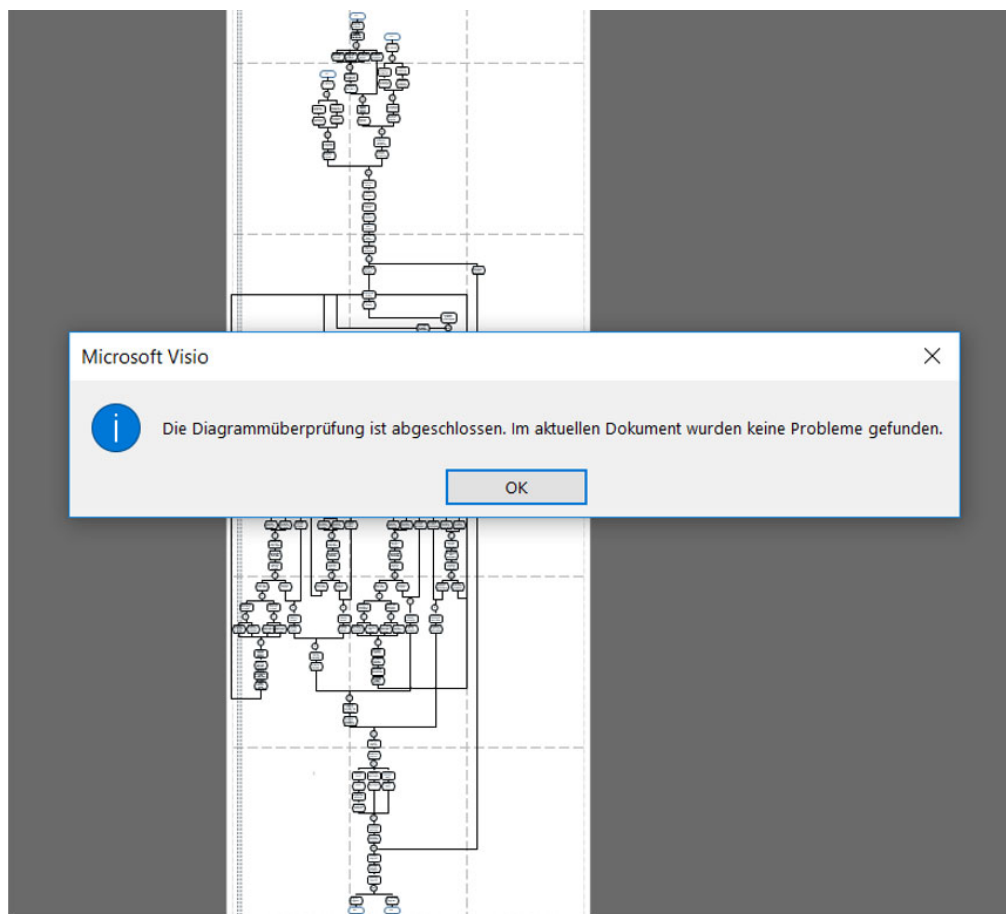
### 6.1 Unternommene Ansätze zur Ergebnisvalidierung

Um das Ziel der Validierung, also die Überprüfung der Anwendbarkeit und der nutzerseitigen Akzeptanz des entwickelten Konzeptes einer ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme in der Praxis zu erreichen, wurde im Rahmen dieser Dissertation eine Kombination unterschiedlicher Validierungsmaßnahmen durchgeführt. Die Validierung eines Ergebnisses hängt vom dahinterstehenden Verwendungszweck ab [vgl. WAGENITZ 2007, S. 167; SARGENT 1998, S. 141], weswegen zunächst der konkrete Verwendungszweck definiert wird. Der Verwendungszweck des modularen Prozessbaukastens besteht darin, das Spannungsfeld erforderlicher Einplanungsflexibilisierung und der benötigten Vorplanungsstabilität sowie -güte durch eine zeitlich vorgelagerte Bewertung automobiler Produktionsprogramme im mittelfristigen Zeithorizont zu reduzieren und die Versorgungssicherheit und Ökonomie der Produktionsprogramme zu erhöhen. Die Gestaltungsempfehlung des modularen Prozessbaukastens in Kapitel 5 ermöglicht dies.

Die Forschungsergebnisse dieser Dissertation wurden im Rahmen der Auswertungsmethode der qualitativen Inhaltsanalyse aus einer Mischform eines deduktiv-induktiven Forschungsdesigns hergeleitet. Aus diesem Forschungsdesign sind zunächst alle relevanten Hintergrundinformationen zur Produktionsprogrammplanung und -bewertung identifiziert und in Kapitel 4 alle Schwachstellen und Anforderungen kategorienbasiert aufbereitet worden.

Daran schließt sich der empirische Vergleich zur Herleitung des Ist-Prozesses an. Das entwickelte Konzept als modularer Prozessbaukasten zur automobilen Programmierung enthält Prozessmodule, die im Kern aus Daten, Informationen und Prozessen der Praxis entwickelt sind. Mit dem verwendeten Forschungsdesign ist die Praxisanwendbarkeit der Lösung a priori sichergestellt. Die Validität und Reliabilität des gewählten Forschungsdesigns wurde bereits erläutert.

Der Nachweis der Einhaltung definierter Notationsregeln in der grafischen Modellierung des modularen Prozessbaukastens konnte ebenfalls abgeschlossen werden. Im Kontext einer Modellverifikation wurde überprüft, ob das konzeptionelle Modell korrekt in ein Computermodell implementiert und umgesetzt werden kann. Primär handelt es sich um einen Semantiktest, der die Einhaltung der EPK-Modellierungsrichtlinien hinsichtlich des prozessualen Startereignisses, der Abfolge verwendeter Ereignisse und Funktionen, der logischen Konnektoren sowie des Endereignisses durch die in *Microsoft Visio*® integrierte Prüffunktion überprüft. Abbildung 6-1 zeigt das Ergebnis des Semantiktests für die Anwendung des modularen Prozessbaukastens in *Microsoft Visio*®.



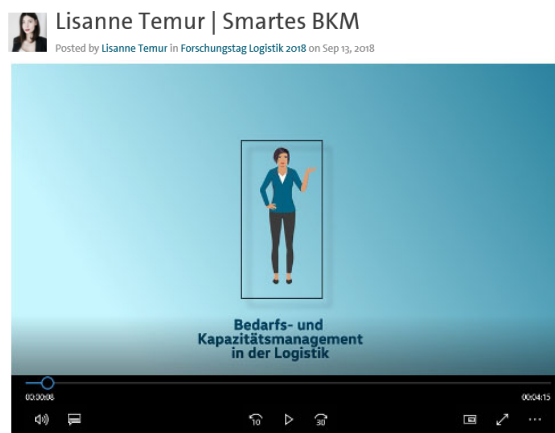
**Abbildung 6-1:** Nachweis der Einhaltung definierter Notationsregeln

Zur Praxisvalidierung der Forschungsergebnisse hat weiterhin beigetragen, dass die Ergebnisse über einen Zeitraum von Mai 2016 bis März 2018 im Praxisumfeld eines

Automobilherstellers erforscht und entwickelt worden sind. Durch die über diesen Zeitraum kontinuierliche Einbindung der Forschenden als Autorin der vorliegenden Dissertation in das Praxisumfeld wurde die Anwendbarkeit und Relevanz entwickelter Lösungen für die Praxis kontinuierlich evaluiert und sichergestellt. In diesem Kontext konnten die Zwischenergebnisse und das Endergebnis mit Praxispartnern, Experten und späteren Nutzern der Lösung intensiv diskutiert und hinsichtlich der gesetzten Ziele evaluiert werden.

Die aktive Rolle im Konzernarbeitskreis zur Programmplanung und zum BKM ermöglichte der Forschenden, eine Vorreiterrolle hinsichtlich einer konzernweiten Pilotierung und Umsetzung in enger Zusammenarbeit mit einer Partnermarke einzunehmen. Als Basis dieser Zusammenarbeit und Grundlage der Arbeitsteilung diente der modulare Prozessbaukasten als Forschungsergebnis der vorliegenden Dissertation, der durch die Validierungsgespräche im Konzernkontext neben der marktorientierten Sicht um die produktionsorientierte Sicht der Prozessmodule PM4 und PM5 erweitert wird. Aufgrund der hohen Nachfrage erfolgt die Umsetzung der in der Konzeptentwicklung zur prototypischen Implementierung (siehe Unterkapitel 6.2) als relevant identifizierten Prozessmodule unter Mitarbeit diverser Konzernmarken.

Ein weiterer Beitrag zur Validierung der vorliegenden Ergebnisse bestand in der konzernweiten Ergebnispräsentation vor dem Logistik-Führungskreis der Konzernmarken im September 2018. Im Anschluss wurden sämtliche Unterlagen konzernweit im Intranet zur Verfügung gestellt, indem eigens ein Blog-Post mit verlinkenden Hashtags auf die Forschungsleistung erstellt wurde. Das Feedback war durchweg positiv, es wurden viele Schnittstellen ermöglicht und Potenziale zur Anwendung identifiziert. Abbildung 6-2 zeigt den Kommunikationsansatz zur konzernweiten Validierung der Forschungsergebnisse am Beispiel des hochgeladenen Kurzfilms zum modularen Prozessbaukasten unter dem Arbeitstitel „Smartes BKM“ oder synonym „SMART DCM“.



**Abbildung 6-2:** Nachweis der konzerninternen Validierung

## 6.2 Workshop-Design zur Konzeptvalidierung

Zur Validierung der Übertragbarkeit des modularen Prozessbaukastens automobiler Produktionsprogrammabwicklung erfolgte zunächst eine definitorische Einordnung und Vorstellung von Großgruppenverfahren, um im Anschluss die Ausgestaltung des Workshop-Designs vorzunehmen. Die Ausgestaltung der Konzeptentwicklung zur prototypischen Implementierung ist ein weiteres Workshop-Ergebnis und bildet die Basis der Anwendbarkeit der konzeptionellen Ergebnisse in Unterkapitel 6.3 ab.

Bei einem Workshop steht die gemeinsame Ergebniserarbeitung durch ein Team von Menschen im Vordergrund, ohne deren hierarchische Position im Arbeitsprozess zu berücksichtigen. Somit grenzt sich dieser Begriff von anderen Veranstaltungsformen wie Meetings, Jour Fixes, Konferenzen oder Informations- und Delegationsveranstaltungen ab [vgl. STAUD 2006, S. 87; KELLNER 2000, S. 36, 40]. Gründe für die gemeinsame Arbeit in einem Workshop sind [vgl. STAUD 2006, S. 88]:

- eine durch die Beteiligung der Mitarbeiter erreichte leichtere Identifikation mit den Zielen, Aufgaben und Entscheidungen
- die Förderung der Mitarbeiteranerkennung und -selbstverwirklichung,
- der Umgang mit unterschiedlichen Sichtweisen und Ideen
- der kooperative Arbeitsstil über Hierarchiegrenzen hinweg, der die Zusammenarbeit in Gruppen und Abteilungen fern des Workshops beeinflusst
- eine größere Nähe der Führungskräfte und Spezialisten zur Alltagsrealität

Die Anlässe und Ziele von Workshops variieren, weswegen zwischen unterschiedlichen Arten bzw. Typen von Workshops differenziert wird. Es gibt Workshops zur Problem-, Entscheidungs- und Zielfindung, zur Diagnose und Ursachenanalyse, zur Risikoanalyse, zur Strategieentwicklung und zur Problemlösung [vgl. STAUD 2006, S. 88; KELLNER 2000, S. 124ff.]. Die Durchführung eines Workshops sollte sich an vier Kernregeln orientieren [vgl. STAUD 2006, S. 89f.; KELLNER 1997, S. 36f.]:

- definiertes Ergebnis als Resultat gemeinsamer Arbeit
- Ergebniserarbeitung im Workshop
- Ergebniserarbeitungsunterstützung durch Techniken, Verfahren und Medien
- Informationen, Fachwissen und Kompetenzen zur Ergebniserarbeitung liegen vor

Zur Ableitung einer geeigneten Ausgestaltung des Workshop-Designs zur Validierung erfolgte zunächst eine Vorstellung von Großgruppenverfahren. Sie dienen dazu, die Lage einer Organisation gemeinsam zu analysieren, Visionen und Ziele zu entwerfen und entsprechende Maßnahmen zu planen. SCHIERSMANN UND THIEL (2018) stellen einige Verfahren vor [vgl. STAUD 2006, S. 105-106]. Die „Zukunftswerkstatt“ gibt Menschen mit ihren Ideen, Wünschen und Interessen ein Verfahren an die Hand, an ihrer Zukunft zu „werkeln“ [vgl. STAUD 2006, S. 132]. Sie basiert auf den zwei Grundressourcen



Wissen über die eigenen Lebensumstände sowie der Phantasie zu Wunschvorstellungen und dem Träumen von idealen Zuständen [vgl. DAUSCHER UND MALEH 2006, S. 112]. Eine Vor- und Nachbereitungsphase gehören zum Grundablauf dazu. Erstere enthält die praktische Vorbereitung sowie die Themenfestlegung und -ankündigung. Charakteristisch ist die Aufteilung in die drei Phasen Kritik-, Phantasie- oder Utopie-Phase und zuletzt die Verwirklichungs-/Umsetzungs-/Realisierungsphase. In jeder der drei Hauptphasen werden Schwerpunkte gebildet, mit denen sich die Teilnehmenden in Kleingruppen näher beschäftigen. Ihre Aussagen werden gesammelt, schriftlich festgehalten und visualisiert, um den Verlauf mitverfolgen zu können [vgl. DAUSCHER UND MALEH 2006, S. 122f.]. Schnittstellen-Workshops zielen auf die Kommunikation zwischen Mitarbeiter\*innen in internen Abläufen und Wertschöpfungsprozessen im Unternehmen ab. Neben den formalen Kommunikations- und Entscheidungswegen erfolgt ein Großteil wertschöpfender Arbeit über informelle Strukturen [vgl. KRACKHARDT UND HANSON 1993; CROSS UND PARKER 2004]. In einem moderierten Workshop werden Probleme und Verbesserungen diskutiert, Maßnahmen abgeleitet und deren Umsetzung geplant. Schnittstellen-Workshops schaffen einen geschützten Raum, um zielgerichtet Zusammenarbeitsmodelle zu besprechen und das Verständnis über die Arbeitsaufgaben der anderen Teilnehmer zu schärfen [vgl. FINKE 2009, S. 102-104].

Die Ausgestaltung des Workshop-Design zur Validierung verfolgt das Ziel, den modularen Prozessbaukasten zu reflektieren und gegebenenfalls anzupassen oder zu validieren. Zudem dient eine Identifikation relevanter Prozessmodule zur prototypischen Umsetzung der weiteren Validierung zur praktischen Anwendbarkeit. Das gewählte Workshop-Design kombiniert Elemente der Zukunftswerkstatt mit Schnittstellenworkshops. Der Aufbau in die drei Phasen Kritik, Utopie und Realisierung wurde übernommen, um eine gute Zusammenarbeit zwischen allen involvierten Fachbereichen über die Elemente der Schnittstellen zu erreichen. Die Workshops fanden zunächst fachbereichsintern in den in Unterkapitel 3.4 hergeleiteten Fachbereichen statt. Zur Prozessbaukastenvalidierung und der Identifikation relevanter Prozessmodule zur prototypischen Umsetzung wurden nach Möglichkeit interaktive Methoden verwendet. Die Einführungsphase beinhaltete eine kurze Vorstellung der Teilnehmer, der Agenda und des Workshop-Ziels und nahm individuelle Erwartungen der Teilnehmer an den Workshop auf und hielt diese schriftlich fest. Die qualitative Forschungsleistung wurde in der Vorbereitungsphase als Vorstellung des Status quo über die Kritik-Phase und Utopie-Phase durch die Forschende als Moderatorin vorgestellt, um sie den Teilnehmenden näherzubringen und ein gemeinsames Verständnis zu erreichen. Die Kritik-Phase und die Utopie-Phase basieren auf den Forschungsergebnissen der qualitativen Forschungsleistung der vorliegenden Arbeit, in der die geführten Experteninterviews transkribiert und zur Schwachstellenanalyse und Anforderungsidentifikation in Unterkapitel 5.1. ausgewertet wurden. In der Kritikphase wurden der

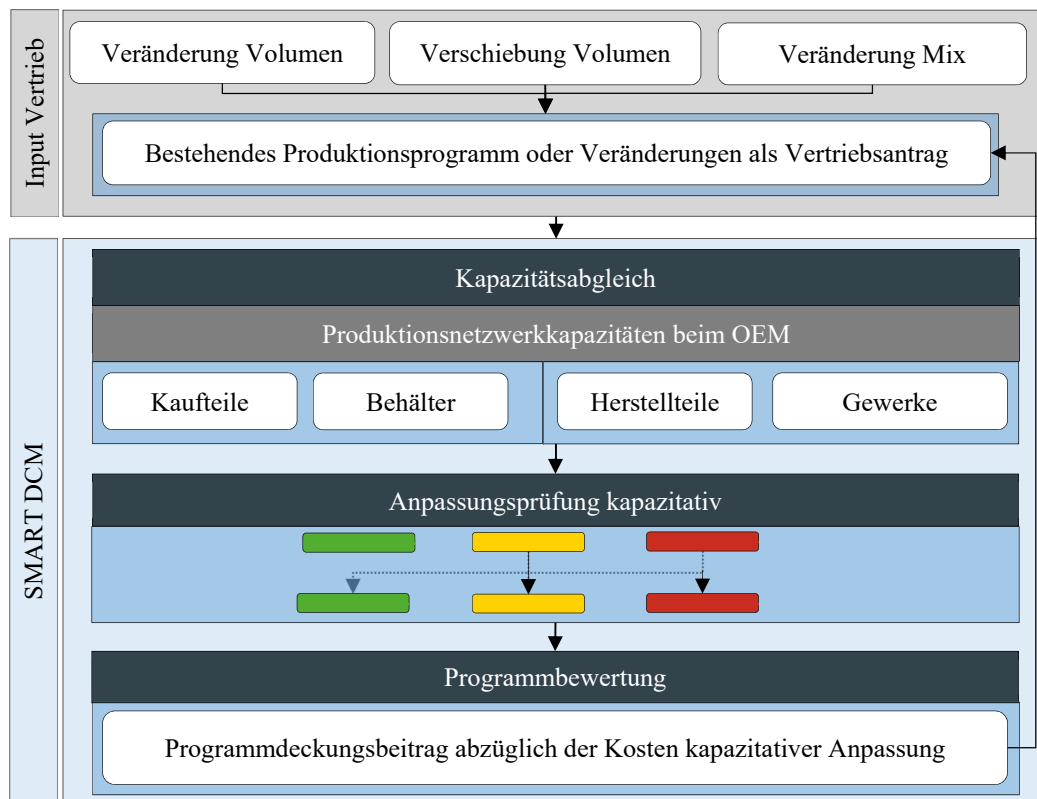
Unmut und die Beschwerden zu dem Thema geäußert, gesammelt und die wichtigsten Kritikpunkte ausgewählt. Dies erfolgte über die Expertengespräche, die Herausforderungen adressieren. In der Utopie-Phase wurden ebenfalls über die Expertengespräche Anforderungen und Wünsche an einen Programmbewertungsprozess abgefragt und über die Datenauswertung reduziert und gebündelt. Beide Phasen erfolgten somit vorgelagert zum eigentlichen Workshop, weswegen ihre Ergebnisse als Input in den Workshop eingingen. Die Utopie-Phase diente der Vorstellung der für eine prototypische Implementierung als relevant identifizierten Prozessmodule anhand skizzierter User-Interfaces für die Fachbereiche. Die Aufgabenstellung des Workshops war, in der Realisierungsphase den ausgearbeiteten modularen Prozessbaukasten zu validieren und die identifizierten relevanten Prozessmodule zur prototypischen Umsetzung als User-Interfaces hinsichtlich praktischer Relevanz, Durchsetzungschancen und praktischer Anwendbarkeit zu überprüfen. Die Reflexion des modularen Prozessbaukastens sowie der prototypischen Umsetzung wird im Rahmen der Realisierungsphase durch interaktive Gruppenarbeit von den Teilnehmenden hinterfragt und auf eine Durchsetzungschance überprüft. In der sich dem Workshop anschließenden Nachbereitungsphase erfolgte durch die Forschende eine weitere Ausgestaltung der User-Interfaces anhand der Workshop-Ergebnisse. Tabelle 6-1 zeigt die Agenda für die Workshops.

**Tabelle 6-1:** Agenda und Workshop-Design

Agendapunkt	Aufgabe	Methode	Beginn	Ende
Einführung	Vorstellung der Teilnehmer	Interaktives Gruppengespräch	09:00	09:15
	Vorstellung der Agenda und des Ziels	Präsentation durch die Forschende		
Vorstellung des Status quo	Vorstellung der Schwachstellen in der Kritik-Phase	Präsentation durch die Forschende als Moderatorin	09:15	10:15
	Vorstellung der Anforderungen und identifizierten relevanten Prozessmodule der Utopie-Phase als User-Interfaces	Präsentation durch die Forschende		
Pause			10:15	10:30
Realisierungsphase zur Anwendbarkeit	Validierung des modularen Prozessbaukastens	Interaktives Brain-Storming und Brain-Writing	10:30	11:00
	Validierung relevanter Prozessmodule	Interaktives Brain-Storming und Brain-Writing	11:00	12:00
Reflexion	Reflektion des Workshops und der Ergebnisse	Interaktives Gruppengespräch	12:00	12:30

Nach erfolgreicher Durchführung der fachbereichsinternen Workshops wurde das in der Nachbereitungsphase ausgearbeitete Konzept zur prototypischen Implementierung in

einem fachbereichsübergreifenden Workshop vorgestellt und diskutiert. Es war mindestens ein Experte je Fachbereich anwesend, um die Anforderungen zu repräsentieren. Die Nähe der in den qualitativen Experteninterviews befragten Experten erlaubte es, über fachbereichsinterne Workshops die für den Anwendungsfall relevanten Prozessmodule zu identifizieren und in einen logischen Zusammenhang zu bringen. Die prototypische Umsetzung erfolgte unter dem Arbeitstitel SMART DCM und fokussierte als intelligentes Bedarfs- und Kapazitätsmanagement-Tool die kapazitative Prüfung der Kaufteile eines OEM. Die externe Eingangsgröße war ein Vertriebsantrag, der die Programmveränderungen wie Volumen Anpassungen in einem Absatzmarkt, Volumenverschiebungen zwischen Märkten oder Mixveränderungen darstellte. Durch die in der Automobilindustrie vorherrschende Variantenvielfalt ermöglichen nach den Methoden des Operations-Research zwei Optimierungsmodelle die kapazitative Anpassung hinsichtlich einer Absenkung, sofern der Bedarf die aufgelassene Kapazität untersteigt, oder einer Erweiterung, sofern der Bedarf die aufgelassene Kapazität übersteigt. Das SMART DCM endete mit einer finanziellen inkrementellen Bewertung, die den Deckungsbeitrag des Produktionsprogramms bzw. des Vertriebsantrags mit den anfallenden Kosten kapazitiver Anpassung verrechnet und dem Vorprogramm gegenüberstellt. In der ersten Umsetzung erfolgt eine Fokussierung der Fachbereiche Vertrieb und Beschaffung. Abbildung 6-3 zeigt das Gesamtkonzept, wovon im Anwendungsfall sukzessive relevante Prozessmodule umgesetzt wurden.



**Abbildung 6-3:** Konzept prototypischer Umsetzung

## 6.3 Validierung durch prototypische Implementierung

Zur Sicherstellung der Übertragbarkeit der Erkenntnisse erfolgt die Ergebnisvalidierung, wie in Unterkapitel 6.1 ausgearbeitet, sowohl unternehmensintern als auch unternehmensübergreifend innerhalb der zwölf Marken des Konzerns.

Das Ziel dieses Unterkapitels ist die prototypische Implementierung eines EUS für die proaktive, ereignisorientierte Programmplanung und -bewertung im mittelfristigen Betrachtungshorizont. Das EUS erlaubt die Integration sämtlicher Prozessschritte in einem System. Zudem bietet es durch eine grafische Benutzeroberfläche die Möglichkeit, das konzeptionelle Ergebnis dieser Dissertation durch die visualisierte Ergebnisaufbereitung mit zusätzlicher Interaktionsmöglichkeit zu validieren. So betont auch LETMATHE (2002) die Notwendigkeit, Entscheidungsmodelle zur optimalen Kapazitätsanpassung durch den Nutzer anpassbar zu machen [vgl. LETMATHE 2002, S. 311]. Der angestrebte Validierungsnachweis betrifft die Anwendbarkeit und die nutzerseitige Akzeptanz in der Praxis sowie das daraus resultierende qualitative Nutzenpotenzial [vgl. GEHRKE 2017, S. 235; GREIFFENBERG 2003, S. 947ff.; WALTER 2015, S. 121; FETKE UND LOOS 2004, S. 3; THOMAS UND LOOS 2006, S. 15ff.]. Dieser Nachweis basiert auf der Konzeptentwicklung des modularen Prozessbaukastens und wird durch eine prototypische Implementierung in Abschnitt 6.3.2 erbracht.

### 6.3.1 Kurzvorstellung der Rahmenbedingungen im Anwendungsfall

Der Anwendungsfall wird für einen weltweit operierenden OEM in Deutschland durchgeführt, der Teil eines umfangreichen globalen Produktionsnetzwerks ist und Fahrzeuge für die Segmente Geschäftskunden und Privatkunden herstellt. Eine Folge des breiten Kundensegments ist eine aus dem breiten Variantenspektrum resultierende Komplexität hinsichtlich Bedarfsprognose, kapazitiver Überprüfung und Sicherstellung der Versorgungssicherheit am Verbauort. Die Validierung des modularen Prozessbaukastens zur proaktiven Überprüfung der Bedarfe im Produktionsprogramm hinsichtlich kapazitiver Verfügbarkeit erfolgt für alle benötigten Kaufteile von Privat- und Nutzfahrzeugen durch die prototypische Implementierung der entsprechenden Prozessmodule des modularen Prozessbaukastens aus Tabelle 5-2 in Unterkapitel 5.1. Die folgende Beschreibung des Anwendungsfalls zur prototypischen Implementierung relevanter Prozessmodule zur Steigerung der Versorgungssicherheit bei der Freigabe eines Produktionsprogramms basiert auf den durchgeführten Experteninterviews mit Prozessbeteiligten, Beobachtungen, Workshopeteilnahmen sowie auf der Analyse betreffender Dokumente und Präsentationen. Hierfür werden Schwachstellen automobiler Programmbewertung aus Unterkapitel 4.1 sowie die resultierenden Anforderungen automobiler Programmbewertung aus Unterkapitel 4.2 und den geführten Experteninterviews berücksichtigt. Zur Gewährleistung eines effektiven Einsatzes des Entscheidungsunterstützungssystems sind zunächst Anforderungen an ein solches zu

definieren. Die Anforderungen resultieren aus Gegebenheiten des betrachteten OEM, der Automobilindustrie oder Entscheidungsunterstützungssystemen im Allgemeinen.

### **Anforderungen des betrachteten Unternehmens**

Das betrachtete Unternehmen *Volkswagen Nutzfahrzeuge* (VWN) ist eine Marke des Konzerns *Volkswagen AG* und neben *Scania* und *MAN* der *Volkswagen Truck & Bus GmbH* untergliedert. Von den vier Konzernstandorten Hannover (Deutschland), an dem auch der Hauptsitz der Marke ist, Pacheco (Argentinien) sowie Poznań und Września (Polen) werden jährlich über 400.000 Fahrzeuge ausgeliefert. Obwohl das Kerngeschäft in der Entwicklung, Produktion und dem Vertrieb leichter Lastkraftwagen liegt, werden einige Fahrzeugmodelle auch als PKW-Ausführung hergestellt, wie zum Beispiel der *VW-Transporter* oder der *Caddy*. Neben der Wahl der Grundaufbauten, die sich in PKW oder Nutzfahrzeuge unterteilen, gibt es Individualisierungsmöglichkeiten durch die Wahl verschiedener Fahrzeugeigenschaften. Für den *Caddy* gibt es beispielsweise knapp 200 Eigenschaftsfamilien die ihrerseits mehrere Fahrzeugeigenschaften beinhalten und je Gruppe einmal wählbar sind.

### **Allgemeine Anforderungen**

Es werden Anforderungen der Ergebnisaufbereitung der systemseitigen Umsetzung an ein GUI gemäß DIN EN ISO 9241-110:2008-09 [vgl. SCHNEIDER 2008, S. 83-141; DIN EN ISO 9241-110:2008-09] herausgearbeitet und im Folgenden erläutert. Die Aufgabenangemessenheit hilft den Nutzern, ihre Arbeitsaufgaben effektiv und effizient zu erledigen. Die Selbstbeschreibungsfähigkeit stellt sicher, dass jeder Dialogschritt durch Rückmeldung des Dialogsystems unmittelbar verständlich ist und/oder dem Benutzer auf Anfrage erklärt wird. Einige Daten sind von den Nutzern eigenständig einzugeben, weswegen im Sinne der Fehlertoleranz [vgl. KRCCMAR 2015, S. 208] zu gewährleisten ist, dass fehlerhafte Eingaben als solche kenntlich gemacht werden und mit minimalem Korrekturaufwand zu beseitigen sind. Die Individualisierbarkeit ermöglicht eine Anpassung an nutzerindividuelle Bedürfnisse wie beispielsweise die Auswahlmöglichkeit der bevorzugten Sprache oder die Leserichtung von links nach rechts. Die Erwartungskonformität bezeichnet eine einheitliche Informationsdarstellung für den Benutzer, die seinen Erwartungen bzw. den allgemeinen Konventionen entspricht. Die Lernförderlichkeit meint die Anleitung des Benutzers zur Erreichung einer minimalen Lernzeit unter Berücksichtigung ergonomischer Ansätze. Die Steuerbarkeit ermöglicht dem Nutzer, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen. Er kann von jedem Fenster auf das vorherige zurückspringen, um eine einmal gemachte Eingabe wieder zu verändern oder sich Informationen einzuholen.

### 6.3.2 Prototypische Implementierung im Anwendungsfall

Im Folgenden wird die Entwicklung einer prototypischen Lösung für die automobilen Produktionsprogrammplanung und -bewertung eines Standorts der Automobilindustrie beschrieben. Diverse Kundenanforderungen werden über Geschäfts- und Privatkunden vertrieblich eingeplant und über verschiedene Montagelinien gebaut. Kombinationen aus Hard- und Softwarebestandteilen wie Smart-Watches werden durch die Eigenschaften digitaler Technologien charakterisiert [vgl. GEHRKE 2017, S. 242]. Die Beschreibung des ausgewählten Anwendungsfalls der unternehmerischen Praxis erstreckt sich von der Impuls- und Ideengenerierung über die qualitativen Experteninterviews in Kapitel 3 bis zur Konzepterstellung prototypischer Umsetzung über den fachbereichsinternen Workshop in Unterkapitel 6.2. Die Pilotierung der webbasierten Lösung erfolgt in einem fachbereichsübergreifenden Workshop, um das Feedback aller Fachbereiche zu erheben.

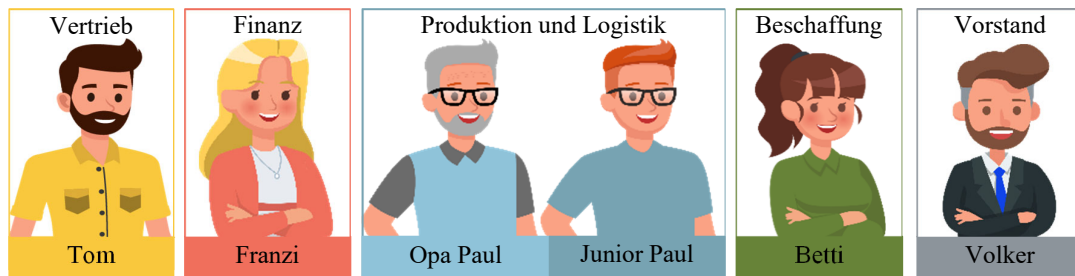
Im Kontext der Workshops erweist sich die Portabilität des mobilen Endgeräts von Vorteil, da die am Prozess involvierten Fachbereiche räumlich voneinander getrennt sind. Durch die in jedem Fachbereich vorherrschende Komplexität, beispielsweise hinsichtlich Fahrzeugmodellvielfalt und dem dazugehörigen Variantenreichtum, reicht eine Smart-Watch zu Visualisierungs- und Bearbeitungszwecken i. d. R. nicht aus. Um die geräteunabhängige Anwendbarkeit der zu implementierenden Lösung für die Endnutzer sicherzustellen, stellt sich die webbasierte Umsetzung am Beispiel eines Laptops als die für den Anwendungsfall empfehlenswerte Vorgehensweise heraus. Die Auswahl des Laptop-Modells von den am Markt verfügbaren Modellen ist nur sekundär als relevant zu bewerten, da die webbasierte Umsetzung eine modellunabhängige Nutzung ermöglicht. Zudem stellen die vorhandenen Laptops eine ausreichende grafische Aufbereitung, eine ausreichende Akkulaufzeit und die notwendige Portabilität sicher. Sollte zukünftig eine modellspezifische Lösung die geräteunabhängige Pilotierung ablösen, empfiehlt es sich, die bei GEHRKE (2017) formulierten zentralen Anforderungen wie Stand-alone-Funktionalität, Herstellung einer WLAN-Verbindung oder die Akkulaufzeit [vgl. GEHRKE 2017, S. 245] auf den vorliegenden Anwendungsfall zu übertragen, um ein umfangreiches Technologiescouting anzustoßen.

Vor der Durchführung des Pilotprojekts wurde ebenfalls das mittlere und obere Management der involvierten Fachbereiche des Standorts über das Vorhaben und die weitere Vorgehensweise informiert. Durch die Unterstützungszusagen aus dem Management sind die benötigten Ressourcen für die Projektdurchführung sichergestellt, wobei der Fachbereich Logistik durch seine Querschnittsfunktion Initiator der prototypischen Umsetzung ist. Im Anschluss an die Konkretisierung des Anwendungsfalls wurde ein operatives Projektteam geformt. Die Forschende als Impulsgeberin und die Standort-IT teilen sich die Projektleitung und formen den Kern des Projektteams. Zusätzlich wurden die fachbereichsinternen und operativ am Prozess beteiligten Mitarbeiter und damit späteren Nutzer der Lösung nach Bedarf hinzugezogen.

Dieser Adressatenkreis bereitet die Produktionsprogramme oder Vertriebsanträge kapazitativ und finanziell auf und gibt sie an den Vorstand zur Freigabe oder Ablehnung weiter. Neben der Zusammenstellung des Projektteams ist die Definition der Projektvision und der daraus abgeleiteten Projektziele relevant, um den Projektrahmen im Anwendungsfall abzustecken. Die gewählte Projektvorgehensweise zeichnet sich durch eine agile Vorgehensweise mit kurzen Iterationszyklen und regelmäßigen Updatetreffen für den Zeitraum von 12 Monaten zur parallelen Pilotentwicklung und Lösungspilotierung aus.

Die moderne Software-Entwicklung richtet gemäß DIN EN ISO 9241-210:2010 den Fokus in der Analyse- und Konzeptionsphase zunehmend auf eine starke anwenderkonzentrierte Sicht. Dies spiegelt das Human-centered-Design-Konzept [vgl. DIN EN ISO 9241-210:2010] wider, wofür ein ausgeprägtes Verständnis des zukünftigen Anwenders eine grundlegende Voraussetzung ist [vgl. HOLT ET AL. 2011, S. 40]. Zur nutzerorientierten Gestaltung können unterschiedliche Methoden zur Anforderungsermittlung angewandt werden. Aufbauend auf den Ergebnissen der Experteninterviews aus Kapitel 4 findet die Methode „Personas“ von ALAN COOPER (1999) Anwendung, um ein einheitliches und gemeinsames Verständnis für den Anwender zu schaffen [vgl. HOLT ET AL. 2011, S. 40; COOPER 1999]. Hierbei wird der anonyme Anwender konkretisiert und den Projektteilnehmern greifbarer gemacht, um einen hinreichenden Einblick in ein wahrscheinliches Anwenderprofil zu geben. Eine Persona erhebt keinen Anspruch, die Wirklichkeit vollständig abzubilden. Der Detailgrad bei der Persona-Erstellung variiert, so kann eine textuelle Beschreibung durch ein Foto ergänzt werden. Der Einsatz eines Fotos im Vergleich zur Verwendung einer Illustration steigert die emotionale Bindung zur Persona. Bei der Verwendung einer Illustration steigt das Risiko, der Persona selbstbezogene Details anzufügen [vgl. HOLT ET AL. 2011, S. 40]. Eine Kategorisierung der Persona in Benutzerklassen wie beispielsweise Anfänger, Fortgeschrittene und Experten oder in Benutzergruppen wie die fachbereichsspezifische Zuordnung ermöglicht eine objektive Bewertung der unterschiedlichen Anforderungen in Bezug auf ihre Priorität im Entwicklungsprozess. BECK ET AL. (2005) unterscheiden zwischen realen und realistischen Personas. Reale Personas basieren auf qualitativen und quantitativen Daten zur Zielgruppe. Gespräche zwischen unterschiedlichen Projektteilnehmern dienen zur Entwicklung von realistischen Personas [vgl. BECK ET AL. 2005]. Die Verwendung von realen und realistischen Personas bietet diverse Vor- und Nachteile. Personas richten den Fokus der Projektbeteiligten auf den Benutzer und liefern eine Basis für Entscheidungen über Funktionen und Verhalten eines Produkts. Somit unterstützen Personas die Kommunikation zwischen Stakeholdern, Entwicklern und Designern, indem unterschiedliche Facetten im Verhalten der Anwender diskutiert und verstanden werden können. Sie stellen ein praktisches Werkzeug zur Evaluation von Designlösungen dar. Allerdings können auch Unsicherheiten über die exakte Beschreibung einer Gruppe von

Anwendern in einer Persona oder über die Erfassung aller relevanten Anwendergruppen in den Personas vorherrschen. Zudem verkleinert sich der Anteil der Benutzer mit zunehmender Genauigkeit einer Persona, den sie repräsentiert [vgl. COOPER ET AL. 2007; CHAPMAN UND MILHAM 2016]. In der vorliegenden Dissertation erfolgt zur Entwicklung der webbasierten Bedienoberflächen eine Einteilung der Persona-Gruppen für den herausgearbeiteten Adressatenkreis unter Zuhilfenahme einer Illustration, siehe Abbildung 6-4, um keine Rückschlüsse auf reale Personen zuzulassen.

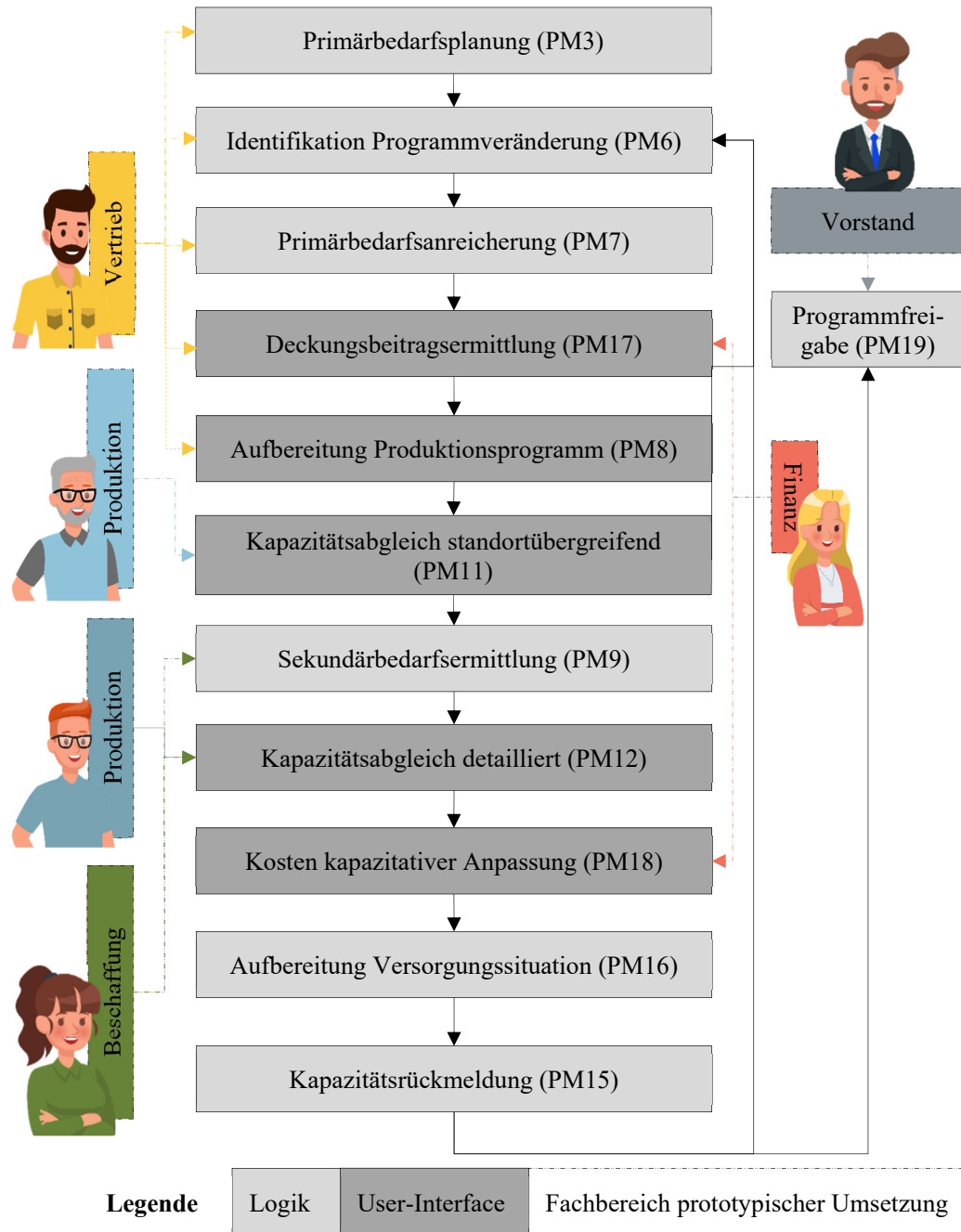


**Abbildung 6-4:** Personas im Anwendungsfall

Die Erstellung des Arbeitsspeichers, auch Backlog genannt, beinhaltet alle zu entwickelnden Funktionen der prototypischen Implementierung mit dazugehörigen fachbereichsspezifischen Anwenderstories. Diese zentralen funktionalen Anforderungen bauen auf den in Abbildung 6-3 gezeigten fachbereichsspezifischen Prozessmodulen als Ergebnis der Konzeptentwicklung prototypischer Umsetzung als Workshop-Ergebnis auf. Die Organisation und operative Realisierung des Entwicklungsprojekts wird durch die webbasierte Software *JIRA* von *Atlassian* zum agilen Projektmanagement [vgl. Atlassian, S. 1] und die Prototyping-Methoden des Design-Thinkings im Verlauf des Entwicklungsprozesses [vgl. UEBERNICKEL ET AL. 2015, S. 152f.] unterstützt. Im Anwendungsfall werden sechs Prozessmodule prototypisch als Oberflächenprototypen implementiert und in der Praxis pilotiert. Für Persona Tom, welche den Vertrieb symbolisiert, erfolgt die *Aufbereitung des neuen Produktionsprogramms* (PM8). Nicht dargestellt wird die vorangestellte *Primärbedarfsplanung* (PM3) und die ereignisorientierte Programmveränderung, welche in einem *neuen Produktionsprogramm* (PM6) aufgeht. Das neue Produktionsprogramm muss über eine *Logik angereichert* (PM7) und als Produktionsprogrammantrag (PPA) *aufbereitet werden* (PM8). Die kapazitative Prüfung enthält den *standortübergreifenden Kapazitätsabgleich* (PM11) von Persona Opa Paul, um die Zuordnung der Fahrzeugmodelle auf die Fabrikstandorte des OEM unter Berücksichtigung des jeweiligen Werkskalenders auf Restriktionen zu prüfen. Sofern eine restriktionsfreie Prüfung erfolgt, wird der *detaillierte Abgleich* (PM12) für Persona Junior Paul als Auslastungsverschiebungen in den Gewerken sowie der Montagelinie eines Produktionsstandortes als Oberflächenprototyp umgesetzt. Für Persona Betti erfolgt nach einer erfolgreichen *Sekundärbedarfsermittlung* (PM9) eine Umsetzung des detaillierten Kapazitätsabgleichs für Kaufteile. Die *Deckungsbeiträge des*



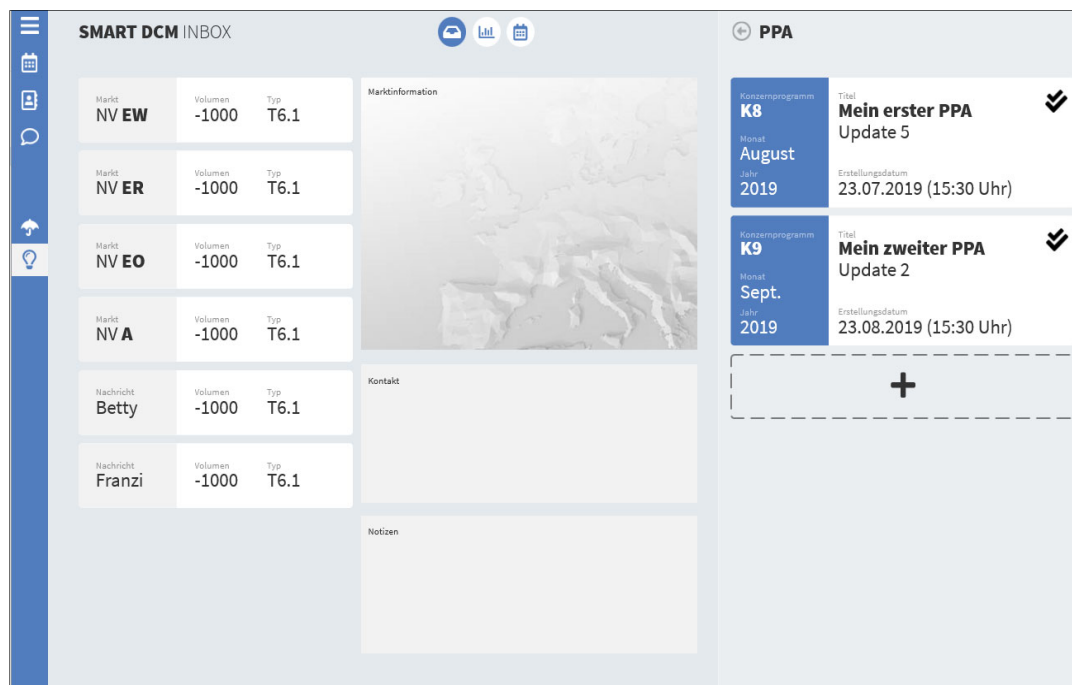
neuen Produktionsprogramms (PM17) werden für Persona Franzi mit dem anfallenden *Kosten kapazitiver Anpassung* (PM18) gegenübergestellt und durch den *Vorstand freigegeben* (PM19). Die Zuordnung der Fachbereiche zu den Prozessmodulen zeigt Abbildung 6-5.



**Abbildung 6-5:** Zuordnung der Prozessmodule zu den Fachbereichen

Die *Aufbereitung des neuen Produktionsprogramms* (PM8) basiert auf einer Inbox, in der für Tom alle wichtigen Ereignisse wie Marktveränderungen, Währungsschwankungen oder Lieferantenausfälle gesammelt werden. Im dargestellten Oberflächenprototypen melden die Marktregionen NV EW, NV ER, NV EO und NV A jeweils für das

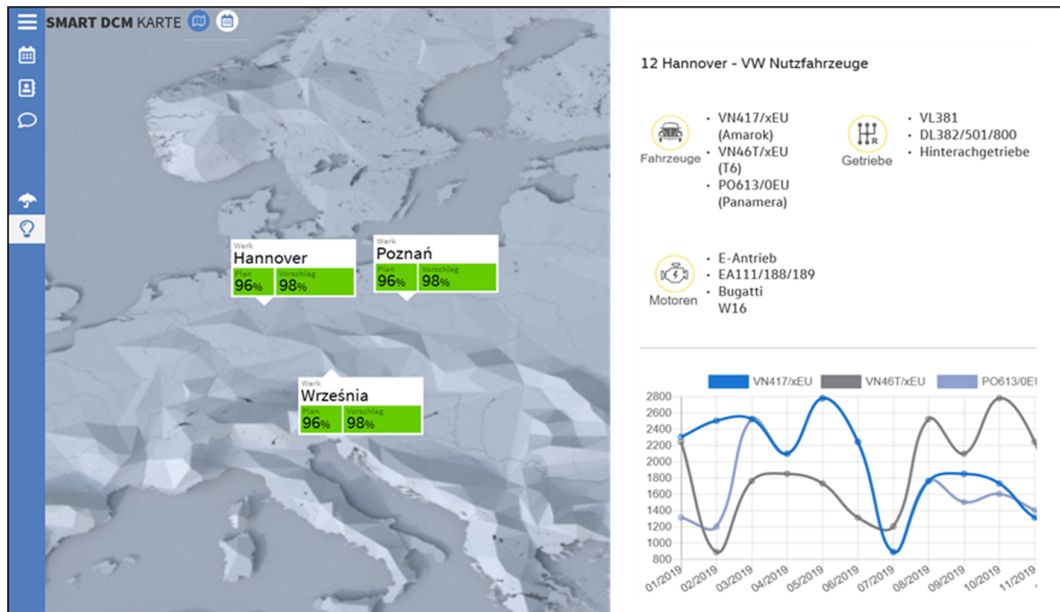
Fahrzeugmodell T6.1 1000 Fahrzeugmodelle ab. Persona Betti und Persona Franzi melden ebenfalls für das Fahrzeugmodell T6.1 aufgrund identifizierter Versorgungsrisiken bzw. negativer Auswirkungen auf den Deckungsbeitrag des Produktionsprogramms 1000 Produktionseinheiten des Fahrzeugmodells T6.1 ab. Darauf aufbauend erstellt Persona Tom einen PPA, der von allen am Prozess beteiligten Personas eingesehen und kommentiert werden kann. Anpassungen im Produktionsprogramm können durch Verschiebungen innerhalb eines Fahrzeugmodells oder zwischen verschiedenen Fahrzeugmodellen und/oder Absatzmärkten entstehen, wobei eine Kombination aller Veränderungsmöglichkeiten auftreten kann. Das Fahrzeugvolumen kann abgesenkt, angehoben oder gleichbleibend sein. Abbildung 6-6 zeigt die *Aufbereitung des neuen Produktionsprogramms (PM8)*.



**Abbildung 6-6:** Prototyp zur Aufbereitung des Produktionsprogramms (PM8)

Die erste kapazitative Prüfung erfolgt für das Produktionsnetzwerk des OEM durch Persona Opa Paul als standortübergreifenden Kapazitätsabgleich. Hierbei werden die Auslastungswerte farblich über die Ampelfarben Grün, Gelb und Rot für die Produktionsstandorte dargestellt. Die Farbe Grün impliziert eine unkritische, die Farbe Gelb eine teilweise kritische aber mit Anpassungsmaßnahmen umsetzbare und die Farbe Rot eine nicht umsetzbare Auslastungssituation mit erheblichem Versorgungsrisiko. Neben der Visualisierung der Produktionsstandorte auf einer Weltkarte werden zudem die relevantesten Informationen über einen ausgewählten Produktionsstandort ergonomisch aufbereitet, indem die jeweils produzierten Fahrzeugmodelle und verbauten Motoren- und Getriebevarianten angezeigt werden.

Abbildung 6-7 zeigt die Bedienoberfläche zur Visualisierung der Auswirkungen von Programmveränderungen auf das Produktionsnetzwerk.



**Abbildung 6-7:** Prototyp zum standortübergreifenden Kapazitätsabgleich (PM11)

Nach einer Freigabe durch Persona Opa Paul bekommen Persona Junior Paul für die Produktion und Persona Betti für die Beschaffung die Möglichkeit, die Anfrage zu bewerten. Persona Junior Paul bekommt die Auslastungssituation für den unter seiner Verantwortung liegenden Produktionsstandort visuell aufbereitet. Die Auslastungssituation der Gewerke im Anwendungsfall wird mit Ampelfarben visuell aufbereitet. Wie zuvor Persona Opa Paul hat Persona Junior Paul die Möglichkeit, die Versorgungssituation an Tom über eine Kommentarfunktion zurückzumelden, siehe Abbildung 6-8.



**Abbildung 6-8:** Prototyp zum detaillierten Abgleich (PM12) für Gewerke

Da besonders viele Restriktionen in der Montagelinie auftreten, erfolgt für Junior Paul nach dem bereits erläuterten Schema zudem eine visuelle Aufbereitung in der Montagelinie eines Produktionsstandortes über die Auslastungsverschiebung der dort verorteten Bandabschnitte, dargestellt in Abbildung 6-9.



**Abbildung 6-9:** Prototyp zum detaillierten Abgleich (PM12) für Montagelinien

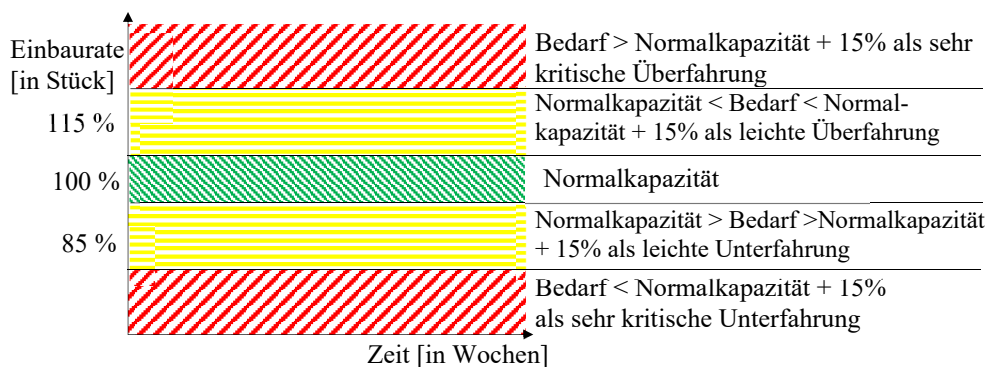
Der Fachbereich Beschaffung verantwortet die Sicherstellung der Versorgungssicherheit mit Kaufteilen. Für den kapazitiven Abgleich der im Vertriebsantrag enthaltenen Primärbedarfe mit den Kapazitäten im Sekundärbedarf für Kaufteile dient die *Sekundärbedarfsermittlung (PM9)*. Da dieses Thema aufgrund der Komplexität einen eigenen Forschungsbereich darstellt, wird auf die Literatur zurückgegriffen. Dabei wird sich Ansätzen zur variantenreichen Serienproduktion bedient, wie sie im Anwendungsfall der prototypischen Implementierung in der Automobilindustrie vorkommen. Die Literatur schlägt grundsätzlich zwei verschiedene Verfahren vor: STÄBLEIN (2007) entwickelt dabei ein auf der Mengenlehre beruhendes Verfahren, das keine Aufträge benötigt, um Bedarfe zu ermitteln. WAGENITZ (2007) und KLINGEBIEL (2011) beschreiben die Erstellung von Planaufträgen in der geeigneten Simulationsumgebung OTD-NET, entwickelt vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik [vgl. WAGENITZ 2007]. Dieser Ansatz zur Modellierung und Simulation komplexer Produktions- und Logistiknetzwerke liefert detaillierte Einblicke in Informationen und Materialflüsse, Lagerbestand, Netzwerkstabilität und -flexibilität, Randbedingungen und Einschränkungen [vgl. KLINGEBIEL ET AL. 2011, S. 112]. Der wesentliche Vorteil von Planaufträgen ist, dass konkrete Bedarfe ermittelt werden und diese intuitiv verständlich sind. Der Datenbedarf und die Rechenzeit sind wesentlich höher als beim Intervallschrankenverfahren. Damit ist auch schon ein erheblicher Vorteil des Intervallschrankenverfahrens genannt. Zudem werden nicht konkrete Bedarfsverläufe

vorgetäuscht, sondern Intervalle berechnet, in denen sich die Bedarfe aller Wahrscheinlichkeit nach bewegen. Ein Nachteil der Intervallschranken nach STÄBLEIN (2007) ist die unzureichende Berücksichtigung technischer Zwänge. So können sich bestimmte Fahrzeugeigenschaften wie Links- oder Rechtslenker ausschließen, weswegen keine Schnittmenge zwischen den beiden Mengen existiert. Solange keine vernünftige Datenbasis zur Ermittlung der Sekundärbedarfe vorliegt, wird auf das Intervallschrankenverfahren zurückgegriffen, weil so in kurzer Zeit plausible Ergebnisse vorliegen. Tabelle 6-2 stellt die Vor- und Nachteile beider Verfahren gegenüber.

**Tabelle 6-2:** Intervallschrankenverfahren vs. Planaufträge

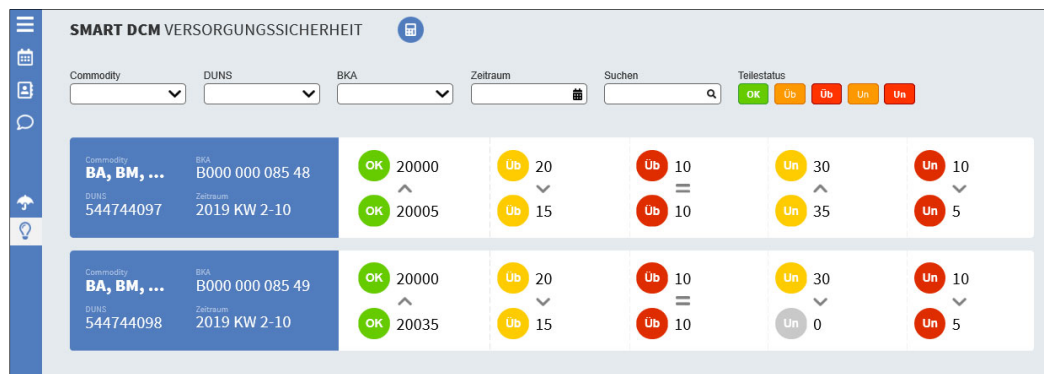
	Auftragsanonyme Planung mit Intervallschranken nach STÄBLEIN (2007)	Auftragsbezogene Planung mit Planaufträgen nach WAGENITZ (2007) und KLINGEBIEL (2011)
Vorteile	Intervall- statt Punktschätzung	Konkrete Bedarfe
	Gute Datenverfügbarkeit	Intuitive Interpretation der Ergebnisse und leichtere Weiterverarbeitung
	Schnelle Berechnungszeit	
Nachteile	Große Intervalle möglich	Großer Datenbedarf
		Längere Rechenzeit
		Fehlinterpretation als exakte Bedarfe

Die Kapazitätsgrenzen im Zeitverlauf [vgl. HEROLD 2007, S. 38] dienen der Darstellung zur Identifikation kritischer Kaufteile. Da weder Über- noch Unterfahrungen der Kapazitäten wünschenswert sind, muss ein Bedarfskorridor sowohl Über- als auch Unterfahrungen als kritisch definieren. Der grüne Bereich symbolisiert einen unkritischen Bedarf im Bereich der Normkapazität. Die gelben Bereiche siedeln sich zwischen der Normal- und der Maximalkapazität für die Überfahrung sowie zwischen der Normal- und der Minimalkapazität für die Unterfahrung an und skizzieren einen potenziell kritischen Bedarf. Die roten Bereiche siedeln sich oberhalb der vertraglich vereinbarten Maximalkapazität für die Überfahrung sowie unterhalb der vertraglich vereinbarten Minimalkapazität für die Unterfahrung an und skizzieren einen kritischen Bedarfsverlauf. Abbildung 6-10 zeigt die Kapazitätsgrenzen zur Identifikation restriktiver Kaufteile.



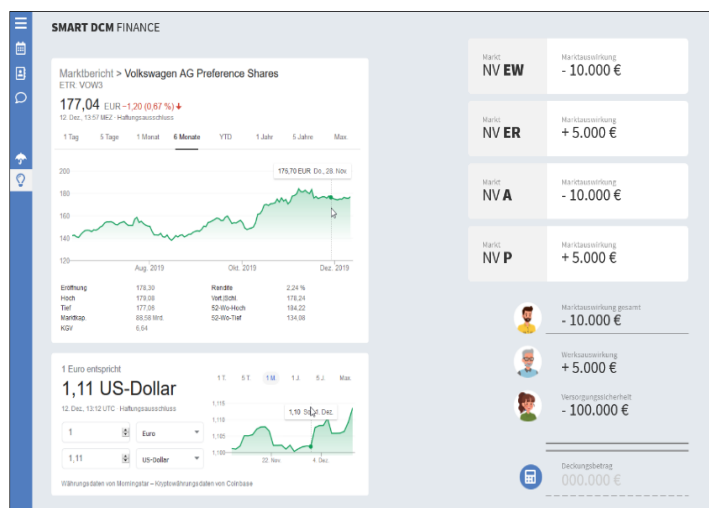
**Abbildung 6-10:** Kapazitätsgrenzen zur Identifikation restriktiver Kaufteile

Nach einer Freigabe durch Opa Paul bewertet Persona Betti für die Beschaffung die Versorgungssituation der Kaufteile. Hierbei bekommt sie die unter ihrer Verantwortung liegenden Kaufteile visualisiert nach den vorgestellten Kapazitätsgrenzen aufbereitet. Da die Anzahl der zu betrachtenden Kaufteile einige Tausend Stück erreichen kann, hat sie die Möglichkeit, nach der „Commodity“, der Lieferantenummer als „DUNS“, einer bestehenden Engpassverfolgung als „BKA“, einem Zeitraum oder nach dem Teilestatus in Anlehnung an die Kapazitätsgrenzen zu filtern. Zudem kann sie die Teilenummer in einem Suchfeld eingeben. Wie die Persona der Produktion kann Persona Betti über eine Kommentarfunktion Persona Tom die Versorgungssituation zurückmelden. Den Oberflächenprototyp zur Versorgungssituation bei Kaufteilen visualisiert Abbildung 6-11.



**Abbildung 6-11:** Prototyp zum detaillierten Abgleich (PM12) für Kaufteile

Nach einer Rückmeldung der Produktion und der Beschaffung stellt Persona Franzi in ihrer Oberfläche die Veränderungen der Deckungsbeiträge der Fahrzeugmodelle und/oder -ausstattungen des veränderten Programms den anfallenden Kosten kapazitativer Anpassung gegenüber. Zudem werden Umrechnungskurse angezeigt, um auf Währungsschwankungen zu reagieren, die negative Veränderungen der Deckungsbeiträge verursachen. Abbildung 6-12 zeigt den Oberflächenprototyp von Persona Franzi.



**Abbildung 6-12:** Prototyp für Persona Franzi (PM17; PM18)

Die Evaluierung des Pilotprojekts basiert auf den gesammelten Erfahrungen und Erkenntnissen des Projektteams im Anwendungsfall und erfolgt nach den Kriterien *Technische Funktionalität, Ergonomie, IT-Sicherheit, Nutzerakzeptanz* und *Robustheit* [vgl. GEHRKE 2017, S. 249].

Die Evaluierung kann in den Fachbereichen qualitativ nachgewiesen werden und resultiert aus der höheren Funktionalität gegenüber bislang etablierten Prozessen. Ein erheblicher Zeitgewinn ist durch eine der Programmbewertung vorgelagerte Sekundärbedarfsermittlung möglich, da der iterative Rückkopplungsprozess eine zeitgemäße Steuerung kapazitiver Anpassungsmaßnahmen oder eine Bedarfsanpassung bei restriktiven Umfängen zulässt. Diese gesteigerte Transparenz kann die Qualität des Produktionsprogramms positiv beeinflussen und ermöglicht einen ökonomischen Vergleich diverser Produktionsprogramme durch die finanzielle inkrementelle Bewertung. Die ergonomische und anwenderfreundliche Ausgestaltung der Oberflächen führt zu einer intuitiven Bedienbarkeit. So können sich auch fachfremde Mitarbeiter\*innen schnell in die Materie einarbeiten, was eine signifikante Zeiteinsparung durch den Entfall von Qualifizierungsmaßnahmen darstellt. Die Abhängigkeit von externen Daten erfordert bei Kaufteilen eine enge Kollaboration zwischen dem OEM und den Lieferanten. Der „Industrial-Data-Space“ verfolgt das Ziel, einen sicheren Datenraum zur souveränen Bewirtschaftung ihrer Datengüter zu schaffen [vgl. KÜHN 2016, aufgerufen am 19.02.2019].

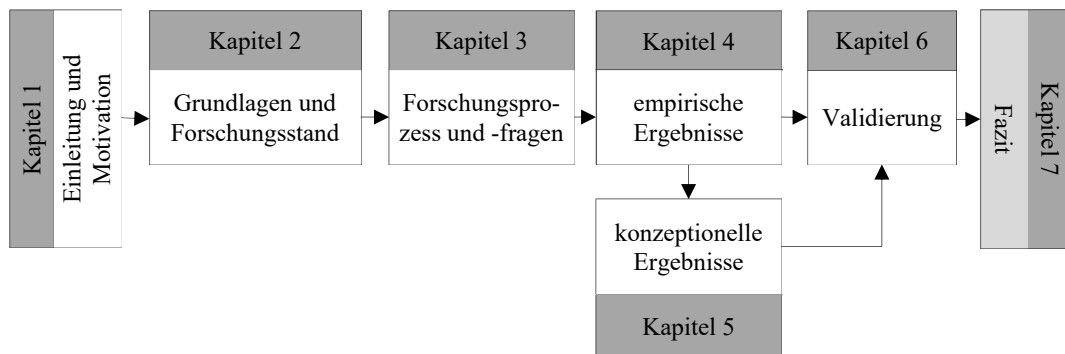
Eine Kooperation findet während der prototypischen Umsetzung statt. Eine Schwäche der Oberflächenprototypen ist vereinzelt die Rechengeschwindigkeit bei komplexen Umrechnungen, was Verzögerungen in der Bedienung erzeugen kann. Im konkreten Anwendungsfall wurde entschieden, die bestehende Lösung im Langzeitbetrieb zu testen, um weitere Erfahrungswerte zur Qualität der automobilen Programmbewertung, insbesondere hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Schnelligkeit der Datenumrechnung, zu sammeln. In Zusammenarbeit zwischen dem koordinierenden Logistikbereich und der Unternehmens-IT erfolgt die Anforderungserhebung zur Einführung der Lösung auf Konzernebene, um die prototypische Implementierung in die bestehende Systemlandschaft migrieren und die nachhaltige Lauffähigkeit sicherstellen zu können. Zur Skalierung des vorgestellten Anwendungsfalls liegen derzeit aufgrund der Vielzahl zu implementierender Anforderungen noch keine Erfahrungswerte vor.

## 6.4 Zusammenfassung: Unternommene Ansätze validieren den modularen Prozessbaukasten als entwickeltes Konzept ereignisorientierter Programmbewertung

Dieses Unterkapitel validiert die beschriebenen Maßnahmen die Anwendbarkeit und den Nutzen des modularen Prozessbaukastens im mittelfristigen Betrachtungshorizont zur automobilen Produktionsprogrammplanung und -bewertung.

Die herausgearbeiteten Schwachstellen und Anforderungen unternehmerischer Praxis sowie der Literatur bilden die Grundlagen der Ausgestaltung des modularen Prozessbaukastens. Die Validierung hinsichtlich Vollständigkeit und Richtigkeit erfolgt in allen am Prozess der Produktionsprogrammplanung und -bewertung beteiligten Fachbereichen im ersten Schritt über fachbereichsinterne Workshops. Ein weiteres Validierungsergebnis ist die Konzeptgestaltung zur prototypischen Implementierung, um sicherzustellen, dass die wichtigsten Anforderungen der Fachbereiche durch die Implementierung adressiert werden. Die unternehmensübergreifende Validierung mit anderen Marken im Konzern vervollständigt den modularen Prozessbaukasten um Prozessmodule, die eine produktionsorientierte Programmplanung ermöglichen.

Die Pilotierung der entwickelten webbasierten-Lösung erfolgt schrittweise in mehreren Stufen über einen eingegrenzten Zeitraum von wenigen Wochen. Eine Beteiligung am Pilotierungsprozess ist freiwillig und findet unter Betreuung der Forschenden statt, um Hilfestellung zu geben, Rückfragen zu beantworten und den Einsatz der Lösung zu beobachten. Weiterhin dienen Gespräche mit Anwendern dazu, Feedback einzuholen und die Lösung weiter zu verbessern. Die prototypische Implementierung weist die Anwendbarkeit und den daraus resultierenden Mehrwert des iterativen Rückkopplungsprozesses für die Fachbereiche nach. Die Prüfung des Produktionsprogramms ermöglicht eine schnelle Bewertung. Diese Transparenz im iterativen Rückkopplungsprozess führt zu einer Steigerung der Versorgbarkeit des Produktionsprogramms durch Kommunikationsschleifen der kapazitätsbereitstellenden Fachbereiche an den Vertrieb. Abbildung 6-13 zeigt den Ausarbeitungsfortschritt zur Validierung der konzeptionellen Ergebnisse.



**Abbildung 6-13:** Fortschritt der Ausarbeitung in Kapitel 6



---

## **7 Kritische Würdigung und weiterführender Forschungsbedarf**

Dieses abschließende Kapitel enthält eine Zusammenfassung und eine kritische Auseinandersetzung mit den erarbeiteten Forschungsergebnissen dieser Dissertation. Zunächst wird das Forschungsdesign aus Unterkapitel 3.3 in Unterkapitel 7.1 in den Gesamtzusammenhang gestellt und darauf aufbauend die formulierten Forschungsfragen über eine Zusammenfassung der Forschungsergebnisse beantwortet. Anschließend beinhaltet Unterkapitel 7.2 eine kritische Würdigung von Forschungsdesign und Forschungsergebnissen sowie des weiterführenden Forschungsbedarfs.

### **7.1 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse**

Zur Adressierung der Forschungslücke und des Praxisbedarfs wird ein qualitatives Forschungsdesign gestaltet. Dieses Forschungsdesign unterstützt einen anwendungsorientierten Beitrag zur Konzeptentwicklung einer ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme im mittelfristigen Planungshorizont durch die qualitativ geführten Expertengespräche in der natürlichen Umgebung der Experten.

Als Datenbasis dienen die Durchführung von 48 und die Transkription von 36 semi-strukturierten Experteninterviews, eine Dokumentenanalyse sowie Prozessbeobachtungen. Diese wurden über die am Produktionsprogrammplanungsprozess beteiligten Fachbereiche Vertrieb, Finanz, Beschaffung, Logistik und Produktion eines deutschen Automobilherstellers mit weltweiten Produktionsstandorten, global verteilten langkettigen Lieferketten und weltweiten Vertriebsregionen durchgeführt. Über die Triangulation der erfassten Daten und eine nachfolgende Kombination mit bestehendem Literaturwissen können erstmalig auf dem Stand der Wissenschaft und Praxis basierende Prozessmodule eines modularen Prozessbaukastens zur ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme für den mittelfristigen Betrachtungshorizont erfasst und abgeleitet werden. Die Validität und Reliabilität des Forschungsdesigns wird durch in der Wissenschaft etablierte qualitative Gütekriterien beschrieben und nachgewiesen. Zusätzlich bestärkend ist das speziell für das Auswertungsverfahren der qualitativen Inhaltsanalyse anwendbare Gütekriterium der Inter-Coder-Reliabilität. Drei Vercoder stellen nach einer gemeinsamen Einführungsphase zur Sichtung und Verständnisklärung die Inter-Coder-Reliabilität im Auswertungsverfahren sicher. Die Herangehensweise des Status quo in der Praxis zur automobilen Programmplanung und -bewertung ähnelt den prozessualen Abläufen der Literatur. Das Dilemma der zur Produktionsprogrammfreigabe nachgelagerten

kapazitativen Detailprüfung für Kauf- und Herstellteile [vgl. SCHMIDT 2018, S. 89; SCHUH UND STICH 2012, S. 175] existiert auch in der unternehmerischen Praxis.

Sequentielle Programmplanungsrhythmen dienen der Umsetzbarkeit von Kunden- bzw. Vertriebsbedarfen in kapazitativ abgesicherte Fahrzeugprogramme [vgl. KLUG 2010, S. 417; ZERNECHEL 2007, S. 369]. Da nur im kurzfristigen Horizont auf konkrete Kundenbestellungen zurückgegriffen werden kann, werden die Bedarfsprognosewerte des Vertriebs bei sinkendem Planungszeitraum sukzessive durch Endkundenaufträge ersetzt [vgl. HEINEMEYER 1992, S. 173]. Nachfrageverschiebungen führen zu einer Verschiebung des Kapazitätsbedarfs und müssen frühzeitig abgestimmt werden [vgl. HEROLD 2005, S. 33; KLUG 2018, S. 420].

Über die Durchführung der qualitativen Experteninterviews und die gewählte Auswertungsstrategie können die Forschungsfragen FF1 und FF2 dieser Dissertation beantwortet werden. Begonnen wird mit der zusammenfassenden Beantwortung der Forschungsfrage FF1:

***FF1. Welche Schwachstellen liegen in der Programmbewertung im mittelfristigen Planungshorizont in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte vor?***

In globalen Wertschöpfungsnetzwerken ist eine zeitlich ausreichend vorgelagerte Prüfung von zentraler Bedeutung, um Kapazitäten bedarfsgerecht aufzulassen und Engpässe zu vermeiden, die im operativen Tagesgeschäft teure Sondermaßnahmen oder gar einen Produktionsstillstand verursachen [vgl. ASKAR 2008, S. 1].

Der Produktionstyp eines Unternehmens entscheidet über die Art der Primär- und Sekundärbedarfsermittlung. Die meisten Automobilhersteller bieten ihren Kunden in einem vorgegebenen Rahmen Konfigurationsmöglichkeiten an und ordnen sich dem Variantenfertiger als einem der vier Grundtypen produzierender Unternehmen zu. Ein Auftragsfertiger stellt ein Produkt individuell nach Kundenwunsch her und ermittelt seinen Primärbedarf auf Grundlage vieler Kundenaufträge aus seinem Auftragsbestand. Der Rahmenauftragsfertiger produziert kundenindividuelle Produkte über den Rahmenvertrag, der eine minimale und eine maximale Abnahmemenge beinhaltet [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 24f., 136f.]. Der etablierte Planungszyklus von der Vertriebsprognose zum Fahrzeug [vgl. HEROLD 2007, S. 31] ermöglicht durch den fehlenden Detailgrad der Absatzplanung erst eine der Programmfreigabe nachgelagerte Sekundärbedarfsermittlung zur kapazitativen Detailprüfung. Zusätzlich ist durch die hohe Bandbreite an Erzeugnissen die Primärbedarfsprognose eine Herausforderung, es können entstehende Abweichungen an die Sekundärbedarfsermittlung übertragen werden [vgl. ALTENDORFER ET AL. 2016, S. 3733].

Die Loslösung des Vertriebs in der aggregierten Produktionsprogrammplanung als Inputgeber für die nachfolgenden Fachbereiche Distribution, Produktion und Beschaffung

stellt in der unternehmerischen Praxis eine Herausforderung dar. Die Informationen zu Nachfrageverschiebungen beschränken sich im Status quo auf das anzupassende Volumen der zu produzierenden Fahrzeugmodelle. Sie werden weder länderspezifisch noch für die dahinterstehenden Fahrzeugeigenschaften konkretisiert. Diese qualitative Anreicherung an Informationen ist einerseits für die monetäre Bewertung des Produktionsprogramms relevant, da die Deckungsbeiträge der Fahrzeugmodelle länderspezifisch variieren und miteinander verrechnet den Gesamtdeckungsbeitrag des Produktionsprogramms ergeben. Zudem ist die für einen kapazitiven Abgleich sowie eine nachgelagerte Anpassungsprüfung benötigte Sekundärbedarfsermittlung der Behälter sowie Kauf- und Herstellteile nur mit dem aufgezeigten Detailgrad über die Stückliste mit den Baubarkeitsregeln sowie das technische und vertriebliche Regelwerk möglich. Der fehlende iterative Rückkopplungsprozess ist eine Schwachstelle, die dem Spannungsfeld absatzmarktseitig erforderlicher Einplanungsflexibilität und produktionsnetzseitig erforderlicher Vorplanungsintensität und -güte nicht mehr gerecht wird.

Die Anforderungen an eine ereignisorientierte Bewertung automobiler Produktionsprogramme zur proaktiven Prüfung von Kapazitäten und monetären Konsequenzen hängen eng mit den in der Praxis identifizierten Herausforderungen zusammen und werden in der Forschungsfrage FF2 dieser Dissertation beantwortet:

***FF2. Welche Anforderungen resultieren im mittelfristigen Planungshorizont an eine ereignisorientiert initiierte Programmbewertung in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte?***

An den Prozess einer ereignisorientierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme zur proaktiven Prüfung besteht die zentrale Anforderung, die existierenden Herausforderungen zu adressieren. Der Prozess soll eine proaktive und schnelle Prüfung hinsichtlich Versorgungssicherheit und monetärer inkrementeller Veränderungen ermöglichen. Über einen iterativen Rückkopplungsprozess dienen iterative Feedbackschleifen einer schrittweisen Verbesserung des Produktionsprogramms zur Steigerung der Versorgungssicherheit und/oder des finanziellen Ergebnisses. Die Anforderungen decken sich teilweise mit den Prozessschritten aus der Literatur und ergänzen diese. Dem detaillierten Kapazitätsabgleich für die Kauf- und Herstellteile, die Behälter und die Gewerke der internen Fabrikstandorte des OEM ist ein standortübergreifender Kapazitätsabgleich vorzulagern. Die hierfür benötigte Informationsgrundlage bilden die hinterlegten Werkskalender der Fabrikstandorte des OEM mit beispielsweise Tageskapazitäten, Schichtmodellen, allgemeinen Produktions- und Schließtagen sowie Wartungsarbeiten. Bei einem positiven standortübergreifenden Kapazitätsabgleich kann der detaillierte Kapazitätsabgleich nachgelagert erfolgen, bei einer negativen Prüfung müssen kapazitative Anpassungsmaßnahmen überprüft oder der Produktionsprogramm-vorschlag angepasst werden. Zudem muss ein ausreichender Vorlauf vorhanden sein, der Umsetzungszeiten der kapazitiven Maßnahmen, Ruhezeiten und Vorlaufzeiten zur

Qualifizierung des benötigten Personals beinhaltet. Mögliche anfallenden Kosten oder potenzielle Einsparungen kapazitiver Anpassung sind mit dem Deckungsbeitrag des Produktionsprogramms zu verrechnen [vgl. KILGER ET AL. 2012]. Wenn eine kapazitative Anpassung der Ist-Kapazität nicht möglich ist, ist eine Identifikation von Alternativen für den Vertrieb hilfreich, um diese über Einbauratenverschiebungen im Produktionsprogramm verstärkt einzuplanen. Die Steuerung der Kundennachfrage über Rabattierungen kann ebenfalls zu Einbauratenverschiebungen führen.

Zur zusammenfassenden Beantwortung der dritten Forschungsfrage FF3 werden alle über die Literatur und die Experteninterviews identifizierten Schwachstellen (FF1) und Anforderungen (FF2) berücksichtigt und gehen in den modularen Prozessbaukasten als entwickeltes Konzept ein, um alle Typen produzierender Automobilhersteller adressieren zu können:

***FF3. Wie muss eine Konzeptentwicklung zur ereignisorientiert initiierten Prozessgestaltung einer Bewertung automobiler Produktionsprogramme im mittelfristigen Zeithorizont ausgestaltet sein und welche Informationen werden dafür benötigt?***

Unter Berücksichtigung des Spannungsfelds absatzmarktseitig erforderlicher Einplanungsflexibilität und produktionsnetzseitig erforderlicher Vorplanungsintensität und -güte wird das Konzept zur ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme im mittelfristigen Planungshorizont zur bestmöglichen Prozessunterstützung anwendungsorientiert gestaltet. Zur zeitgemäßen Entwicklung eines geeigneten Instrumentariums werden die über die qualitativen Experteninterviews identifizierten Schwachstellen, Anforderungen und thematischen Eingangsgrößen sowie über die Literaturanalyse gefundenen Lösungsansätze und Erkenntnisse berücksichtigt. Um die Effizienz und Effektivität der mittelfristigen automobilen Produktionsprogrammplanung und -bewertung in der Praxis zu erhöhen, werden verwertbare Teile bestehender Prozesse [siehe SCHMIDT 2018 und SCHUH UND STICH 2012] integriert, anstatt sie von Grund auf neu zu entwickeln. Die Erweiterungen und Abänderungen resultieren aus den Schwachstellen der Literatur, die über die qualitativen Experteninterviews in der Praxis validiert und weiter ausgeführt werden konnten.

Um die Anwendbarkeit für Automobilhersteller der vier Grundtypen produzierender Unternehmen [vgl. SCHUH UND STICH 2012] sicherzustellen, adressiert das entwickelte Konzept eines modularen Prozessbaukastens zur ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme die zentralen Anforderungen an eine proaktive Prüfung von Kapazitäten und monetären Konsequenzen im mittelfristigen Betrachtungshorizont. Die Grundlage bilden die bestehenden Prozesse aus der Literatur [vgl. SCHMIDT 2018; SCHUH UND STICH 2012] und die aus ebendiesen abgeleiteten und um die konzeptionellen Anforderungen erweiterten drei thematischen Gruppierungen

*Produktionsprogrammplanung, kapazitative Baubarkeitsprüfung sowie Programmbeurteilung.* Die erste Gruppierung stellt sicher, dass situations- und anforderungsabhängig eine Initiierung sowohl marktorientiert als auch produktionsorientiert in dem benötigten Detailgrad auf Ebene länderspezifischer Fahrzeugeigenschaften erfolgen kann. Diese Grundlage des detaillierten kapazitiven Abgleichs und der optional nachgelagert stattfindenden kapazitiven Prüfung für Kauf- und Herstellteile sowie Behälter ermöglicht das Prozessmodul für eine Primärbedarfsanreicherung. Die zweite thematische Gruppierung enthält die auf dem angereicherten Primärbedarf basierende Sekundärbedarfsermittlung für den detaillierten kapazitiven Abgleich und die Anpassungsprüfung. Die Beschaffungsartzuordnung dient der Identifikation des Fremdbezugs oder der Eigenfertigung. Der standortübergreifende Kapazitätsabgleich ist der detaillierten Prüfung vorangestellt, um die Kapazitäten des internen Produktionsnetzwerks des OEM mit den Primärbedarfen gegenüberzustellen. Sofern die Versorgungssicherheit des Vertriebsbedarfs nicht sichergestellt werden kann, können sowohl Alternativen als auch Möglichkeiten der Nachfragesteuerung identifiziert und über den iterativen Rückkopplungsprozess an den Vertrieb rückgespiegelt werden. Für Kauf- und Herstellteile sowie Behälter ist eine Rückrechnung des Sekundär- in den Primärbedarf erforderlich. Die dritte thematische Gruppierung enthält die finanzielle inkrementelle Bewertung des Produktionsprogramms, indem die ermittelten länderspezifischen Deckungsbeiträge für Fahrzeugmodelle und -eigenschaften den relevanten, durch die kapazitative Anpassung anfallenden Kosten gegenübergestellt werden. Einsparungspotenziale werden dem Deckungsbeitrag hinzugerechnet. Die finale Programmentcheidung erfolgt nach der Baubarkeitsprüfung und der finanziellen inkrementellen Bewertung. Zusammenfassend stellt der modulare Prozessbaukasten ein vielschichtiges und agiles Konzept zur ereignisorientiert initiierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme dar, das für alle Grundtypen produzierender Unternehmen anwendbar ist.

Die Rahmenbedingungen haben bereits im Verlauf der Erarbeitung zur Validierung der Forschungsergebnisse beigetragen. Als besonders hilfreich erwies sich die kontinuierliche Integration der Autorin in das betrachtete Praxisumfeld über den Gesamtzeitraum der Forschungsleistung und die dadurch gegebene Möglichkeit der kontinuierlichen Evaluierung von Zwischen- und Endergebnissen dieser Dissertation mit den am Prozess involvierten Praxispartnern. Zusammenfassend adressiert die vorliegende Dissertation eine über die relevanten Autoren der internationalen Literaturanalyse herausgearbeitete Forschungslücke. Die qualitativen Expertengespräche bestätigen die Forschungslücke als hochrelevantes Praxisproblem, das den Anforderungen zur Bewertung automobiler Produktionsprogramme nicht mehr gerecht wird. Die auf den Forschungsergebnissen aufbauende Entwicklung eines Prototyps als Konzeptvalidierung weist die anwendungsorientierte Adressierung der hochrelevanten Problemstellung nach und schließt die aufgezeigte Forschungslücke.

## 7.2 Kritische Würdigung und Forschungsbedarf

Das vorliegende Unterkapitel beinhaltet abschließend die kritische Würdigung und den weiterführenden Forschungsbedarf der vorliegenden Dissertation. Die Reflexion des Forschungsdesigns und der Forschungsergebnisse erfolgt im Rahmen dieser Würdigung entlang der Vorgehensweise dieser Dissertation in den Phasen (1.) Forschungsmotivation, (2.) theoretische Grundlagen, (3.) Forschungsdesign und (4.) Forschungsergebnisse und prototypische Implementierung zur Validierung. Darauf aufbauend wird der weiterführende Forschungsbedarf abgeleitet.

### (1.) Forschungsmotivation

Die vorliegende Dissertation ist an der Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis angesiedelt und ermöglicht eine wissenschaftlich untermauerte, anwendungsorientierte Entwicklung der Forschungsergebnisse. Die Forschende als Autorin dieser Dissertation war bereits vor Beginn dieser Forschungsarbeit als Digital Transformation Consultant für ein weltweit agierendes IT-Unternehmen tätig und folglich mit durch die digitale Transformation entstehenden Potenzialen zur Erweiterung und/oder Anpassung bestehender Unternehmensprozesse vertraut. Während der Durchführung der Forschungsleistung fand die berufliche Tätigkeit bei einem großen, weltweit agierenden Automobilhersteller mit einem breiten Kundenspektrum von Privat- und Geschäftskunden im Bedarfs- und Kapazitätsmanagement statt. Aus dieser Tätigkeit konnte im Abgleich mit dem Stand der Wissenschaft zur Produktionsprogrammplanung und -bewertung die für die Praxis hochrelevante und in der Wissenschaft noch nicht adressierte ereignisorientierte Bewertung automobiler Produktionsprogramme zur proaktiven Prüfung von Kapazitäten und monetären Konsequenzen im mittelfristigen Betrachtungshorizont ausgestaltet werden. Die hinter dieser Dissertation stehende Motivation wird dadurch klar beschrieben und die Relevanz der Ergebnisse wird initial sichergestellt.

Die vorliegende Dissertation fokussiert die Konzeptentwicklung und fachbereichsübergreifende Realisierung einer ereignisorientierten Bewertung automobiler Produktionsprogramme, die über einen iterativen Rückkopplungsprozess Transparenz zur Versorgungssicherheit und der monetären Bewertung schafft und schrittweise Verbesserungen des Produktionsprogramms ermöglicht. An dieser Stelle besteht Raum zur Erweiterung der Untersuchungseinheit in zukünftigen Arbeiten. Der Forschungsbedarf zur Ausgestaltung einer Logik, die eine schnelle Primärbedarfsanreicherung und Sekundärbedarfsermittlung bei gleichzeitig hoher qualitativer Güte ermittelt, siedelt sich in der weiterführenden Ausgestaltung dieser Prozessmodule an. Zudem können Ansätze erforscht werden, um die Prognosequalität der internen und externen Einflussfaktoren auf die automobilen Produktionsprogrammplanung zu erhöhen. Die Verbesserung der marktorientierten Bedarfsprognose ist ein

weiteres Anwendungsfeld, um die durch die Variantenvielfalt vorherrschende Komplexität der Automobilindustrie erschwerte Prognosegüte zu erhöhen und die Dynamik der Märkte abzubilden. Die Ausweitung von Outsourcing, Rationalisierung der Lieferanten und schlanken Produktionsmethoden bringt einerseits bedeutende Fortschritte in Bezug auf die Effizienz der Lieferkette. Andererseits führt dies zu einem erheblichen Anstieg der Risiken in der Lieferkette, insbesondere im Zusammenhang mit Lieferunterbrechungen aufgrund von unkontrollierbaren externen Faktoren wie beispielsweise Erdbeben oder Vulkanausbrüchen [vgl. KLINGEBIEL ET AL. 2011, S. 107]. Somit fußt ein weiteres Anwendungsfeld im Risikomanagement, um proaktiv Ereigniswarnungen aussprechen zu können, die in der mittelfristigen Programmbewertung zu einer Veränderung der kapazitiven Ausgangsbasis führen können. Ebenfalls besteht Forschungsbedarf zur kollaborativen, unternehmensübergreifenden Bereitstellung und Nutzung relevanter Informationen, um die Maßnahmen und Ausprägungen zur kapazitiven Anpassung bei Kaufteilen und Behältern schnell abfragen zu können.

## **(2.) Theoretische Grundlagen**

Die automobilen Produktionsprogrammplanung und -bewertung stellt kein gänzlich neues Gebiet dar, weswegen viele an das Forschungsumfeld angrenzende Gebiete untersucht werden müssen, um vorhandenes Wissen zu übertragen [vgl. WEBSTER UND WATSON 2002, S. 14]. Zur Identifikation aller relevanten Autoren im Umfeld der automobilen Programmbewertung dient eine internationale Literaturrecherche. Zunächst werden alle relevanten Quellen identifiziert, entsprechend der Anforderungen klassifiziert und dem Leser übersichtlich aufbereitet. Das Ziel dieser Vorgehensweise ist es, die Relevanz der Forschungsleistung sicherzustellen, indem Themenbereiche nicht mehrfach behandelt werden [vgl. BAKER 2000, S. 219]. Die Zusammensetzung des wissenschaftlichen Fundaments mündet in der fundierten Ausgestaltung der Forschungslücke, bestehende Prozesse der Literatur um eine ereignisorientierte Bewertung automobiler Produktionsprogramme zur proaktiven Prüfung von Kapazitäten und monetären Konsequenzen zu erweitern. Dies motiviert die Durchführung der qualitativen Experteninterviews, um die Relevanz für die unternehmerische Praxis herauszuarbeiten sowie die über die Literaturrecherche identifizierten Schwachstellen und Anforderungen mit denen der Praxis im Sinne einer anwendungsorientierten Konzeptentwicklung bestmöglich zu verbinden.

## **(3.) Forschungsdesign**

Der sozialwissenschaftliche Forschungsprozess zielt darauf ab, die im akkumulierten Stand der Forschung identifizierte Wissenslücke mit einem anwendungsorientierten Beitrag als Konzeptentwicklung zur ereignisorientierten Programmbewertung für eine proaktive Prüfung von Kapazitäten und monetären Konsequenzen zu schließen. So muss die Geltungsbegründung der Ergebnisse qualitativer Forschung flexibel sein, da vermehrt

argumentativ denn über die Errechnung von Kennwerten vorgegangen wird. Als Konsequenz rückt der Prozess der Begründbarkeit und Verallgemeinerbarkeit qualitativer Forschungsergebnisse [vgl. MAYRING 2016, S. 140] in den Fokus. Die qualitative Untersuchungsstrategie im Forschungsdesign dieser Dissertation bedient sich einer explorativen Untersuchung. Die Beantwortung der Forschungsfrage FF1 erfolgt durch einen anwendungsorientierten Beitrag als systematische Erfassung der Literaturgrundlagen und der Kategorisierung von Schwachstellen der Programmplanung über Literatur und Experteninterviews. Die Ableitung und Strukturierung von Anforderungen aus den Experteninterviews an eine ereignisorientierte Prozessgestaltung bildet die Praxisgrundlage und beantwortet die zweite Forschungsfrage FF2. Die dritte Forschungsfrage FF3 zur Konzeptentwicklung einer ereignisorientiert initiierten Programmbewertung wird durch die konstruktionsorientierte Methode der Aktionsforschung beantwortet, indem mehrere Zyklen aus Analyse-, Aktions-, und Evaluationsschritten zur finalen Lösung durchlaufen werden. In einem gering strukturierten Prozess erfolgt eine Referenzmodellierung des gemeinsam zwischen der Forschenden und den Experten entwickelten Projektprozesses. Aus dieser vereinfachten Abbildung der Realität leitet sich der modulare Prozessbaukasten als Ergebnis ab, der für die unterschiedlichen Unternehmenstypen anwendbar sein sollte. Mehrere Iterationsschleifen dienen der Anpassung des modularen Prozessbaukastens, um seine Anwendbarkeit und inhaltliche Korrektheit sicherzustellen. Die Validierung des modularen Prozessbaukastens in der Praxis erfolgt über die Methode Prototyping durch die Entwicklung einer schnell verfügbaren, lauffähigen Vorabversion eines Oberflächenprototypen. Zur Beurteilung der qualitativen Güte und Aussagekraft des detaillierten Forschungsprozesses der Dissertation ermöglichen Gütekriterien die Sicherstellung der Qualität der Forschungsergebnisse. In aktuellen Diskussionen über Gütekriterien setzt sich vermehrt durch, dass die Gütekriterien quantitativer Forschung für die qualitative Forschung nicht einfach übernommen werden können. Daher erfolgt in dieser Dissertation die Einhaltung der sechs Gütekriterien qualitativer Forschung nach MAYRING (2016) [vgl. MAYRING 2016, S. 144-148], welche um ein weiteres Gütekriterium der Einhaltung forschungsethischer Richtlinien der wissenschaftlichen Fachgesellschaften [vgl. BORTZ UND DÖRING 2006, S. 128-132] erweitert werden.

Die Datenerhebung erfolgt über 48 nichtstandardisierte Experteninterviews, um bestmöglich alle zur Beantwortung der Forschungsfragen relevanten Informationen zu erheben. Auch jene, die sich außerhalb der Vorstellungskraft der Forschenden befinden und durch die Eigeninitiative der Experten sichtbar werden. Um über die Transkription der Experteninterviews hinausgehende Daten zur angelagerten Auswertung verwenden zu können, werden ebenfalls Dokumente berücksichtigt, die die Forschende von den Befragten zur Verfügung gestellt bekommt. Hierdurch entsteht eine Datentriangulation. Die Vorstudie erfolgt durch Pretests bei den Interviews, um ein eindeutiges und einfaches Verständnis der Leitfragen von den Befragten und die Zielführung der Fragen zur



Schließung der Wissenslücke sicherzustellen. Die Experteninterviews finden in allen am Produktionsprogrammplanungsprozess involvierten Fachbereichen Vertrieb, Finanz, Beschaffung, Logistik und Produktion eines Automobilherstellers statt. Die internen Fabrikstandorte erstrecken sich über Europa und Lateinamerika, das weltweite Vertriebsnetz und breite Kundenspektrum von Privat- und Geschäftskunden verursachen einen großen Variantenreichtum und bringen eine hohe Komplexität mit sich.

Die Auswertungsmethode fokussiert die Analyse des Kommunikationsinhalts über leitfadenbasierte erhobene und im Anschluss transkribierte Interviews. Die Qualitative Inhaltsanalyse als Auswertungsverfahren bedient sich dem Kategoriensystem als inhaltsanalytisches Werkzeug, das aus der Fragestellung der Forschung heraus unter Rückgriff auf den Stand der Wissenschaft sorgfältig a priori der Textanalyse erarbeitet werden muss [vgl. KROMREY ET AL. 2016, S. 309]. Mischformen bei der Entwicklung des Kategoriensystems sind in der Forschung häufig anzutreffen, wobei nahezu ausschließlich mit der deduktiven Kategorienbildung begonnen und mit der induktiven Kategorienbildung am Material abgeschlossen wird [vgl. KUCKARTZ 2016, S. 95]. In Anlehnung an diese in der Forschung üblich anzutreffende Mischform wird das Auswertungsverfahren der vorliegenden Dissertation als Mischform deduktiver und darauf aufbauend induktiver Kategorienbildung aufgebaut. Die Vercodung über die inhaltliche Strukturierung basiert auf der theoriegeleiteten Kategorienbildung der a priori aufgestellten und aus der Literatur abgeleiteten Kategorien. Sie stößt an Grenzen, sofern es im transkribierten Material zu verbleibenden Textstellen kommt, die nicht eindeutig in das deduktive Kategoriensystem der inhaltlichen Strukturierung eingeordnet werden können. Die Vercodung über die zusammenfassende Inhaltsanalyse basiert auf den verbleibenden, nicht eindeutig in eine der deduktiv hergeleiteten Kategorien einzuordnenden Textstellen.

Die Auswahlentscheidung der Modellierungssprache erfolgt in Anlehnung an DELP (2006), wonach sich die Modellierungssprache EPK besonders für die benutzerorientierte und prozessorientierte Sichtweise eignet [vgl. DELP 2006, S. 56f.]. Die EPK passt zudem zum Fokus dieser Dissertation, da sie eine gute Erweiterungsmöglichkeit im Lauf der Wissensgenerierung zur grafischen Aufbereitung eines Prozesses zur automobilen Produktionsprogrammplanung und -bewertung bietet. Die grafische Modellierung erfolgt in *Microsoft Visio*® unter Berücksichtigung der DIN 66 001 zur Sicherstellung der allgemeinen Verständlichkeit.

Die Dynamik im Spannungsfeld absatzmarktseitig erforderlicher Einplanungsflexibilität und produktionsnetzseitig erforderlicher Vorplanungsintensität und -güte bewirkt, dass sich Herausforderungen, Schwachstellen und Anforderungen in unterschiedlichen Dimensionen verändern können. Die präsentierten Forschungsergebnisse stellen somit den Ist-Stand zum Durchführungszeitpunkt der qualitativen Experteninterviews Mitte des Jahres 2017 dar. Der OEM wurde aufgrund seines breiten Kundenspektrums und der vorherrschenden Variantenvielfalt sorgfältig ausgewählt, um zur Ermittlung der

prozessualen Anpassungen die größtmögliche Komplexität zu berücksichtigen. Zudem stellen die Forschungsergebnisse sicher, dass alle Grundtypen automobiler produzierender Unternehmen über den modularen Prozessbaukasten die Prozessmodule zur proaktiven und ereignisorientierten Produktionsprogrammplanung und -bewertung unternehmensindividuell zusammenstellen können. Aufgrund des gewählten Industriefokus der geführten Experteninterviews sind die Forschungsergebnisse primär auf die Automobilindustrie übertragbar. Sollte zukünftig die Motivation zur Übertragung der Ergebnisse auf andere Industrien bestehen, können dabei in dieser Dissertation präsentierte Werkzeuge wie beispielsweise das Auswertungsverfahren qualitativer Inhaltsanalyse zur Steigerung der Vergleichbarkeit verwendet werden.

#### **(4.) Forschungsergebnisse und prototypische Implementierung zur Validierung**

Zur Beantwortung der Forschungsfragen FF1 und FF2 erfolgt die Auswertung der transkribierten Experteninterviews im ersten Schritt über die Einordnung relevanter Textpassagen in das deduktiv aufgestellte Kategoriensystem. Die verbleibenden, nicht eindeutig in eine der deduktiv hergeleiteten Kategorien einzuordnenden Textstellen, werden über induktive Kategorien über die zusammenfassende Inhaltsanalyse eindeutig eingeordnet. Durch die Integration einer Vielzahl repräsentativer Direktzitate als Ankerbeispiele der jeweiligen Haupt- und Subkategorien und die Strukturierung der Forschungsergebnisse in die deduktiven und induktiven Haupt- und Subkategorien wird die Situation in den befragten Fachbereichen umfassend vermittelt und die Nachvollziehbarkeit der Erkenntnisableitung erhöht. Das gewählte Forschungsdesign validiert den identifizierten Forschungsbedarf für die Praxis und erhebt erstmalig Eingangsgrößen, Schwachstellen und Anforderungen der Wissenschaft und Praxis an eine ereignisorientierte Bewertung automobiler Produktionsprogramme zur proaktiven Prüfung von Kapazitäten und monetären Konsequenzen.

Basierend auf diesen Ergebnissen wird im zweiten Ergebnisteil der vorliegenden Dissertation ein modularer Prozessbaukasten hergeleitet. Dieses Konzept integriert und erweitert die bestehenden Prozessschritte automobiler Programmbewertung nach SCHMIDT (2018) und SCHUH UND STICH (2012) und berücksichtigt gleichzeitig die Vielzahl identifizierter Anforderungen aus der Literatur und Praxis. Als fundierte und durch bestehende wissenschaftliche Erkenntnisse angereicherte Lösung adressiert der modulare Prozessbaukasten erstmalig die Problemstellung automobiler Programmbewertung im mittelfristigen Betrachtungshorizont im Spannungsfeld absatzmarktseitig erforderlicher Einplanungsflexibilität und produktionsnetzseitig erforderlicher Vorplanungsintensität und -güte. Der modulare Prozessbaukasten bietet einen anwendungsorientierten Beitrag zur unternehmensindividuellen Ausgestaltung der typabhängigen Merkmale der vier Grundtypen produzierender Unternehmen [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 24-25, 136f.]. Dieses entwickelte Konzept trägt zur Steigerung der Versorgungssicherheit und der Wirtschaftlichkeit automobiler Produktionsprogramme bei.

Inhaltlich erhebt der modulare Prozessbaukasten nicht den Anspruch, sämtliche Detailgrade der einzelnen Prozessmodule zu adressieren und abzubilden. Vor allem in Bezug auf die Anreicherung des Primärbedarfs und die Rückmeldung der Versorgungssituation im Sekundärbedarf bestehen Limitationen, die im Rahmen der Forschungsarbeit nicht geleistet werden konnten. Sie stellen gleichermaßen den weiterführenden Forschungsbedarf dar, für jeden der vier Grundtypen produzierender Unternehmen spezifische Methoden abzuleiten und zu validieren. Im Fokus steht die Konzeptentwicklung zur ereignisorientierten Programmbewertung im mittelfristigen Betrachtungshorizont. Eine detaillierte Ausgestaltung der einzelnen Prozessmodule oder Ausarbeitung der für eine Umsetzung benötigten technologische Grundlagen stellen keinen Bestandteil dieser Dissertation dar. Die Ausgestaltung von Benutzeroberflächen fußt auf der über Workshops ausgearbeiteten Konzepterstellung und dient als Validierung. Der präsentierte Rahmen bietet eine Basis, die über den Forschungsschwerpunkt der vorliegenden Dissertation hinausgehenden Ansätze in weiterführenden Forschungsarbeiten wissenschaftlich zu vertiefen. Ferner empfiehlt sich eine weitere Generalisierung, um die Übertragbarkeit auf andere Branchen und Unternehmen zu ermöglichen. Die Anwendung des modularen Prozessbaukastens ermöglicht eine unternehmensindividuelle Zusammenstellung der Prozessmodule zur proaktiven und ereignisorientierten Programmbewertung, weswegen exemplarisch ein möglicher prozessualer Ablauf durch die EPK-Notation in *Microsoft Visio*® grafisch modelliert und als Validierungsansatz verwendet wird. Die Verwendung der standardisierten Notation erhöht die Kommunikations- und Interpretationsfähigkeit der modellierten Lösung und beinhaltet durch die Verwendung der Standardsoftware *Microsoft Visio*® eine automatisierte Modellverifikation, die erfolgreich durchgeführt werden konnte.

Zum Nachweis der Praxistauglichkeit und Nutzbarkeit der Ergebnisse wurden mehrdimensionale Beiträge zur Validierung geleistet. Hilfreich ist die kontinuierliche Einbindung der Forschenden als Autorin der vorliegenden Dissertation in das relevante Praxisumfeld über den gesamten Zeitraum, um so die Praxisanwendbarkeit der Lösung sicherzustellen. Zwischen- und Endergebnisse konnten weiterhin im Verlauf der Forschungsarbeit sowohl mit Praktikern im Unternehmenskontext als auch mit Wissenschaftlern des betreuenden Lehrstuhls für Unternehmenslogistik an der Technischen Universität Dortmund sowie an der Schnittstelle zwischen Praxis und Wissenschaft am Institut für Materialfluss und Logistik diskutiert und weiterentwickelt werden. Der praktische Nutzen des modularen Prozessbaukastens konnte durch die durchgeführten Workshops unternehmensintern mit den befragten Fachbereichen und unternehmensübergreifend mit zwei weiteren Automobilherstellern und der prototypischen Implementierung validiert werden. Die Oberflächen bilden die Grundlage für eine parallel zur Dissertation angestoßene, aber thematisch losgelöste systemseitige Umsetzung.



## 8 Literaturverzeichnis

- acatech (2011): Cyber-Physical Systems. Innovationsmotoren für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (11).
- Adam Ng, Tsan Sheng; Johnson, Ellis L. (2008): Production planning with flexible customization using a branch-price-cut method. In: *IIE Transactions (Institut of Industrial Engineering)* 40 (12), S. 1198-1210.
- Albrecht, Wolfgang; Steinrücke, Martin (2014): Integrierte Netzwerk- und Liquiditätsplanung von Supply Chains. Dissertation. Greifswald, Wiesbaden: Springer Gabler.
- Alicke, Knut (2003): Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken. Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Alicke, Knut (2005): Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken. Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management. 2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Altemeier, Simon (2009): Kostenoptimale Kapazitätsabstimmung in einer getakteten Variantenfließlinie unter expliziter Berücksichtigung des Unterstützereinsatzes und unterschiedlicher Planungszeiträume. Paderborn: Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts.
- Altendorfer, Klaus; Felberbauer, Thomas; Jodlbauer, Herbert (2016): Effects of forecast errors on optimal utilisation in aggregate production planning with stochastic customer demand. In: *International Journal of Production Research* 54 (12), S. 3718-3735.
- Arndt, Holger (2013): Supply Chain Management. Optimierung logistischer Prozesse. 6. überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Arnold, Dieter; Furmans, Kai (2007): Materialfluss in Logistiksystemen. 5., erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Askar, Gazi (2008): Optimierte Flexibilitätsnutzung in Automobilwerken. Aachen: Shaker.
- Askar, Gazi; Sillekens, Thomas; Suhl, Leena; Zimmermann, Jürgen (2007): Flexibility Planning in Automotive Plants. In: Hans-Otto Günther, Dirk C. Mattfeld und Leena

Suhl (Hrsg.): Management logistischer Netzwerke. Entscheidungsunterstützung, Informationssysteme und OR-Tools. Heidelberg: Physica-Verlag Heidelberg, S. 235-255.

Atkinson, John (1984): Manpower strategies for flexible organisations. In: *Personnel management* 16 (8), S. 28-31.

Atlassian: JIRA Software. Online verfügbar unter <https://de.atlassian.com>, zuletzt geprüft am 19.02.2019.

Atteslander, Peter (2010): Methoden der empirischen Sozialforschung. 13. überarbeitete Auflage. Berlin: Schmidt.

Aubeck, Heinz J. (2010): Wirtschaftsmathematik für Schule und Ausbildung. Norderstedt: Books on Demand.

Bajec, Patricija; Jakomin, Igor (2010): A make-or-buy decision process for outsourcing. In: *PROMET-Traffic&Transportation* 22 (4), S. 285-291.

Baker, Michael J. (2000): Selecting a research methodology. In: *The marketing review* 1 (3), S. 373-397.

Bamberger, Ingolf; Cappallo, Stephan (2003): Problembereiche und Ansätze der Strategischen Prozessforschung. In: Max J. Ringlstetter, Herbert A. Henzler und Michael Mirow (Hrsgg.): Perspektiven der Strategischen Unternehmensführung. Theorien - Konzepte - Anwendungen. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 93-120.

Barthel, Holger (2006): Modell zur Analyse und Gestaltung des Bestellverhaltens für die variantenreiche Serienproduktion. Heimsheim: Jost-Jetter.

Bauernhansl, Thomas; ten Hompel, Michael; Vogel-Heuser, Birgit (Hrsgg.) (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Baumgartner, Heinz.; Ebert, Klaus.; Schleider, Karsten (o.J.): Regeln zur Modellierung von EPK's. In: *Beilage Kfm ZPG-Mitteilung* o.J. (24), 6f.

Baur, Nina; Blasius, Jörg (Hrsgg.) (2014): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS.

Bea, Franz Xaver; Haas, Jürgen (2013): Strategisches Management. 6. überarbeitete Auflage. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.

- Beck, Astrid; Eichstädt, Henrik; Schweibenz, Werner; Gaiser, Birgit; Savigny, Peter von; Schubert, Ulf (2005): Personae in der Praxis. In: Hassenzahl, Marc & Peissner, Matthias (Hrsg.): Usability Professionals 2005. Tagungsband UP05. Stuttgart, September 2005. Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau IRB: Fraunhofer Verlag, S. 98-105.
- Becker, Helmut (2010): Darwins Gesetz in der Automobilindustrie. Warum deutsche Hersteller zu den Gewinnern zählen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Becker, Jörg; Kugeler, Martin; Rosemann, Michael (Hrsgg.) (2003): Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Vierte, korrigierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Becker, Jörg; Kugeler, Martin; Rosemann, Michael (2005): Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bennett, Jeff; Morath, Eric (2013): U.S. Remaining Stake in General Motors. Detroit Auto Maker's Bailout Cost Taxpayers \$10.5 Billion. The New Wallstreet Journal. Online verfügbar unter <http://online.wsj.com/articles/SB10001424052702304744304579248001805812732>, zuletzt aktualisiert am 09.12.2013, zuletzt geprüft am 14.02.2019.
- Berbig, Dominik (2015): Entwicklung eines Kosten und Nutzen umfassenden Modells zur Wahl des optimalen Behälters. Dissertation. Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe: KIT Scientific Publishing.
- Berelson, Bernard (1952): Content analysis in communication research. Glencoe: Free press.
- Bichler, Klaus; Krohn, Ralf; Philippi, Peter; Schneiderei, Frank (2017): Kompakt-Lexikon Logistik. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Bihlmaier, Ralf; Koberstein, Achim; Obst, René (2009): Modeling and optimizing of strategic and tactical production planning in the automotive industry under uncertainty. In: *OR Spectrum* 31 (2), S. 311-336.
- Bilandzic, Helena; Koschel, Friederike; Scheufle, Bertram (2001): Theoretisch-heuristische Segmentierung im Prozeß der empiriegeleiteten Kategorienbildung. Inhaltsanalyse. In: Werner Wirth und Edmund Lauf (Hrsgg): Inhaltsanalyse. Perspektiven, Probleme, Potentiale. Köln: von Halem, 98-116.

Bock, Friedrich (1995): Der Hochleistungsansatz von Arthur D. Little. In: Arnold Picot und Michael Nippa (Hrsgg.): *Prozeßmanagement und Reengineering: Die Praxis im deutschsprachigen Raum*. Frankfurt, New York, S. 78-92.

Bogaschewsky, Ronald; Rollberg, Roland (2002): Produktionssynchrone Zulieferungskonzepte. In: Dieter Hahn und Lutz Kaufmann (Hrsgg.): *Handbuch Industrielles Beschaffungsmanagement*. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 281-300.

Bortz, Jürgen; Döring, Nicola (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. 4. überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Bower, Joseph L.; Christensen, Clayton M. (1995): Disruptive Technologies: Catching the Wave. In: *Harvard Business Review* (73), S. 43-53.

Bowersox, Donald J.; Closs, David J.; Cooper, M. Bixby; Bowersox, John C. (2013): *Supply chain logistics management*. 4. ed., internat. ed. New York: McGraw-Hill.

Bowersox, Donald J.; Morash, Edward A. (1989): The integration of marketing flows in channels of distribution. In: *European Journal of Marketing* 23 (2), S. 58-67.

Boysen, Nils; Fliedner, Malte; Scholl, Armin (2007): Produktionsplanung bei Variantenfließfertigung: Planungshierarchie und Elemente einer Hierarchischen Planung. In: *Journal of Business Economics* 77 (7-8), S. 759-793.

Bozarth, Cecil; Chapman, Steve (1996): A contingency view of time-based competition for manufacturers. In: *International Journal of Operations & Production Management* 16 (6), S. 56-67.

Breitinger, Matthias (2014): Wie viel Volk steckt noch in Volkswagen? Volkswagen könnte bald zum weltgrößten Autohersteller aufsteigen. Was wie ein großer Erfolg klingt, ist in Wahrheit eine tiefe Krise: Wir zeigen, wo es bei VW hakt. ZEIT ONLINE. Online verfügbar unter <https://www.zeit.de/mobilitaet/2014-08/volkswagen-vw-probleme/seite-3>, zuletzt aktualisiert am 06.08.2014, zuletzt geprüft am 14.02.2019.

Bretzke, Wolf-Rüdiger (2015): *Logistische Netzwerke*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Brezinski, Claude; Redivo Zaglia, Michela (1991): *Extrapolation methods. Theory and practice*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier.



- Buchheit, Steve (2003): Reporting the cost of capacity. In: *Accounting, Organizations and Society* 28 (6), S. 549-565.
- Büdenbender, Winfried (1991): Ganzheitliche Produktionsplanung und -steuerung. Konzepte für Produktionsunternehmen mit kombinierter kundenanonymer und kundenbezogener Auftragsabwicklung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Buergin, Jens; Beisecker, Julian; Fischer, Sebastian; Geier, Bettina; Tutsch, Hansjoerg; Mercamp, Stefan; Lanza, Gisela (2017): Generation of Planned Orders and their Matching with Customer Orders in Multi-variant Series Production. In: *Procedia CIRP* 61, S. 499-504.
- Bullinger, Hans-Jörg; Fähnrich, Klaus-Peter (1997): Betriebliche Informationssysteme. Grundlagen und Werkzeuge der methodischen Softwareentwicklung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Burbidge, John L. (1996): Period batch control. New York: Oxford University Press (12).
- Buxey, Geoff (1989): Production scheduling: Practice and theory. In: *European Journal of Operational Research* 39 (1), S. 17-31.
- Chandra, Charu; Everson, Mark; Grabis, Jānis (2005): Evaluation of enterprise-level benefits of manufacturing flexibility. In: *Omega* 43 (1), S. 17-31.
- Chapman, Christopher N.; Milham, Russell P. (2016): The Personas' New Clothes. Methodological and Practical Arguments against a Popular Method. In: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 50 (5), S. 634-636.
- Chen, Kejia; Ji, Ping (2007): A mixed integer programming model for advanced planning and scheduling (APS). In: *European Journal of Operational Research* 181 (1), S. 515-522.
- Chopra, Sunil; Meindl, Peter (2010): Supply chain management. Strategy, planning, and operation. 4. ed., global ed. Boston MA: Prentice Hall.
- Christopher, Martin; Towill, Denis R. (2000): Supply chain migration from lean and functional to agile and customised. In: *Supply Chain Management: An International Journal* 5 (4), S. 206-213.
- Chung, Chen-Hua; Krajewski, Lee J. (1984): Planning horizons for master production scheduling. In: *Journal of Operations Management* 4 (4), S. 389-406.

- Cooper, Alan (1999): *The Inmates are Running the Asylum: Why High-tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. Indianapolis, Ind.: Sams.
- Cooper, Alan; Reimann, Robert; Cronin, David (2007): *About Face 3. The Essentials of Interaction Design*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Corsten, Hans; Corsten, Martina (2012): *Einführung in das strategische Management*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.
- Costantino, Francesco; Toni, Alberto Felice de; Di Gravio, Giulio; Nonino, Fabio (2014): Scheduling mixed-model production on multiple assembly lines with shared resources using genetic algorithms. The case study of a motorbike company. In: *Advances in Decision Sciences* 2014.
- Cross, Robert L.; Parker, Andrew (2004): *The hidden power of social networks. Understanding how work really gets done in organizations*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Das, B. P.; Rickard, Julian G.; Shah, Nilay; Macchietto, Sandro (2000): An investigation on integration of aggregate production planning, master production scheduling and short-term production scheduling of batch process operations through a common data model. In: *Computers and Chemical Engineering* 24 (2-7), S. 1625-1632.
- Dauscher, Ulrich; Maleh, Carole (2006): *Moderationsmethode und Zukunftswerkstatt. 3. überarbeitete und erweiterte Auflage*. Augsburg: ZIEL.
- Davenport, Thomas H. (1993): *Process innovation: reengineering work through information technology*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Delp, Martin (2006): *Ein Referenzmodell für die Herstellung von Fachmedienprodukten*. Dissertation. Stuttgart, Heimsheim: Jost-Jetter.
- Denton, Brian T.; Forrest, John; Milne, R. John (2006): IBM Solves a Mixed-Integer Program to Optimize Its Semiconductor Supply Chain. In: *INFORMS Journal on Applied Analytics* 36 (5), 383-342.
- Denzin, Norman K. (1978): *The research act: A theoretical orientation to sociological methods*. 2d ed. New York: McGraw-Hill.
- Deutsches Institut für Normung (2002): *DIN 199-1:2002-03: Technische Produktdokumentation - CAD-Modelle, Zeichnungen und Stücklisten - Teil 1: Begriffe*, DIN, Berlin.

Deutsches Institut für Normung (2008):DIN EN ISO 9241-110:2008-09: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006); Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2006, DIN EN ISO, Berlin.

Deutsches Institut für Normung (2011):DIN EN ISO 9241-210:2010: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2010, DIN EN ISO, Berlin.

Deutsches Institut für Normung (2012):DIN EN ISO 10209:2012-11: Technische Produktdokumentation - Vokabular - Begriffe für technische Zeichnungen, Produktdefinition und verwandte Dokumentation (ISO 10209:2012); Dreisprachige Fassung EN ISO 10209:2012, DIN EN ISO, Berlin.

Diekmann, Andreas (2007): Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Vollständig überarbeitete und erweiterte Neuauflage, 18. Auflage Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl. (Rororo, 55678).

Dölle, Johannes E. (2013): Lieferantenmanagement in der Automobilindustrie. Struktur und Entwicklung der Lieferantenbeziehungen von Automobilherstellern. Dissertation. Wiesbaden: Gabler Verlag (Schriften zur Unternehmensentwicklung).

Domschke, Wolfgang; Drexl, Andreas; Klein, Robert; Scholl, Armin (2015): Einführung in Operations Research. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Dörmer, Jan (2013): Produktionsprogrammplanung bei variantenreicher Fließproduktion. Untersucht am Beispiel der Automobilendmontage. Dissertation. Wiesbaden: Gabler Verlag (Produktion und Logistik).

Dresing, Thorsten; Pehl, Thorsten (2015): Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. 6. Auflage. Marburg: Eigenverlag.

Dudenhöffer, K.; Dudenhöffer, F. (2013): Kapazitätsauslastung als strategisches Produktionsziel in der Automobilproduktion. In: Ingrid Göpfert, David Braun und Matthias Schulz (Hrsgg.): Automobillogistik. Stand und Zukunftstrends. 1. Auflage: Gabler Verlag, S. 227-240.

Dyckhoff, Harald; Spengler, Thomas S. (2010): Produktionswirtschaft. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

- Ehrenmann, Frank (2015): Kosten- und zeiteffizienter Wandel von Produktionssystemen. Ein Ansatz für ein ausgewogenes Change Management von Produktionsnetzwerken. Dissertation. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Eva, Malcom; Hindle Keith; Rollason Craig (2014): Business analysis. 3. Auflage: Swindon: BCS.
- Eversheim, Walter (2002): Organisation in der Produktionstechnik 3. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Eversheim, Walter; Kees, A.; Mittendorf, M.; Wiendahl, Hans-Peter (2013): Wörterbuch der PPS Dictionary of PPC. Deutsch - Englisch/Englisch - Deutsch ; German - English/English - German. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Ewert, Ralf; Wagenhofer, Alfred (2008): Interne Unternehmensrechnung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fahrmeir, Ludwig; Kneib, Thomas; Lang, Stefan (2009): Regression. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fettke, Peter; Loos, Peter (2004): Entwicklung eines Bezugsrahmens zur Evaluierung von Referenzmodellen. In: *Working Papers of the Research Group Information Systems & Managements* (Vol 20).
- Filla, Patrick; Klingebiel, Katja (2014): Risk profiles for the pre-series logistics in automotive ramp-up processes. 2<sup>nd</sup> International Conference on Ramp-Up Management 2014 (ICRM). In: *Procedia CIRP* 20, S. 44-49.
- Finke, Ina (2009): Schnittstellen-Workshops und soziale Netzwerkanalyse. In: Kai Mertins und Holger Seidel (Hrsgg.): *Wissensmanagement im Mittelstand*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 101-108.
- Fleischmann, Bernhard; Ferber, Sonja; Henrich, Peter (2006): Strategic Planning of BMW's Global Production Network. In: *INFORMS Journal on Applied Analytics* 36 (3), S. 191-282.
- Fleischmann, Bernhard; Meyr, Herbert; Wagner, Michael (2015): Advanced Planning. In: Hartmut Stadtler, Christoph Kilger und Herbert Meyr (Hrsgg.): *Supply chain management and advanced planning. Concepts, models, software, and case studies*. 5<sup>th</sup> ed. 2015. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 71-95.

- Flick, Uwe (2012): Handbuch qualitative Sozialforschung. Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen. 3. Auflage, unveränderter Nachdruck der 2. Auflage von 1995. Weinheim: Beltz Psychologie-Verl.-Union.
- Foscht, Thomas; Jungwirth, Georg; Schnedlitz, Peter (2000): Konturen eines künftigen Handelsmanagements. In: *Zukunftsperspektiven für das Handelsmanagement: Konzepte - Instrumente - Trends*, S. 21-38.
- Freye, Diethardt (1996): Reihenfolgeplanung in einem variantenreichen Fließfertigungssystem. Ein qualitativer Ansatz aus der Automobilindustrie. Dissertation. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Friedrichs, Jürgen (2014): Forschungsethik. In: Nina Baur und Jörg Blasius (Hrsgg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS, S. 81-91.
- Früh, Werner (2015): Inhaltsanalyse. Theorie und Praxis. 8., überarbeitete Auflage. Konstanz, München: UVK Verlagsgesellschaft.
- Gadatsch, Andreas (2013): Grundkurs Geschäftsprozess-Management. Methoden und Werkzeuge für die IT-Praxis: Eine Einführung für Studenten und Praktiker. 7. Aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Gagsch, Bernd (2002): Wandlungsfähigkeit von Unternehmen. Konzept für ein kontextgerechtes Management des Wandels. Band 64: Peter Lang GmbH, Internationaler Verlag der Wissenschaften.
- Gaitanides, Michael (2007): Prozessorganisation. Entwicklung, Ansätze und Programme des Managements von Geschäftsprozessen. 2. vollständig überarbeitete Auflage. München: Vahlen.
- Gaitanides, Michael; Scholz, Rainer; Vrohling, Alwin; Raster, Max (1994): Prozessmanagement. Konzepte, Umsetzungen und Erfahrungen des Reengineering ; mit 20 Tabellen. München, Wien: Hanser.
- Gansser, Oliver; Krol, Bianca (2015): Markt- und Absatzprognosen. Modelle - Methoden - Anwendung. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Gansterer, Margaretha (2015): Aggregate planning and forecasting in make-to-order production systems. In: *International Journal of Production Economics* 170, S. 521-528.

- Garcia Sanz, Francisco J.; Semmler, Klaus; Walther, Johannes (Hrsgg.) (2007): Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz. Effiziente und flexible Supply Chains erfolgreich gestalten. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Garcia-Sabater, Jose P.; Maheut, Julien; Garcia-Sabater, Julio J. (2012): A two-stage sequential planning scheme for integrated operations planning and scheduling system using MILP. The case of an engine assembler. In: *Flexible Services and Manufacturing Journal* 24 (2), S. 171-209.
- Gehr, Frank; Hellingrath, Bernd (2007): Logistik in der Automobilindustrie. Innovatives Supply Chain Management für wettbewerbsfähige Zulieferstrukturen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Gehrke, Lars (2017): Entwicklung eines Industrie-4.0-Managementkonzepts als Beitrag zur digitalen Transformation der Logistik und Produktion. Dissertation. TU Dortmund, Dortmund. Fakultät für Maschinenbau.
- Geiser, Ulrich (2009): Modellierung von Prozessen. Selektion der geeigneten Toolunterstützung. In: *Prozessmanagement in der Praxis*, S. 141-152.
- Genc, Emin (2015): Frühwarnsystem für ein adaptives Störungsmanagement. Dissertation. Technische Universität München. München: Herbert Utz Verlag.
- Gerpott, Thorsten J.; Wittkemper, Gerd (1995): Business Process Redesign. Der Ansatz von Booz Allen & Hamilton. In: *Prozeßmanagement und Reengineering: Die Praxis im deutschsprachigen Raum*, hrsg. v. Michael NIPPA/Arnold PICOT, Frankfurt aM/New York, S. 144-164.
- Gesellschaft für Organisation (2014): Business Process Management BPM Common Body of Knowledge - BPM CBOK®. Leitfaden für das Prozessmanagement ; Version 3.0. 2. überarbeitete Auflage. Gießen: Schmidt.
- Glaser, Horst; Geiger, Werner; Rohde, Volker (1992): PPS Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen - Konzepte - Anwendungen. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Gläser, Jochen; Laudel, Grit (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. Als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. 4. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag.
- Gleich, Fabian (2002): Von der Logistik zum Supply Chain Management. In: Hans-Peter Wiendahl (Hrsg.): Erfolgsfaktor Logistikqualität. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 9-20.

Goetschalckx, Marc; Vidal, Carlos J.; Dogan, Koray (2002): Modeling and design of global logistics systems. A review of integrated strategic and tactical models and design algorithms. In: *European Journal of Operational Research* 143 (1), S. 1-18.

Gomm, Moritz (2008): Supply-chain-Finanzierung. Optimierung der Finanzflüsse in Wertschöpfungsketten. Dissertation. Technische Universität Darmstadt. Berlin: Erich Schmidt Verlag.

Gonschorrek, Ulrich (2007): Ganzheitliches Management. Ein Lernbausteinsystem zum Selbststudium. Berlin: Berliner Wissenschafts- Verlag.

Göpfert, Ingrid; Braun, David; Schullz, Matthias (Hrsgg.) (2017): Automobillogistik. Stand und Zukunftstrends. 3. Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Gottschalk, Lutz L. (2005): Flexibilitätsprofile: Analyse und Konfiguration von Strategien zur Kapazitätsanpassung in der industriellen Produktion. Dissertation. Zürich: ETH Zurich.

Götzinger, Bruno; Kretz, Richard; Bilek, Andreas; Billinger, Wolfgang (2009): Bauteilbeispiele aus dem Transport. In: Hans Peter Degischer und Sigrid Lüftl (Hrsgg.): Leichtbau: Prinzipien, Werkstoffauswahl und Fertigungsvarianten: John Wiley & Sons, S. 317-360.

Greiffenberg, Steffen (2003): Methoden als Theorien der Wirtschaftsinformatik. In: *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2003*.

Grinninger, Jürgen (2012): Schlanke Produktionssteuerung zur Stabilisierung von Auftragsfolgen in der Automobilproduktion. Dissertation. Lehrstuhl für Fördertechnik und Materialfluss und Logistik. München.

Grundmann, Sven (2007): Planung flexibler Produktionskapazitäten im Spannungsfeld logistischer und monetärer Ziele. Dissertation. Gottfried Wilhelm Leibniz, Hannover. Fakultät für Maschinenbau.

Grunow, Martin; Günther, Hans-Otto.; Burdenik, Helena.; Alting, Leo. (2007): Evolving Production Network Structures. In: *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 56 (1), S. 427-430.

Gudehus, Timm (2000): Logistik I. Grundlagen, Verfahren und Strategien. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Gudehus, Timm (2004): Logistik. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

- Gunasekaran, Angappa; Ngai, Eric W. T. (2005): Build-to-order supply chain management: a literature review and framework for development. In: *Journal of Operations Management* 23 (5), S. 423-451.
- Günter, Bernd; Helm, Sabrina (2013): Kundenwert. Grundlagen - Innovative Konzepte - Praktische Umsetzungen. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Günther, Hans-Otto; Tempelmeier, Horst (2011): Produktion und Logistik. 9. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Günther, Hans-Otto; Tempelmeier, Horst (2016): Produktion und Logistik. Supply Chain und Operations Management. 12., verbesserte Auflage: BoD - Books on Demand.
- Günthner, Willibald A. (Hrsg.) (2007): Neue Wege in der Automobillogistik. Die Vision der Supra-Adaptivität. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Haaren, Britta von (2009): Konzeption, Modellierung und Simulation eines Supply-Chain-Risikomanagements. Dissertation. Technische Universität Dortmund, Dortmund.
- Haas, Jürgen (1997): Die Entwicklungsfähigkeit von Unternehmungen. Eine theoretische und pragmatische Analyse. Dissertation. Universität Tübingen. Frankfurt am Main: Lang (Schriften zur Unternehmensplanung, 46).
- Hackstein, Rolf (1989): Produktionsplanung und -steuerung (PPS). Ein Handbuch für die Betriebspraxis. 2. überarbeitete Auflage. Düsseldorf: VDI-Verl.
- Hahn, Dietger; Laßmann, Gert (1999): Produktionswirtschaft - Controlling industrieller Produktion. Band 1 & Band 2: Grundlagen, Führung und Organisation, Produkte und Produktprogramm, Material und Dienstleistungen, Prozesse. Dritte, vollständig überarbeitete Auflage. Heidelberg: Physica-Verlag HD.
- Hamme, Michael; Champy, James; Hammer, Michael; Kuenzel, Patricia (1994): Business Reengineering: Die Radikalkur für das Unternehmen: Campus Verlag.
- Harrison, C.; O'Grady, P. J. (1985): Hierarchical production planning and control. In: Günther Schmidt (Hrsg.): Real time control of large scale systems. Proceedings of the 1. European workshop. Berlin: Springer, S. 605-612.
- Harrison, J. Michael; van Mieghem, Jan A. (1999): Multi-resource investment strategies: Operational hedging under demand uncertainty. In: *European Journal of Operational Research* 113 (1), S. 17-29.



- Hartmann, Horst (2002): Materialwirtschaft. Organisation, Planung, Durchführung, Kontrolle. 8., überarbeitete und erweiterte Auflage. Gernsbach: Dt. Betriebswirte-Verl.
- Hax, Arnoldo C.; Meal, Harlan C. (1973): Hierarchical integration of production planning and scheduling.
- Heerlein, Andre (2009): Einflussfaktoren auf die Kapazität der Internen Revision. Zur Gestaltung einer effektiven Revisionsfunktion. Dissertation. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Hegmanns, Tobias (2010): Dezentrales Planungs- und Prozesskonzept für ein kollaboratives Bedarfs- und Kapazitätsmanagement in Produktionsnetzwerken. Dissertation. Technische Universität Dortmund. Dortmund.
- Hegner, Claus (2010): Modellbasierte Vernetzung strategischer und operativer Anlaufgrößen von interdependenten Fahrzeugprojekten. Dissertation. Technische Universität Chemnitz. Institut für Print und Medientechnik. Chemnitz.
- Heinemeyer, Wolfgang (1992): Die Planung und Steuerung des logistischen Prozesses mit Fortschrittszahlen. In: Dietrich Adam (Hrsg.): Fertigungssteuerung. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 161-188.
- Heitmann, Marcus (2007): IT-Sicherheit in vertikalen F&E-Kooperationen der Automobilindustrie. Wiesbaden: DUV.
- Helmke, Stefan; Uebel, Matthias; Dangelmaier, Wilhelm (2013): Effektives Customer Relationship Management. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Helmold, Marc; Terry, Brian (2016): Lieferantenmanagement 2030. Wertschöpfung und Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit in digitalen und globalen Märkten. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Henke, Michael; Kuhn, Axel (2017): Kollaboration als Schlüssel zum erfolgreichen Transfer von Innovationen. Analyse von Treibern und Hemmnissen in der Automobillogistik. München: Herbert Utz Verlag GmbH (acatech STUDIE).
- Henke, Michael; Motta, Marco (2014): IT im Supply Chain Management: Simulationsgestützte logistische Assistenzsysteme als Ansatz zur Steigerung der Supply Chain Agilität. In: Christian Kille (Hrsg.): Navigation durch die komplexe Welt der Logistik. Texte aus Wissenschaft und Praxis zum Schaffenswerk von Wolf-Rüdiger Bretzke. Wiesbaden: Springer Gabler (Research), S. 153-169.

Henrich, Peter (2002): Strategische Gestaltung von Produktionssystemen in der Automobilindustrie. Dissertation Universität Augsburg. Aachen: Shaker (Berichte aus der Betriebswirtschaft).

Herlyn, Wilmjakob (2012): PPS im Automobilbau. Produktionsprogrammplanung und -steuerung von Fahrzeugen und Aggregaten. München: Hanser, Carl.

Herlyn, Wilmjakob Johannes (1990): Zur Problematik der Abbildung variantenreicher Erzeugnisse in der Automobilindustrie. Dissertation. Technische Universität Braunschweig, Düsseldorf.

Herold, Lothar (2005): Kundenorientierte Prozesssteuerung in der Automobilindustrie. Die Rolle von Logistik und Logistikcontrolling im Prozess „vom Kunden bis zum Kunden“. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.

Herold, Lothar (2007): Kundenorientierte Prozesssteuerung in der Automobilindustrie. Die Rolle von Logistik und Logistikcontrolling im Prozess „vom Kunden bis zum Kunden“. 1. Auflage. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.

Herrmann, Frank (2011): Operative Planung in IT-Systemen für die Produktionsplanung und -steuerung. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.

Herrmann, Frank; Englberger, Julian (2015): Robuste Optimierung zur Produktionsprogrammplanung. In: Thorsten Claus, Frank Herrmann und Michael Manitz (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung. Berlin, Heidelberg: Gabler Verlag, S. 25-45.

Herrmann, Jeffrey W. (2006): A history of production scheduling. In: Handbook of production scheduling: Springer, S. 1-22.

Hoekstra, Sjoerd; Argelo, S. M.; Romme, Jac (1992): Integral logistic structures. Developing customer-oriented goods flow. New York: Industrial Press.

Hoffmann, Uwe (2017): Kennzahlenbasierte Entscheidungsunterstützung für die aggregierte Produktionsprogrammplanung. Dissertation. Technische Universität Chemnitz, Chemnitz. Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme.

Holsti, Ole R. (1969): Content analysis for the social sciences and humanities. In: *Reading, MA: Addison-Wesley (content analysis)*.

- Holt, Eva-Maria; Winter, Dominique; Thomaschewski, Jörg (2011): Personas als Werkzeug in modernen Softwareprojekten. Die Humanisierung des Anwenders. In: *Tagungsband UP11*, S. 40-44.
- Homburg, Christian (2017): Grundlagen des Marketingmanagements. Einführung in Strategie, Instrumente, Umsetzung und Unternehmensführung. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Hommel, B-J; van Reijswoud, Victor (Hrsgg.) (2000): Assessing the quality of business process modelling techniques. Proceedings of the 33<sup>rd</sup> Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 7 Jan. 2000: IEEE.
- Hopp, Wallace J.; Spearman, Mark L. (2008): Factory physics. Foundations of manufacturing management. 3. edition: Irwin/McGraw-Hill.
- Horx, Matthias (2014): Das Megatrend-Prinzip. Wie die Welt von morgen entsteht. 1. Auflage. München: Pantheon.
- Hossain, Liaquat; Patrick, Jon David; Rashid, Mohammad A. (2002): Enterprise resource planning. Global opportunities and challenges. Unter Mitarbeit von Liaquat Hossain, Jon David Patrick und Mohammad A. Rashid. Hershey, PA: Idea Group Publ.
- Huber, Walter (2016): Industrie 4.0 in der Automobilproduktion. Ein Praxisbuch. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Hüttner, Manfred (1982): Markt- und Absatzprognosen. Stuttgart: Kohlhammer.
- Jarillo, José-Carlos (2005): Strategische Logik: Die Quellen der langfristigen Unternehmensrentabilität. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Kaluza, Bernd (1993): Flexibilität, betriebliche. Unter Mitarbeit von W. Wittmann und W. et al. Kern. 5. Auflage. 1 Band. Stuttgart: Schäffer-Poeschel-Verlag.
- Kamphausen, Jens E.: Prozessmanagement in der Produktentwicklung. Dissertation. Technische Hochschule Aachen. Aachen.
- Kaplan, Robert B.; Murdock, Laura; Ostroff, Frank (1991): Core process redesign. In: *The McKinsey Quarterly* (2), S. 27-44.
- Kappler, Jochen; Schütte, Andreas; Jung, Heiko; Arnhold, Dennis; Bracht, Uwe (2010): Robuste Primär- und Sekundärbedarfsplanung komplexer und variantenreicher Serienprodukte. In: *Integrationsaspekte der Simulation: Technik, Organisation und Personal*. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, S. 69-76.

- Kauder, Saskia; Meyr, Herbert (2009): Strategic network planning for an international automotive manufacturer. In: *OR Spectrum* 31 (3), S. 507-532.
- Kauder, Saskia Gisa Luise (2008): Strategische Planung internationaler Produktionsnetzwerke in der Automobilindustrie. Dissertation. Vienna University of Economics and Business. Wien.
- Keller, Matthias (2010): Kennzahlenbasierte Wirtschaftlichkeitsbewertung der Integration von Unternehmen in Produktions- und Logistiknetzwerken. Dissertation. Technische Universität Dortmund. Dortmund: Verlag Praxiswissen.
- Kellner, Hedwig (1997): Die Teamlüge. Von der Kunst, den eigenen Weg zu gehen. Frankfurt am Main: Eichborn.
- Kellner, Hedwig (2000): Konferenzen, Sitzungen, Workshops effizient gestalten. München, Wien: Hanser
- Kern, Werner (Hrsgg.) (1993): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Kiener, Stefan; Maier-Scheubeck, Nicolas; Obermaier, Robert; Weiß, Manfred (2009): Produktions-Management. Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung. 9., verbesserte und erweiterte Auflage. München: Oldenbourg Verlag.
- Kieser, Alfred (1996): Business Process Reengineering — neue Kleider für den Kaiser ? In: Manfred Perlit, Andreas Offinger, Michael Reinhardt und Klaus Schug (Hrsgg.): Reengineering Zwischen Anspruch und Wirklichkeit. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 235-251.
- Kilger, Wolfgang; Pampel, Jochen; Vikas, Kurt (2012): Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung. 13. Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Kirchhausen, Petra (2004): Konzeption eines kennzahlenbasierten Ansatzes zur Unterstützung des Managements von Produktion und Logistik. Dissertation. Dortmund: Verlag Praxiswissen.
- Kistner, Klaus-Peter; Steven, Marion (1993): Produktionsplanung. 2. Auflage. Heidelberg: Physica.
- Klaus, Peter; Krieger, Winfried (2004): Gabler-Lexikon Logistik. Management logistischer Netzwerke und Flüsse. 3., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag.

- Klein, Robert; Scholl, Armin (2004): Planung und Entscheidung. Konzepte, Modelle und Methoden einer modernen betriebswirtschaftlichen Entscheidungsanalyse. München: Vahlen.
- Klingebiel, Katja (2009): Entwurf eines Referenzmodells für Built-to-order-Konzepte in Logistiknetzwerken der Automobilindustrie. Dissertation. Technische Universität Dortmund, Dortmund.
- Klingebiel, Katja; Hellingrath, Bernd; Pires, Silvio; Scavarda, Luiz Felipe (2011): Integrated Design and Evaluation of Logistic Networks: Oriented Placement of the Order Penetration Point. In: *Brazilian Journal of Operations & Production Management* 8 (2), S. 103-120.
- Klug, Florian (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie. Grundlagen der Logistik im Automobilbau. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Klug, Florian (2018): Logistikmanagement in der Automobilindustrie. Grundlagen der Logistik im Automobilbau. 2. Auflage. 2018. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Koberstein, Achim; Bihlmaier, Ralf; Obst, René; Suhl, Leena (Hrsgg.) (2009): Ein Optimierungssystem für die strategische Produktions- und Kapazitätsplanung in der Automobilindustrie. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik. Wien (86).
- Koch, Susanne (2015): Einführung in das Management von Geschäftsprozessen. Six Sigma, Kaizen und TQM. 2. Auflage. 2015. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kopperger, Dietmar; Nägele, Rainer; Schreiner, Peter; Bullinger, H. J. (2001): Geschäftsprozessmanagement gestern und heute. In: *Knowledge meets Process: Wissen und Prozesse managen im Intranet, Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart*, S. 19-33.
- Körpeoğlu, Ersin; Yaman, Hande; Aktürk, M. Selim (2011): A multi-stage stochastic programming approach in master production scheduling. In: *European Journal of Operational Research* 213 (1), S. 166-179.
- Kötzle, Alfred (1997): Ansätze zur Theorie strategischer Unternehmensentwicklung. In: Alfred Kötzle (Hrsg.): *Strategisches Management: Theoretische Ansätze*. Stuttgart, S. 27-44.
- Krackhardt, David; Hanson, Jeffrey R. (1993): Informal Networks: The Company Behind the Chart. In: *Harvard Business Review*.

Krajewski, Lee; Wei, Jerry C.; Tang, Ling-Lang (2005): Responding to schedule changes in build-to-order supply chains. In: *Journal of Operations Management* 23 (5), S. 452-469.

Krcmar, Helmut (2015): Informationsmanagement. 6., überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Kreische, David (2004): Geschäftsprozessmodellierung mit der“ Unified Modeling Language (UML)“.

Kreplin, Klaus-Dieter (1999): Konkordanz englischer und deutscher Begriffe des Workflow Management: Diskussionspapier-keine durch die WfMC autorisierte Version.

Krippendorff, Klaus (2013): Content analysis. An introduction to its methodology. 3. ed. California, CA: SAGE.

Krog, E. H. et. al (2002): Kooperatives Bedarfs- und Kapazitätsmanagement der Automobilhersteller und Systemlieferanten. In: *Logistik Management* (3), S. 45-51.

Kromrey, Helmut; Roose, Jochen; Strübing, Jörg (2016): Empirische Sozialforschung. Modelle und Methoden der standardisierten Datenerhebung und Datenauswertung mit Annotationen aus qualitativ-interpretativer Perspektive. 13., völlig überarbeitete Auflage: UVK Verlagsgesellschaft.

Kuckartz, Udo (2016): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 3. überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.

Kuder, Martin (2005): Kundengruppen und Produktlebenszyklus. Dynamische Zielgruppenbildung am Beispiel der Automobilindustrie. Dissertation. Universität Chemnitz. Deutscher Universitätsverlag.

Kuhn, Axel; Hellingrath, Bernd (2002): Supply Chain Management. Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Kuhn, Axel; Wiendahl, Hans-Peter; Eversheim, Walter; Schuh, Günter (2002): Fast ramp up: schneller Produktionsanlauf von Serienprodukten. Ergebnisbericht der Untersuchung „fast ramp up“. In: *Verlag Praxiswissen, Dortmund* 6.

Kühn, Harald; Karagiannis, Dimitris (2001): Modellierung und Simulation von Geschäftsprozessen. In: *WISU* 30 (8-9/01), S. 1161-1170.

Kühn, Mandy (2016): Im sicheren Datenraum. Fraunhofer Innovationsforum. Online verfügbar unter <https://www.innovationsforum.fraunhofer.de/2016/03/im-sicheren-datenraum/>, zuletzt geprüft am 19.02.2019.

Kurbel, Karl (2003): Produktionsplanung und -steuerung. Methodische Grundlagen von PPS-Systemen und Erweiterungen. 5. aktualisierte Auflage. München: Oldenbourg Verlag.

Kurbel, Karl (2011): Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie. 7. völlig überarbeitete und aktualisierte Auflage. München: Oldenbourg Verlag.

Kurbel, Karl (2016): Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie. Von MRP bis Industrie 4.0. 8. überarbeitete Auflage.

Kurbel, Karl; Endres, Albert (2005): Produktionsplanung und -steuerung. Methodische Grundlagen von PPS-Systemen und Erweiterungen. 6. überarbeitete Auflage. München: Oldenbourg (Handbuch der Informatik Anwendungen in Naturwissenschaften, Technik und Medizin, 2).

Kurek, Rainer (2004): Erfolgsstrategien für Automobilzulieferer. Wirksames Management in einem dynamischen Umfeld. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Kutschker, Michael; Schmid, Stefan (2005): Internationales Management. 4., bearbeitete Auflage,. München: Oldenbourg Verlag.

Leachman, Robert C.; Carmon, Tali F. (1992): On Capacity Modeling For Production Planning with Alternative Machine Types. In: *IIE Transactions* 24 (4), S. 62-72.

Letmathe, Peter (2002): Flexible Standardisierung. Ein dezentrales Produktionsmanagement-Konzept für kleine und mittlere Unternehmen. Wiesbaden. Vol. 297. Springer Verlag.

Leu, Jun-Der; Huang, Li-Ting; Chen, Chon-You (2010): A MRP-II based planning method for the TFT-LCD manufacturing. The 40<sup>th</sup> International Conference on Computers & Industrial Engineering. Awaji, Japan, 25-28 July 2010: IEEE, zuletzt geprüft am 30.01.2019.

Leung, Stephen C.H.; Tsang, Sally O.S.; Ng, W. L.; Wu, Yue (2007): A robust optimization model for multi-site production planning problem in an uncertain environment. In: *European Journal of Operational Research* 181 (1), S. 224-238.

- Lewis, L. Richard; Michalak, Lawrence H. (2000): Method and system for capacity planning. Angemeldet durch Ford Motor Company am 31.03.2000. Anmeldenr: 09/540,324. 6,711,550.
- Liebetruth, Thomas (2016): Prozessmanagement in Einkauf und Logistik. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Liebler, Klaus M. (2013): Eine prozess- und IT-gestützte Methode für die Produktionsplanung in der Automobilindustrie. Dissertation. Technische Universität Dortmund, Dortmund.
- Lischka, Jan-Marc (2011): Management von Prozessinnovationen. Ein empirisch gestütztes Erfolgsfaktorenmodell. Dissertation, Wiesbaden.
- Liu, Songsong; Papageorgiou, Lazaros G. (2013): Multiobjective optimisation of production, distribution and capacity planning of global supply chains in the process industry. In: *Omega* 41 (2), S. 369-382.
- Lödding, Hermann (2008): Verfahren der Fertigungssteuerung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- MacCarthy, Bart (2006): Organizational, systems and human issues in production planning, scheduling and control. In: Jeffrey W. Herrmann (Hrsg.): Handbook of production scheduling: Springer, S. 59-90.
- Macharzina, Klaus; Wolf, Joachim (2017): Unternehmensführung. Das internationale Managementwissen : Konzepte - Methoden - Praxis. 10. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Maiworm, Tobias (2014): Lines, Pakete, Sonderausstattungen - Wege der Fahrzeugdifferenzierung und Margenverbesserung durch Upselling. In: Bernhard Ebel und Markus B. Hofer (Hrsgg.): Automotive Management. Berlin, Heidelberg: Gabler Verlag, S. 527-535.
- Marion, S. (1994): Hierarchische Produktionsplanung. Heidelberg: Physica-Verl.
- Matzke, Andreas (2016): Upgrade-Auktionen für die Nachfragesteuerung bei kundenindividueller Auftragsmontage. Mit Beispielen aus der Automobil- und Computerindustrie. Dissertation. Technische Universität Braunschweig, Braunschweig.



- Maurer, Markus; Gerdes, J. Christian; Lenz, Barbara; Winner, Hermann (Hrsgg.) (2015): *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. s.l.: Springer Vieweg.
- Mayring, Philipp (2015): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 12. überarbeitete Auflage. Weinheim: Beltz (Pädagogik).
- Mayring, Philipp (2016): *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken*. 6., überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz (Pädagogik).
- McKay, Kenneth N.; Wiers, Vincent C. S. (2006): *The human factor in planning and scheduling*. In: Jeffry W. (Hrsg.) Hermann (Hrsgg.): *Handbook of production scheduling*. Boston MA: Springer (International series in operations research & management science, 89), S. 23-57.
- Meffert, Heribert (1985): *Größere Flexibilität als Unternehmenskonzept*. In: *ZfbF (Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung)* 37, S. 121-137.
- Meißner, Sebastian (2009): *Logistische Stabilität in der automobilen Variantenfließfertigung*. Dissertation. Technische Universität München, München.
- Menges, Marcellus; Roubanov, Daniil; Ernst, Joscha (2014): *Produktionsplanung und -steuerung (PPS)*. In: Martin Eigner (Hrsg.): *Modellbasierte virtuelle Produktentwicklung*. Berlin u.a.: Springer Vieweg, S. 301-325.
- Mentz, Markus (2006): *Mergers & Acquisitions in der Automobilzulieferindustrie. Wertschöpfungspotentiale durch internationale Positionierung*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Mentzer, John T.; DeWitt, William; Keebler, James S.; Min, Soonhong; Nix, Nancy W.; Smith, Carlo D.; Zacharia, Zach G. (2001): *Defining Supply Chain Management*. In: *Journal of Business Logistics* 22 (2), S. 1-25.
- Merten, Klaus (1995): *Inhaltsanalyse. Einführung in Theorie, Methode und Praxis*. 2. überarbeitete Auflage. Opladen: Westdt. Verl.
- Mertens, Peter; Bodendorf, Freimut; König, Wolfgang; Picot, Arnold; Schumann, Matthias; Hess, Thomas (2012): *Grundzüge der Wirtschaftsinformatik*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Merz, Sandra Lucia (2016): *Industrie 4.0 - Vorgehensmodell für die Einführung*. In: Armin Roth (Hrsg.): *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen,*

Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 83-110.

Metzen, Heinz (1994): Leidensweg. In: *manager magazin* 11 (24), S. 279-285.

Meyr, Herbert (2004): Supply chain planning in the German automotive industry. In: *OR Spectrum* 26 (4), S. 447-470.

Monsees, H.; Saatmann, M.; Schorr, S. (2007): Das Flexibilitätsverständnis in der Automobilwirtschaft - aufgezeigt am Beispiel eines Zulieferunternehmens. In: *Neue Wege in der Automobillogistik: Die Vision der Supra-Adaptivität*, S. 53-60.

Morawetz, C.; Sihm, W. (2012): Model of a Decision Support System for a Least-Cost and Harmonized Capacity Adjustment in the Short-and Medium-Term Planning Horizon. In: *Procedia CIRP* 3, S. 20-25.

Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2003): Strategische Prozessforschung – Grundlagen und Perspektiven. In: Max J. Ringlstetter und Martin Aschenbach (Hrsg.): *Perspektiven der strategischen Unternehmensführung. Theorien, Konzepte, Anwendungen*; Werner Kirsch zum 65. Geburtstag. Unter Mitarbeit von Werner Kirsch. 1. Auflage. Wiesbaden: Gabler, S. 43-72.

Nagel, Jörg (2011): *Risikoorientiertes Anlaufmanagement*. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Naisbitt, John (1984): *Megatrends. 10 Perspektiven, die unser Leben verändern werden*. 2. Auflage. Bayreuth: Hestia.

Neumann, Stefan; Probst, Christian; Wernsmann, Clemens (2003): *Kontinuierliches Prozessmanagement*. In: Jörg Becker, Martin Kugeler und Michael Rosemann (Hrsg.): *Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung*. Vierte, korrigierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 309-335.

Nicolai, H.; Schotten, M.; Much, D. (1999): *Aufgaben*. In: Holger Luczak und Walter Eversheim (Hrsg.): *Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen, Gestaltung und Konzepte*. 2., korrigierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer (VDI-Buch), S. 29-74.

O’Connell, Daniel C.; Kowal, Sabine (2012): *Dialogical Genres. Empractical and Conversational Listening and Speaking*. New York: Springer-Verlag.

Oertli-Cajacob, Peter (1977): *Praktische Wirtschaftskybernetik. Ein praxisorientierter Leitfaden für die Gestaltung und Optimierung der Planung und Organisation in*

Industrie, Handel und Verwaltung ; neue Methoden und deren Anwendung. München: Hanser.

Oevermann, Ulrich; Allert, Tilman; Konau, Elisabeth; Krambeck, Jürgen (1979): Die Methodologie einer „objektiven Hermeneutik“ und ihre allgemeine forschungslogische Bedeutung in den Sozialwissenschaften. In: Hans-Georg Soeffner (Hrsgg.): Interaktion und Interpretation. Überlegungen zu Prämissen des Interpretierens in der Sozial- und Literaturwissenschaft. Stuttgart: Metzler.

Ohl, Stefan (2000): Prognose und Planung variantenreicher Produkte am Beispiel der Automobilindustrie. Dissertation. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften (WIWI), Düsseldorf.

Olhager, Jan (2003): Strategic positioning of the order penetration point. In: *International Journal of Production Economics* 85 (3), S. 319-329.

Orlicky, Joseph (1975): Material requirements planning. The new way of life in production and inventory management. New York: McGraw-Hill.

Österle, Hubert (1995): Business Engineering. Prozeß- und Systementwicklung. Band 1: Entwurfstechniken. 2. überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Österle, Hubert; Blessing, Dieter (2000): Business Engineering Model. In: Hubert Österle und Robert Winter (Hrsgg.): Business Engineering. Auf dem Weg zum Unternehmen des Informationszeitalters. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 61-81.

Pander, Jürgen (2014): Toyotas Serienauto mit Brennstoffzelle. Wasserstoff marsch. Online verfügbar unter <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/toyota-mit-wasserstoff-antrieb-fcv-fahrt-mit-brennstoffzelle-a-977331.html>, zuletzt aktualisiert am 25.06.2014, zuletzt geprüft am 14.02.2019.

Parment, Anders (2008): Distribution strategies for volume and premium brands in highly competitive consumer markets. In: *Journal of Retailing and Consumer Services* 15 (4), S. 250-265.

Parsch, Sebastian (2014): Elektroautos können mehr schaden als nutzen. Online verfügbar unter <https://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article135412530/Elektroautos-koennen-mehr-schaden-als-nutzen.html>, zuletzt aktualisiert am 15.12.2014, zuletzt geprüft am 14.02.2019.

- Peisl, Thomas (1996): Barrieren in Veränderungsprozessen: Ein Erklärungsmodell für das Management von Barrieren in Veränderungsprozessen in Mittel und Großunternehmen. Dissertation. Technische Universität Chemnitz.
- Pfohl, Hans-Christian (2016): Logistikmanagement. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Philippson, Clemens (1999): Marktspiegel Supply Chain Management Software. Aachen: FIR.
- Piccinini, Everlin; Hanelt, Andre; Gregory, Robert; Kolbe, Lutz (2015): Transforming industrial business: the impact of digital transformation on automotive organizations. Completed Research Paper. Transforming Industrial Business. In: *Thirty Sixth International Conference on Information Systems (ICIS 2015)*.
- Pil, Frits K.; Holweg, Matthias (2004): Linking Product Variety to Order-Fulfillment Strategies. In: *Interfaces* 34 (5), S. 331-413.
- Piller, Frank Thomas; Waringer, Daniela (1999): Modularisierung in der Automobilindustrie. Neue Formen und Prinzipien ; Modular Sourcing, Plattformkonzept und Fertigungssegmentierung als Mittel des Komplexitätsmanagements. Aachen: Shaker (Berichte aus der Betriebswirtschaft).
- Pine, B. Joseph (1993): Mass customization, the new frontier in business competition. Boston MA: Harvard Business School Press.
- Placzek, Tina Simone (2007): Optimal Shelf Availability. Analyse und Gestaltung integrativer Logistikkonzepte in Konsumgüter-Supply Chains. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Ponn, Josef; Lindemann, Udo (2008): Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Pröpster, Markus Hubert (2015): Methodik zur kurzfristigen Austaktung variantenreicher Montagelinien am Beispiel des Nutzfahrzeugbaus. Dissertation. Technische Universität München, München. Herbert Utz Verlag GmbH.
- Ptak, Carol A. (1991): MRP, MRP II, OPT, JIT, and CIM-succession, evolution, or necessary combination. In: *Production and Inventory Management Journal* 32 (2), S. 7.
- Quinn, James Brian; Hilmer, Frederick G. (1994): Strategic outsourcing. In: *MIT Sloan Management Review* 35 (4), S. 43.

- Rafiei, Hamed; Rabbani, Masoud; Alimardani, Maryam (2013): Novel bi-level hierarchical production planning in hybrid MTS/MTO production contexts. In: *International Journal of Production Research* 51 (5), S. 1331-1346.
- Rajagopalan, Sampath; Swaminathan, Jayashankar M. (2001): A Coordinated Production Planning Model with Capacity Expansion and Inventory Management. In: *Management Science* 47 (11), S. 1441-1580.
- Randall, Taylor; Ulrich, Karl (2001): Product variety, supply chain structure, and firm performance: Analysis of the US bicycle industry. In: *Management Science* 47 (12), S. 1588-1604.
- Raubold, Ulrich (2011): Lebenszyklusmanagement in der Automobilindustrie. Ein Optimierungsansatz auf Basis der auf den Lebenszyklus wirkenden Einflussfaktoren. Dissertation. Technische Universität Cottbus, Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Rehkopf, Stefan (2006): Revenue Management-Konzepte zur Auftragsannahme bei kundenindividueller Produktion. Dissertation. Technische Universität Braunschweig, Wiesbaden.
- Reichmann, Thomas; Lachnit, Laurenz (1976): Planung, Steuerung und Kontrolle mit Hilfe von Kennzahlen. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 28 (10-11), S. 705-723.
- Reiss, M. (1997): Change Management als Herausforderung. In: Michael Reiß, Lutz von Rosenstiel und Anette Lanz (Hrsgg.): *Change-Management: Programme, Projekte und Prozesse*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel (USW-Schriften für Führungskräfte, 31), S. 5-31.
- Resch, Michael (1997): *Business process reengineering und internes Marketing*. München: FGM-Verlag.
- Reusch, Pascal (2006): *Abstimmungsmechanismen zwischen Programmplanung und Mengenplanung in der mehrstufigen Produktionsplanung*: Universität Duisburg-Essen.
- Reuter, Boris; Rohde, Jens (2015): Coordination and Integration. In: Hartmut Stadtler und Christoph Kilger (Hrsgg.): *Supply Chain Management and Advanced Planning. Concepts, Models, Software, and Case Studies*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 241-256.

- Rohde, Jens; Meyr, Herbert; Wagner, Michael (2000): Die Supply Chain Planning Matrix. In: *PPS-Management*, 5 (1) 5 (1).
- Romberg, Andreas; Haas, Martin; Hermenau, Dieter (2005): Der Anlaufmanager: Effizient arbeiten mit Führungssystem und Workflow; von der Produktidee bis zur Serie. Stuttgart: LOG\_X Verlag.
- Roscher, Jörg (2008): Bewertung von Flexibilitätsstrategien für die Endmontage in der Automobilindustrie.
- Rosemann, Michael (1998): Die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung — Intention, Entwicklung, Architektur und Multiperspektivität. In: Michael Maicher und Hans-Jürgen Scheruhn (Hrsgg.): Informationsmodellierung. Referenzmodelle und Werkzeuge. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, S. 1-21.
- Rosenthal, Antje (2016): Ganzheitliche Bewertung modularer Ladungsträgerkonzepte. Eine Lebenszyklusbetrachtung. Wiesbaden: Springer.
- Rubin, Herbert J.; Rubin, Irene S. (2012): Qualitative interviewing. The art of hearing data. 3. ed. Thousand Oaks, Calif.: SAGE Publ.
- Saatkamp, Jörg (2002): Business process reengineering von Marketingprozessen. Theoretischer Bezugsrahmen und explorative, empirische Untersuchung. Dissertation. Nürnberg: GIM Gesellschaft für Innovatives Marketing (Bd. 8).
- Sackman, Harold (1974): Delphi Assessment. Expert Opinion, Forecasting, and Group Process: The Rand Cooperation.
- Sargent, Robert G. (1998): Verification and validation of simulation models. Syracuse University, New York. College of Engineering and Computer Science, Department of Electrical Engineering and Computer Science.
- Scavarda, Luiz Felipe; Schaffer, Jens; Scavarda, Annibal José; Reis, Augusto; Schleich, Heinrich (2009): Product variety Scavarda. An auto industry analysis and a benchmarking study. In: *Benchmarking* 16 (3), S. 387-400.
- Schade, Wolfgang; Zanker, Christoph; Kühn, André; Kinkel, Steffen; Jäger, Angela; Hettesheimer, Tim; Schmall, Thomas (2012): Zukunft der Automobilindustrie. In: *Innovationsreport für das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, Arbeitsbericht* (152).

- Scharnbacher, Kurt (2004): Statistik im Betrieb. Lehrbuch mit praktischen Beispielen. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Scheer, August-Wilhelm (1998): ARIS — Vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem. 3. überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Schierenbeck, Henner (2003): Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre. 16. Auflage. München, Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Schilling, Volker; Völkl, Stefan (2004): Geschäftsprozessmanagement. In: Jörg Schlüchtermann und Hermann-Josef Tebroke (Hrsgg.): Mittelstand im Fokus. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, S. 399-428.
- Schmelzer, Hermann J.; Sesselmann, Wolfgang (2010): Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Kunden zufriedenstellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen. 7. überarbeitete Auflage. München: Hanser.
- Schmidt, Janina; Dunger, Christine; Schulz, Christian (2015): Was ist Grounded Theory. In: Martin W. Schnell, Christian Schulz und Andreas Heller (Hrsgg.): Palliative Care und Hospiz. Eine Grounded Theory. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 35-59.
- Schmidt, Matthias (2018): Beeinflussung logistischer Zielgrößen in der unternehmensinternen Lieferkette durch die Produktionsplanung und -steuerung und das Produktionscontrolling. Hannover: PHZ Verlag.
- Schneider, Herfried; Buzacott, John A.; Rucker, Thomas (2005): Operative Produktionsplanung und -steuerung. Konzepte und Modelle des Informations- und Materialflusses in komplexen Fertigungssystemen. München: Oldenbourg (Lehr- und Handbücher der Betriebswirtschaftslehre).
- Schneider, Wolfgang (2008): Ergonomische Gestaltung von Benutzungsschnittstellen. Kommentar zur Grundsatznorm DIN EN ISO 9241-110. 2. überarbeitete Auflage. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH (Informations- Kommunikationstechnik).
- Scholz-Reiter, Bernd; Kück, Mirko; Lappe, Dennis (2014): Prediction of customer demands for production planning – Automated selection and configuration of suitable prediction methods. In: *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 63 (1), S. 417-420.
- Schomburg, Eckart (1980): Entwicklung eines betriebstypologischen Instrumentariums zur systematischen Ermittlung der Anforderungen an EDV-gestützte

- Produktionsplanungs-und-steuerungssysteme im Maschinenbau. Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 1980. Aachen: RWTH Aachen.
- Schuh, Günther (2006): Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. 3. überarbeitete Auflage. Berlin: Springer-Verlag.
- Schuh, Günther; Brandenburg, Ulrich; Cuber, Stefan (2012a): Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung. Aufgaben. In: Günther Schuh und Volker Stich (Hrsgg.): Produktionsplanung und -steuerung 1. Grundlagen der PPS. 4. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 29-81.
- Schuh, Günther; Schmidt, Carsten (2014): Produktionsmanagement. Handbuch Produktion und Management 5. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Schuh, Günther; Schmidt, Carsten; Helmig, Jan (2012b): Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung. Prozesse. In: Günther Schuh und Volker Stich (Hrsgg.): Produktionsplanung und -steuerung 1. Grundlagen der PPS. 4. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 109-195.
- Schuh, Günther; Stich, Volker (Hrsgg.) (2012): Produktionsplanung und -steuerung 1. Grundlagen der PPS. 4. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Schulte, Gerd (2001): Material-und Logistikmanagement. Berlin, Boston: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Schulte-Henke, Claus (2008): Kundenorientiertes Target Costing und Zuliefererintegration für komplexe Produkte. Entwicklung eines Konzepts für die Automobilindustrie. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Schulz, Matthias (2014): Logistikintegrierte Produktentwicklung. Dissertation. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Schuster, Wolfgang (2013): Nachhaltige Städte - Lebensräume der Zukunft. Kompendium für eine nachhaltige Entwicklung der Stadt Stuttgart. München: oekom verlag.
- Schütte, Reinhard (1998): Vergleich alternativer Ansätze zur Bewertung der Informationsmodellqualität. In: *Proc Fachtagung Modellierung betrieblicher Informationssysteme, Koblenz*.
- Schwab, Josef (2003): Geschäftsprozessmanagement mit Visio, ViFlow und MS Project: Prozessoptimierung als Projekt. München: Carl Hanser Verlag.



- Seidler, Markus (2009): Key-Account-Management in der Automobilindustrie. Systemorientierte Prozessmodellierungen als Erklärungsansatz. Dissertation . Technische Universität Chemnitz. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Seidlmeier, Heinrich (2002): Prozessmodellierung mit ARIS. In: *Eine beispielorientierte Einführung für Studium und Praxis 2*.
- Sharman, Graham (1984): The rediscovery of logistics. In: *Harvard Business Review* 62, S. 71-80.
- Sillekens, Thomas (2008): Aggregierte Planung in der Automobilindustrie unter besonderer Berücksichtigung von Personalflexibilität. Dissertation. Universität Paderborn. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften. Paderborn.
- Sillekens, Thomas; Koberstein, Achim; Suhl, Leena (2011): Aggregate production planning in the automotive industry with special consideration of workforce flexibility. In: *International Journal of Production Research* 49 (17), S. 5055-5078.
- Simchi-Levi, David; Kaminsky, Philip; Simchi-Levi, Edith; Shankar, Ravi (2007): Designing and managing the supply chain: concepts, strategies and case studies: Tata McGraw-Hill Education.
- Soares, Marcio M.; Vieira, Guilherme E. (2009): A new multi-objective optimization method for master production scheduling problems based on genetic algorithm. In: *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 41 (5-6), S. 549-567.
- Sommerlatte, Tom; Wedekind, Eberhard (1991): Leistungsprozesse und Organisationsstruktur. In: Arthur D. Little (Hrsg.): Management der Hochleistungsorganisation. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 23-41.
- Speck, Mario; Schnetgöke, Norbert (2003): Sollmodellierung und Prozessoptimierung. In: Jörg Becker, Martin Kugeler und Michael Rosemann (Hrsgg.): Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Vierte, korrigierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 191-226.
- Stäblein, Thomas (2007): Integrierte Planung des Materialbedarfs bei kundenauftragsorientierter Fertigung von komplexen und variantenreichen Serienprodukten. Aachen: Shaker.
- Stachowiak, Herbert (1973): Allgemeine Modelltheorie. Wien, New York: Springer-Verlag.

Stadtler, Hartmut; Kilger, Christoph (2008): Supply chain management and advanced planning. Concepts, models, software, and case studies. 4. Ed. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Stadtler, Hartmut; Kilger, Christoph; Meyr, Herbert (Hrsgg.) (2015): Supply chain management and advanced planning. Concepts, models, software, and case studies. 5<sup>th</sup> ed. 2015. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Staud, Josef L. (2006): Geschäftsprozessanalyse. Ereignisgesteuerte Prozessketten und objektorientierte Geschäftsprozessmodellierung für Betriebswirtschaftliche Standardsoftware. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Steierwald, Gerd; Künne, Hans-Dieter; Vogt, Walter (Hrsgg.) (2005): Stadtverkehrsplanung. Grundlagen, Methoden, Ziele. 2. überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Stich, Christoph (2007): Produktionsplanung in der Automobilindustrie. Optimierung des Ressourceneinsatzes im Serienanlauf. Dissertation. Universität Köln. Köln: Kölner Wissenschaftsverlag.

Striening, Hans-Dieter (1988): Prozess-Management: Versuch eines integrierten Konzeptes situationsadäquater Gestaltung von Verwaltungsprozessen, dargestellt am Beispiel in einem multinationalen Unternehmen, IBM Deutschland GmbH. Frankfurt am Main, New York: P. Lang.

Suhl, Leena; Mellouli, Taïb (2006): Optimierungssysteme. Modelle, Verfahren, Software, Anwendungen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Swift, Ken G.; Booker, J. D.; Edmondson, Nigel Foden (2004): Strategies and case studies in assembly system selection. In: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 218 (7), S. 675-688.

Sydow, André (2017): Dynamische Behälterlogistik. Konzeption eines IT-gestützten Management- und Entscheidungsunterstützungssystems für automobiler Mehrwegbehälterkreisläufe. Dissertation. Herzogenrath: Shaker (Innovationen der Fabrikplanung und -organisation, 38).

Sydow, Jörg (1992): Strategische Netzwerke. Evolution und Organisation. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Sydow, Jörg; Möllering, Guido (2015): Produktion in Netzwerken. Make, Buy & Cooperate. 3. überarbeitete Auflage. München: Vahlen.

Tavaghoof-Gigloo, Dariush; Minner, Stefan; Silbermayr, Lena (2016): Mixed integer linear programming formulation for flexibility instruments in capacity planning problems. In: *Computers & Industrial Engineering* 97, S. 101-110.

Temur, Lisanne (04.05.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB4. Hannover.

Temur, Lisanne (23.06.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BV2. Hannover.

Temur, Lisanne (23.06.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BV1. Hannover.

Temur, Lisanne (23.06.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BL1. Hannover.

Temur, Lisanne (27.06.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB1. Hannover.

Temur, Lisanne (27.06.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB3. Hannover.

Temur, Lisanne (27.06.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB2. Hannover.

Temur, Lisanne (28.06.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BL2. Hannover.

Temur, Lisanne (29.06.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BV11. Hannover.

Temur, Lisanne (04.07.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BL3. Hannover.

Temur, Lisanne (05.07.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BL4. Hannover.

Temur, Lisanne (05.07.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BV3. Hannover.

Temur, Lisanne (24.07.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB5. Hannover.

Temur, Lisanne (24.07.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BV4. Hannover.

Temur, Lisanne (11.08.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BF2. Hannover.

Temur, Lisanne (21.08.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BF5. Hannover.

Temur, Lisanne (23.08.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BF3. Hannover.

Temur, Lisanne (25.08.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BV6. Hannover.

Temur, Lisanne (25.08.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BV5. Hannover.

Temur, Lisanne (30.08.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BF4. Hannover.

Temur, Lisanne (11.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BV7. Hannover.

Temur, Lisanne (14.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BF6. Hannover.

Temur, Lisanne (14.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BF7. Hannover.

Temur, Lisanne (15.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BF8. Hannover.

Temur, Lisanne (21.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB7. Hannover.

Temur, Lisanne (21.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BL7. Hannover.

Temur, Lisanne (22.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BP2. Hannover.

- Temur, Lisanne (22.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BP1. Hannover.
- Temur, Lisanne (25.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB6. Hannover.
- Temur, Lisanne (25.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BF9. Hannover.
- Temur, Lisanne (26.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB8. Hannover.
- Temur, Lisanne (26.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BL8. Hannover.
- Temur, Lisanne (27.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BL10\_BL6. Hannover.
- Temur, Lisanne (28.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BP4. Hannover.
- Temur, Lisanne (28.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BP3. Hannover.
- Temur, Lisanne (28.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BP5. Hannover.
- Temur, Lisanne (28.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB9. Hannover.
- Temur, Lisanne (29.09.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BL9. Hannover.
- Temur, Lisanne (04.10.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BV8\_BV9. Hannover.
- Temur, Lisanne (05.10.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BF10. Hannover.
- Temur, Lisanne (06.10.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BV10. Hannover.
- Temur, Lisanne (09.10.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB11. Hannover.

- Temur, Lisanne (10.10.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BB10. Hannover.
- Temur, Lisanne (24.10.2017): Ausgestaltung eines Konzeptes einer zeitgemäßen Produktionsprogrammplanung und -bewertung. Interview mit BF11. Hannover.
- ten Hompel, Michael; Henke, Michael (2014): Logistik 4.0. In: Thomas Bauernhansl, Michael ten Hompel und Birgit Vogel-Heuser (Hrsgg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 615-624.
- Teo, Chee-Chong; Bhatnagar, Rohit; Graves, Stephen C. (2011): Setting planned lead times for a make-to-order production system with master schedule smoothing. In: *IIE Transactions* 43 (6), S. 399-414.
- Thomas, Oliver; Loos, Peter (2006): Das Referenzmodellverständnis in der Wirtschaftsinformatik: Historie, Literaturanalyse und Begriffsexplikation. In: *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik* (Heft 187).
- Thomas, Robert J. (1993): Interviewing important people in big companies. In: *Journal of Contemporary Ethnography* 22 (1), S. 80-96.
- Trevor, Michael (1999): Supply Chain Process Re-engineering and Enterprise Applications. In: *Waters, D.: Global Logistics and Distribution Planning: Strategies for Management, 3<sup>rd</sup> edition, London/New York/Washington DC*, S. 203-214.
- Turban, Efraim; Aronson, Jay (2001): Decision Support Systems and Intelligent Systems. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Turowski, Klaus (1997): Flexible Verteilung von PPS-Systemen. Methodik planungsobjekt-basierter Softwareentwicklung. Dissertation. Universität Münster. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Uebernicketl, Falk; Brenner, Walter; Pukall, Britta; Naef, Therese; Schindlholzer, Bernhard (2015): Design Thinking. Das Handbuch. Erste Auflage. Frankfurt am Main: Frankfurter Allgemeine Buch.
- Ulrich, Hans; Probst, Gilbert J. (1991): Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln. Ein Brevier für Führungskräfte. 3. Auflage. Bern: Haupt.

- Vaagen, Hajnalka; Wallace, Stein W. (2008): Product variety arising from hedging in the fashion supply chains. In: *International Journal of Production Economics* 114 (2), S. 431-455.
- Vahrenkamp, Richard; Siepermann, Christoph (2008): Produktionsmanagement. 6., überarbeitete Auflage. München: de Gruyter Oldenbourg.
- Veil, Peter (1999): Der Zeitfaktor im Change-Management. München und Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Voegele, Arno; Sommer, Lutz (2012): Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung für Ingenieure. Kostenmanagement im Engineering ; mit 166 Tabellen. München: Hanser.
- Voigt, Kai-Ingo; Schorr, Sascha (2007): Flexibilität und Adaptivität — Verständnis und Ausprägung. In: Willibald A. Günthner (Hrsg.): Neue Wege in der Automobillogistik. Die Vision der Supra-Adaptivität. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 40-59.
- Volling, Thomas (2009): Auftragsbezogene Planung bei variantenreicher Serienproduktion. Eine Untersuchung mit Fallstudien aus der Automobilindustrie. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Vom Brocke, Jan; Simons, Alexander; Niehaves, Bjoern; Riemer, Kai; Plattfaut, Ralf; Cleven, Anne (Hrsgg.) (2009): Reconstructing the giant: On the importance of rigour in documenting the literature search process. European Conference on Information Systems (161).
- Wagenitz, Axel (2007): Modellierungsmethode zur Auftragsabwicklung in der Automobilindustrie. Technische Universität Dortmund, Dortmund.
- Wagner, Harry (2006): Kollaboratives Bedarfs- und Kapazitätsmanagement am Beispiel der Automobilindustrie. Lösungsansatz zur Sicherstellung der Wandlungsfähigkeit. 1. Auflage. München Berlin: Huss.
- Wallentowitz, Henning; Freialdenhoven, Arndt; Olschewski, Ingo (2009): Strategien in der Automobilindustrie. Technologietrends und Marktentwicklungen. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Walsh, Gianfranco; Deseniss, Alexander; Kilian, Thomas (2009): Marketing. Eine Einführung auf der Grundlage von Case Studies. Berlin: Springer.

- Walter, Monika (2015): Ein Konzept zur Identifikation von Unterstützungspotenzial für Simulationsstudien bei Verwendung multidimensionaler Datenmodell. Oldenburg: Universität Oldenburg.
- Wannenwetsch, Helmut (2014): Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Webster, Jane; Watson, Richard T. (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. In: *MIS quarterly*, S. xiii-xxiii.
- Wedeniowski, Sebastian (2015): The Mobility Revolution in the Automotive Industry. How not to miss the digital turnpike. 1st ed. 2015. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Wegner, Ullrich; Wegner, Kirsten (2017): Einführung in das Logistik-Management. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Werner, Hartmut (2013): Supply Chain Management. Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 5. überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Weyand, Lars (2010): Risikoreduzierte Endmontageplanung am Beispiel der Automobilindustrie. Saarbrücken.
- Whybark, D. Clay; Williams, J. Gregg (1976): Material requirements planning under uncertainty. In: *Decision sciences* 7 (4), S. 595-606.
- Wiendahl, Hans-Peter (2014): Betriebsorganisation für Ingenieure. Mit 3 Tabellen. 8. überarbeitete Auflage. München: Carl Hanser Verlag GmbH&Co. KG.
- Wiendahl, Hans-Peter; Reichardt, Jürgen; Nyhuis, Peter (2009): Handbuch Fabrikplanung. Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. 1. Auflage. München: Carl Hanser Verlag GmbH&Co. KG.
- Wildemann, Horst (2000): Supply chain management. München: TCW Transfer-Centrum-Verl.
- Winkler, Hannes (2010): Beitrag zur Positionierung von Kundenentkopplungspunkten in Produktionsnetzwerken. Dortmund: Verlag Praxiswissen.
- Wittek, Kai (2013): Standortübergreifende Programmplanung in flexiblen Produktionsnetzwerken der Automobilindustrie. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Wochner, Sina; Grunow, Martin; Staeblein, Thomas; Stolletz, Raik (2016): Planning for ramp-ups and new product introductions in the automotive industry. Extending sales



and operations planning. In: *International Journal of Production Economics* 182, S. 372-383.

Wolters, Heiko (1995): Modul- und Systembeschaffung in der Automobilindustrie. Gestaltung der Kooperation zwischen europäischen Hersteller- und Zulieferunternehmen. Dissertattion. Freie Universität Berlin. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.

Wong, Wilson Kia Onn (2018): Automotive global value chain. The rise of mega suppliers. London, New York: Routledge (Routledge Advances in Management and Business Studies, 71).

Zäpfel, Günther (1996): Grundzüge des Produktions- und Logistikmanagement. Berlin: de Gruyter (De Gruyter-Lehrbuch).

Zäpfel, Günther (2001): Grundzüge des Produktions- und Logistikmanagement. 2. überarbeitete Auflage. München, Wien: Oldenbourg.

Zellner, Gregor (2004): Leistungsprozesse im Kundenbeziehungsmanagement. Identifizierung und Modellierung für ausgewählte Kundentypen. Berlin: Logos-Verl.

Zernechel, Thomas (2007): Gestaltung und Optimierung von Unternehmensnetzwerken — Supply Chain Management in der Automobilindustrie. In: Francisco J. Garcia Sanz, Klaus Semmler und Johannes Walther (Hrsgg.): Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz. Effiziente und flexible Supply Chains erfolgreich gestalten. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 367-378.

Zijm, Willem H.M. (2000): Towards intelligent manufacturing planning and control systems. In: *OR Spectrum* 22 (3), S. 313-345.

Zimmermann, Gero (1988): Produktionsplanung variantenreicher Erzeugnisse mit EDV. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

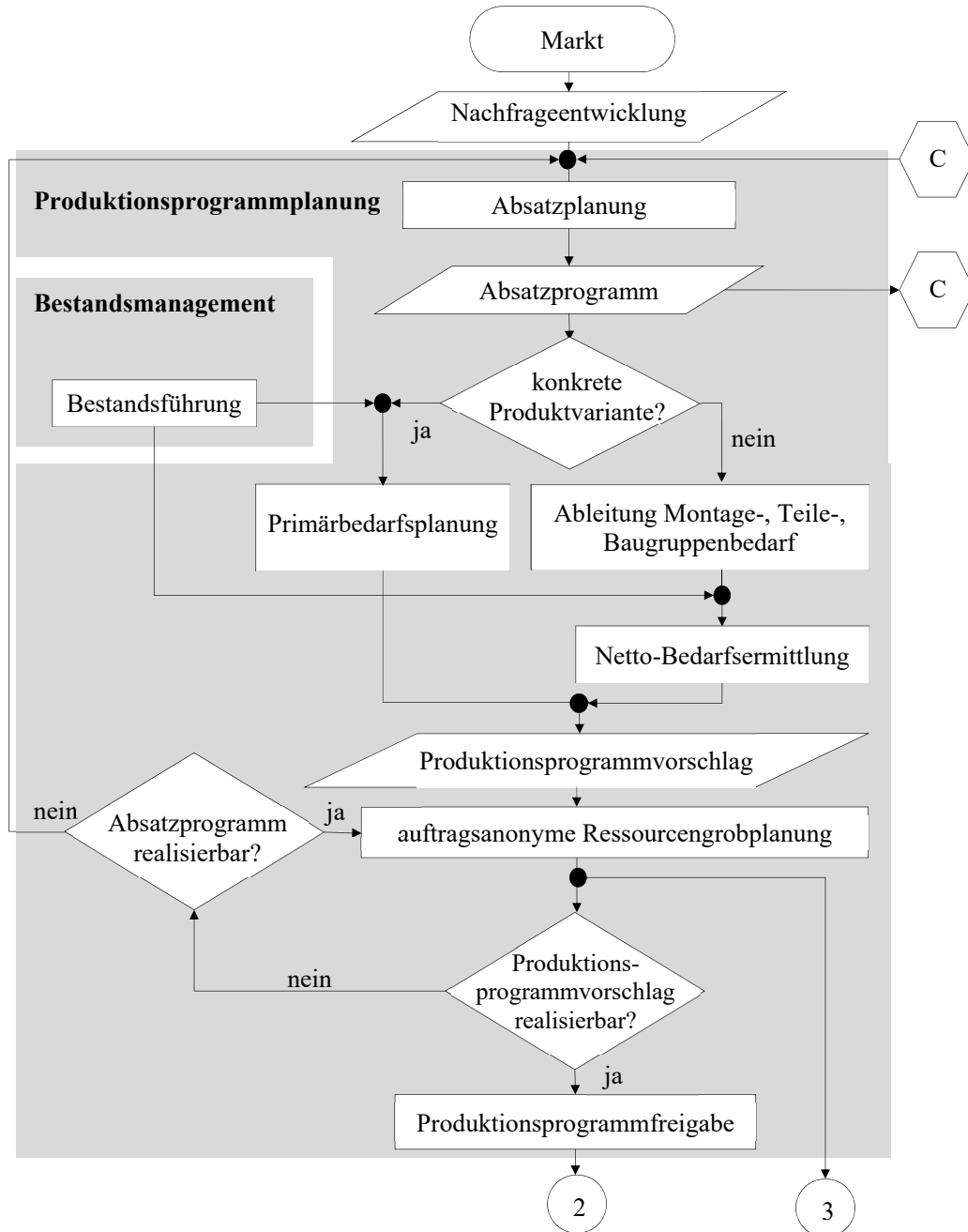
Zorn, Ted; Campbell, Nittaya (2006): Improving the writing of literature reviews through a literature integration exercise. In: *Business Communication Quarterly* 69 (2), S. 172-183.



## Anhang

### A1: Produktionsprogrammplanung beim Variantenfertiger

Abbildung A1-1 zeigt den Prozess eines Variantenfertigers als vorherrschenden Produktionstyp der Automobilindustrie nach SCHUH UND STICH (2012).



**Abbildung A1-1:** Produktionsprogrammplanung beim Variantenfertiger [vgl. SCHUH UND STICH 2012, S. 175]

## A2: Produktionsbedarfsplanung beim Variantenfertiger

Abbildung A2-1 zeigt den Ablauf der Produktionsbedarfsplanung in Anlehnung an SCHUH UND STICH (2012).

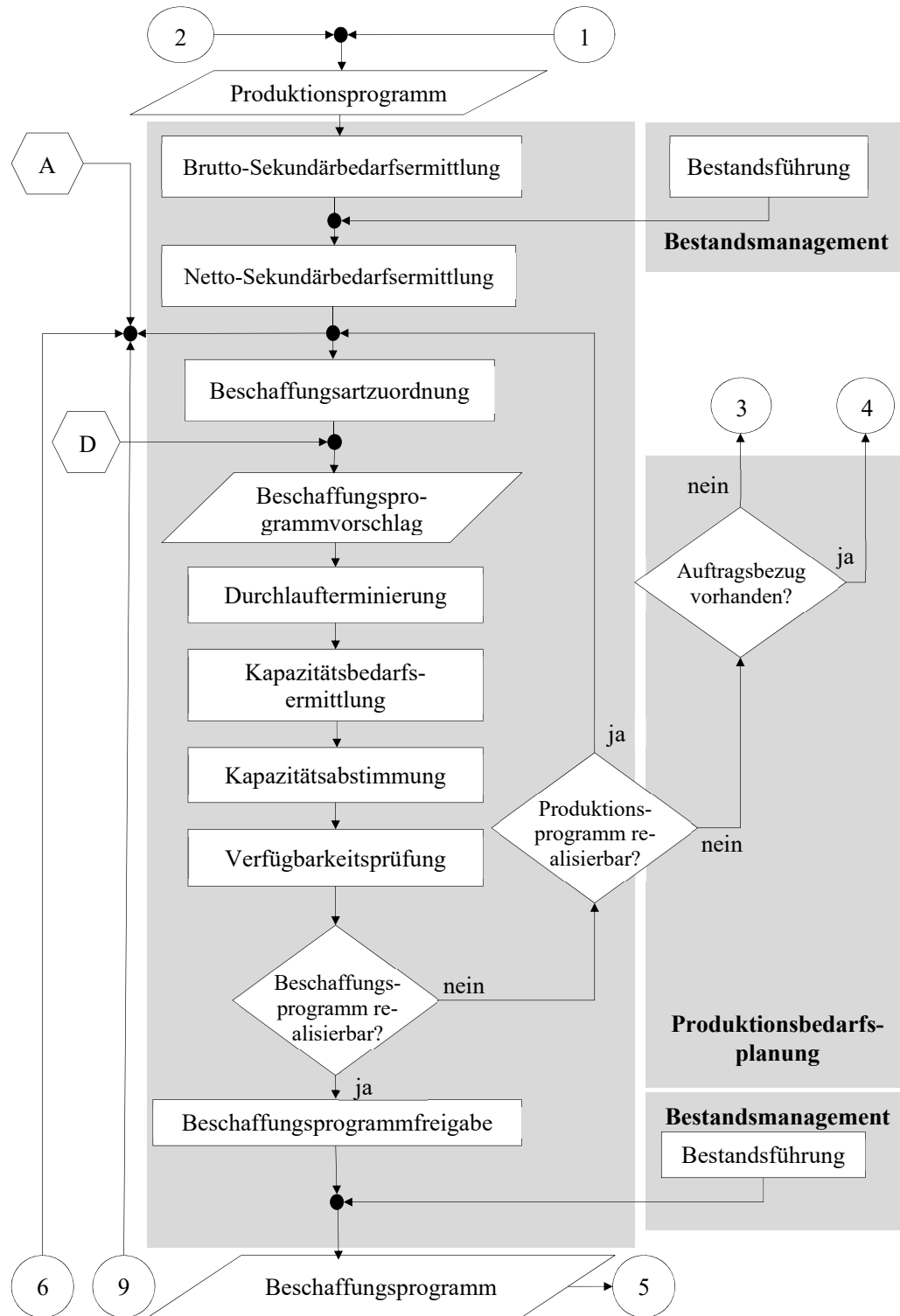


Abbildung A2-1: Produktionsbedarfsplanung beim Variantenfertiger [vgl. SCHUH ET AL. 2012a, S. 177].

### A3: Aufbau der leitfadenbasierten Experteninterviews

Tabelle A3-1 zeigt den Aufbau der leitfadenbasierten Experteninterviews.

**Tabelle A3-1:** Aufbau der leitfadenbasierten Experteninterviews

Allgemeines zu Markttrends (dK1, dK2, dK3)	
a) Welche Trends der Automobilindustrie erleben Sie? (dK1) b) Welche Auswirkungen haben diese Trends die Automobilindustrie? (dK2) c) Welche Anforderungen resultieren aus den Trends für die Automobilindustrie? (dK3)	Abschnitt 2.1.1
Allgemeines zum Kostenmanagement bei Kapazitätsanpassungen (dK4)	
a) Wie werden Preise mit den Lieferanten ausgehandelt? (dK4a) b) Nicht-Lieferung vertraglich vereinbarter Kapazitäten (dK4b)	Abschnitt 2.12
Allgemeines zur Preisrechnung und Variantenvielfalt (dK5)	
a) Entstehung (dK5a) b) Modelle (dK5b) c) Länderspezifika (dK5c) d) Ausstattungsspezifika (dK5d) e) Entstehung des Deckungsbeitrages (dK5e)	Abschnitt 2.3.1
Allgemeines zu Bedarfen der automobilen Produktionsprogrammplanung (dK6)	
a) Entstehung der Bedarfsrechnung (dK6a) b) Entstehung und Arten von Bedarfsschwankungen (dK6b)	Abschnitt 2.3.1
Kapazitative ereignisorientierte Programmbewertung (dK7)	
a) Welche Schwachstellen lassen sich zum jetzigen Zeitpunkt erkennen? (dK7a) b) Anforderungen an eine Baubarkeitsanalyse (dK7b) c) Datengrundlage (dK7c)	Unterkapitel 2.3 Unterkapitel 2.5
Monetäre ereignisorientierte Programmbewertung (dK8)	
a) Welche Schwachstellen lassen sich zum jetzigen Zeitpunkt erkennen? (dK8a) b) Anforderungen an eine Wirtschaftlichkeitsbewertung? (dK8b) c) Datengrundlage? (dK8c)	Unterkapitel 2.3 Unterkapitel 2.5
Allgemeines zu Lieferantenkapazitäten (dK9)	
a) Verhandlungen mit Lieferanten (dK9a) b) Nicht-Lieferung vertraglich vereinbarter Kapazitäten (dK9b) c) Nicht-Abnahme vertraglich geregelter Abnahmemengen: Unterfahung (dK9c) d) Nicht-Abnahme vertraglich geregelter Abnahmemengen: Überfahung (dK9d)	Abschnitt 2.1.4
Maßnahmen zur Kapazitätsanpassung (dK10, dK11, dK12, dK13)	
a) Kapazitätserweiterung angebotsseitig beim Lieferanten (dK10) b) Kapazitätserweiterung nachfrageseitig beim OEM (dK11) c) Kapazitätsabsenkung angebotsseitig beim Lieferanten (dK12) d) Kapazitätsabsenkung nachfrageseitig beim OEM (dK13)	Abschnitt 2.1.4

## A4: Deduktive Kategorien zur Leitfadenskonzepion

Tabelle A4-1 ordnet den deduktiven Hauptkategorien des hergeleiteten Kategoriensystems aussagefähige Fachbereiche hinsichtlich Aussagekompetenz zu, um von den Experten der jeweiligen Fachbereiche Expertenaussagen zu erhalten.

**Tabelle A4-1:** deduktive Kategorien zur Leitfadenskonzepion

dK1 Komplexitätstreiber der Automobilindustrie nach PESTEL	(alle)
dK2 Auswirkungen der Automobilindustrie auf die Automobilindustrie	
dK3 Anforderungen der Automobilindustrie durch Komplexitätstreiber	
dK8 monetäre Programmbewertung	
dK5 Preisrechnung und Variantenvielfalt	Finanz und Vertrieb
dK6 Bedarfe der Automobilindustrie	
dK7 kapazitative Programmbewertung	Beschaffung, Vertrieb, Produktion, Logistik
dK4 Kostenmanagement bei Kapazitätsanpassung	Beschaffung und Finanz
dK9 Hintergrundinformationen zu Lieferantenkapazitäten	
dK10 Kapazitätserhöhung Angebotsseite	Beschaffung
dK11 Kapazitätserhöhung Nachfrageseite	
dK12 Kapazitätsabsenkung Angebotsseite	
dK13 Kapazitätsabsenkung Nachfrageseite	

---

## **A5: Einverständniserklärung zum Interview und der Tonbandaufzeichnung**

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass das mit mir am \_\_\_\_\_ von Lisanne Temur geführte Gespräch aufgenommen sowie transkribiert wird und für die Auswertung im Rahmen des Befragungsvorhabens „*Konzepterstellung zur ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen im mittelfristigen Zeithorizont*“ verwendet werden darf.

Ich bin damit einverstanden, dass einzelne Sätze, die aus dem Zusammenhang genommen werden und damit nicht mit meiner Person in Verbindung gebracht werden können, als Material für wissenschaftliche Zwecke und die Weiterentwicklung der Forschung genutzt werden können.

Mir wurde zugesichert, dass dabei alle personenbezogenen Daten, die Rückschlüsse auf meine Person zulassen, gelöscht oder anonymisiert werden und die Interviewaufnahme nach Vollendung der Forschungsarbeiten gelöscht wird.

Ich wurde darüber informiert, dass ich diese Einwilligung mit Wirkung für die Zukunft, ohne persönliche Folgen, widerrufen kann.

Ich wurde darüber informiert, dass dieses Befragungsvorhaben mit dem Betriebsrat, der Kommission Datenschutz und dem Team Mitarbeiterbefragungen abgestimmt worden ist. Eine Nicht-Teilnahme hat für meine Person keine nachteiligen Folgen.

Unter diesen Bedingungen erkläre ich mich bereit, das Interview zu geben und bin damit einverstanden, dass es auf Band aufgenommen, abgetippt, anonymisiert und ausgewertet wird.

---

Ort / Datum / Unterschrift

## A6: Anschreiben leitfadenbasierter Experteninterviews

Sehr geehrte Frau / sehr geehrter Herr XY,

Hannover, den XX.XX.XXXX

Gegenstand der leitfadenbasierten Expertengespräche ist die Identifikation benötigter Informationen, Schwachstellen bzw. Herausforderungen und Anforderungen an eine automobiler Programmplanung der Praxis. Vor diesem Hintergrund soll diese Befragung helfen, den aktuellen Ist-Zustand der unternehmerischen Praxis identifizieren, um anschließend in einer Doktorarbeit für eine entsprechende Konzeptionierung einer Lösung bearbeitet zu werden.

Die Durchführung der Interviews findet nicht im „Auftrag“ der Geschäftsführung statt, sondern dient wissenschaftlichen Interessen. Die Zusammensetzung der Experten erfolgt neben den Repräsentativitätsüberlegungen ebenfalls nach ökonomischen Erwägungen, wie den Kriterien der Zugänglichkeit und Kooperationsbereitschaft. Zur Vervollständigung der Informationsbasis sollte mehr als ein Repräsentant eines Fachbereichs interviewt werden: „What one person has forgotten, another will often remember, and interviewees differ as to how thoughtful, articulate, knowledgeable, or open they are“ [RUBIN UND RUBIN 2012, S. 63]. Ihre Teilnahme am Interview sowie die Beantwortung der Fragen sind freiwillig. Dennoch möchte ich Sie darum bitten, die Fragen offen, ehrlich und vollständig zu beantworten. Die Durchführung der Interviews dauert ca. 45-60 Min. Da es sich um qualitative Interviews handelt, ist die konkrete Dauer abhängig von der Ausführlichkeit Ihrer Antworten. Zeitlich wäre daher etwas Spielraum erforderlich. Im Sinne der qualitativen Inhaltsanalyse wird zur Vorbeugung eines Informationsverlusts oder einer Informationsveränderung eine Tonaufzeichnung der Expertengespräche angestrebt, die im Nachgang der Gespräche transkribiert wird [vgl. GLÄSER UND LAUDEL 2010, S. 157]: „I make it a practice to tape record and fully transcribe all interviews. I explain this honestly: I have great difficulty listening, writing and thinking all at the same time.“ [THOMAS 1993, S. 16].

Die Inhalte der Interviews werden anonym dargestellt, sodass ein Rückschluss auf Einzelpersonen nicht möglich ist. Bei diesem Vorgehen wird also absolute Anonymität gewährleistet. Ebenfalls ist es mir wichtig, Ihnen bestätigen zu können, dass die Befragung mit der Kommission Datenschutz und dem Betriebsrat abgestimmt ist. Die Aufzeichnungen werden nach der Transkription gelöscht. Es wird Wert daraufgelegt, die transkribierten Experteninterviews insofern anonymisiert, als dass die Kennzeichnung der Sprecher bei der interviewenden Person, der Forscherin, durch ein „I:“, im Fall der befragten Person, dem Experten, durch ein „B“ mit dem Kürzel des Fachbereichs, beispielsweise steht „V“ für Vertrieb als „BV“, und einer Nummerierung „n“ in Anlehnung an die chronologisch stattgefundenen Interviews als „BV1“ bis „BVn“ erfolgt und somit kein Rückschluss auf die Personen zu machen ist. Die Form der Ergebnisrückmeldung an Sie als Teilnehmer meines Experteninterviews ist die Bekanntgabe im Rahmen der Dissertationspublikation, sofern ein erweitertes Interesse besteht, gerne über persönliche Gespräche.

Mit freundlichen Grüßen,

Lisanne Temur



## A7: Übersicht befragter Experten und transkribierter Interviews

Tabelle A7-1 zeigt die Übersicht befragter Experten und transkribierter Interviews.

**Tabelle A7-1:** Übersicht befragter Experten und transkribierter Interviews

Fachbereich	Bezeichnungen befragter Experten		befragte Experten		transkribierte Expertengespräche	
			Fachbereich	kumuliert	Fachbereich	kumuliert
Finanz	BF1	zurückgezogene Freigabe	1	1	-	-
	BF2	BF2 (11.08.2017)	2	2	1	1
	BF3	BF3 (23.08.2017)	3	3	2	2
	BF4	BF4 (30.08.2017)	4	4	-	-
	BF5	BF5 (21.08.2017)	5	5	3	3
	BF6	BF6 (14.09.2017)	6	6	4	4
	BF7	BF7 (14.09.2017)	7	7	5	5
	BF8	BF8 (15.09.2017)	8	8	-	-
	BF9	BF9 (25.09.2017)	9	9	-	-
	BF10	BF10 (05.10.2017)	10	10	6	6
	BF11	BF11 (24.10.2017)	11	11	7	7
Vertrieb	BV1	BV1 (23.06.2017)	1	12	1	8
	BV2	BV2 (23.06.2017)	2	13	2	9
	BV3	BV3 (05.07.2017)	3	14	3	10
	BV4	BV4 (24.07.2017)	4	15	4	11
	BV5	BV5 (25.08.2017)	5	16	5	12
	BV6	BV6 (25.08.2017)	6	17	6	13
	BV7	BV7 (11.09.2017)	7	18	7	14
	BV8	BV8_BV9	8	19	8	15
	BV9	(04.10.2017)	9	20		
	BV10	BV10 (06.10.2017)	10	21	9	16
	BV11	BV11 (29.06.2017)	11	22	10	17
Produktion	BP1	BP1 (22.09.2017)	1	23	-	-
	BP2	BP2 (22.09.2017)	2	24	-	-
	BP3	BP3 (28.09.2017)	3	25	-	-
	BP4	BP4 (28.09.2017)	4	26	-	-
	BP5	BP5 (28.09.2017)	5	27	-	-
Beschaffung	BB1	BB1 (27.06.2017)	1	28	1	18
	BB2	BB2 (27.06.2017)	2	29	2	19
	BB3	BB3 (27.06.2017)	3	30	3	20
	BB4	BB4 (04.05.2017)	4	31	4	21
	BB5	BB5 (24.07.2017)	5	32	5	22
	BB6	BB6 (25.09.2017)	6	33	6	23
	BB7	BB7 (21.09.2017)	7	34	7	24
	BB8	BB8 (26.09.2017)	8	35	8	25
	BB9	BB9 (28.09.2017)	9	36	9	26
	BB10	BB10 (10.10.2017)	10	37	10	27
	BB11	BB11 (09.10.2017)	11	38	11	28
Logistik	BL1	BL1 (23.06.2017)	1	39	1	29
	BL2	BL2 (28.06.2017)	2	40	2	30
	BL3	BL3 (04.07.2017)	3	41	3	31
	BL4	BL4 (05.07.2017)	4	42	4	32
	BL5	zurückgezogene Freigabe	5	43	-	-
	BL7	BL7 (21.09.2017)	6	44	5	33
	BL8	BL8 (26.09.2017)	7	45	6	34
	BL9	BL9 (29.09.2017)	8	46	7	35
	BL6	BL10_BL6	9	47	8	36
	BL10	(27.09.2017)	10	48		

## A8: Klassifizierung von Modellierungsmethoden

Tabelle A8-1 zeigt die Klassifizierung von Modellierungsmethoden nach Nutzeranforderungen nach DELP (2006).

**Tabelle A8-1:** Klassifizierung von Modellierungsmethoden nach Nutzeranforderungen  
[Vgl. DELP 2006, S. 57]

Modellierungsmethoden	funktionsorientierter Ansatz	prozessorientierter Ansatz	objektorientierter Ansatz
	Ziel: Funktionale Planung von Softwaresystemen	Ziel: Planung und Steuerung von Unternehmensprozessen und Informationssystemen	Ziel: Planung von Softwaresystemen
	Methode: statische grafische Funktionsrepräsentation	Methode: ereignisgesteuerte dynamische Prozessmodelle	Methode: Abbildung von Objektklassen und Methoden
spezialistenorientiert	SA (DEMARCO 78) SADT (ROSS 76)	IDEF3 (MAYER 95; MENZEL 98)	UML (OMG 03) OMT (RUMBAUGH 93) IDEF 2/3 (MENZEL 98)
benutzerorientiert	IDEF0 (IDEF 0 93; MENZEL 98) IDEF 1 (MENZEL 98) CIM-GRAI (DOUMEINGTS 98)	EPK (HOFMANN 93)	IUM (SPUR 93) ENV 12204 (ENV 12204 96)
spezialisten- und benutzerorientiert	-	Petri-Netze (PETRI 62) Flussdiagramme (DIN 66261, DIN 66001) Netzpläne (SCHWARZE 94) C/S-P (SCHERR 93)	SOM (FERSTL 96)
	ARIS (SCHEER 92); CIMOSA (BERIO 01; VERNADAT 96; VERNADAT 98; CIMOSA 96)		

## A9: Ankerbeispiele im Materialdurchlauf der inhaltlichen Strukturierung

Tabelle A9-1 zeigt die Ankerbeispiele der deduktiven Haupt- und Subkategorien im Materialdurchlauf der inhaltlichen Strukturierung.

**Tabelle A9-1:** Ankerbeispiele im Materialdurchlauf der inhaltlichen Strukturierung

Kategorien		Ankerbeispiele der Subkategorien
dK5	dK5a	Expertenaussage BF2A2: „Im Laufe des Jahres verschiebt sich das geplante Fahrzeugvolumen und der Fahrzeugmix, weswegen sich auch die Raten der Verkaufshilfen verändern.“
	dK5c	Expertenaussage BF6A5: „Landessetzungen sind Radios, Reifen, Gesamtgewicht, Links- oder Rechtslenker, Reserverad, Typpenehmigung oder Typprüfstand. Das vertriebliche Regelwerk gibt Auskunft über die Pakete und die Paketinhalte.“
	dK5d	Expertenaussage BF6A4: „Die Anzahl an verbauten Ausstattungen variiert je nach Fahrzeugmodell und Endkundenwunsch.“
	dK5e	Expertenaussage BV3A2: „Der Deckungsbeitrag ist bei Privatkunden deutlich höher als bei Geschäftskunden.“
dK6	dK6a	Expertenaussage BF3A5: „Wenn unterjährig festgestellt wird, dass die bisherige Volumenverteilung unpassend ist, wird eine Volumenerhöhung, eine Volumenabmeldung oder eine Volumenverschiebung als Änderungsanfrage erstellt.“
	dK6b	Expertenaussage BL4A2: „Es sollte eine Kennzahl ermittelt werden, wie gut die Bedarfsprognose zu gewissen Zeitabständen ist.“
dK7	dK7a	Expertenaussage BB1A27: „Es wird schwierig, die Lieferanten zur Bekanntgabe plausibler und detaillierter Informationen zu Kapazitätserweiterungsmaßnahmen wie Umsetzungszeiten und Umsetzungskosten zu motivieren.“
	dK7b	Expertenaussage BL4A18: „Restriktion in der Fabrik müssen in die einzelnen Gewerke aufgelöst werden, sprich Karosseriebau, Lackiererei oder Montage.“
dK8	dK8a	Expertenaussage BB10A8: „Eine Herausforderung der Wirtschaftlichkeitsbewertung ist, dass die Zahlen der Deckungsbeiträge sehr stark schwanken und zum Zeitpunkt der Wirtschaftlichkeitsbewertung benötigte Daten nicht zur Verfügung stehen.“
	dK8b	Expertenaussage BB10A12: „Eine Vergleichbarkeit als Benchmark von Kapazitätsanpassungsmaßnahmen ist wünschenswert.“
	dK8c	Expertenaussage BF6A14: „Die Finanz bewertet die Volumenverschiebungen in den einzelnen Regionen auf Fahrzeugmodellebene mit dem Netto-Ergebnisbeitrag.“
dK9	dK9a	Expertenaussage BB1A1: „Die Verhandlungen inklusive Machbarkeitsprüfung, Kostenkalkulation und Preisverhandlungen übernimmt die Beschaffung.“

## A10: Ankerbeispiele im Materialdurchlauf der zusammenfassenden Inhaltsanalyse

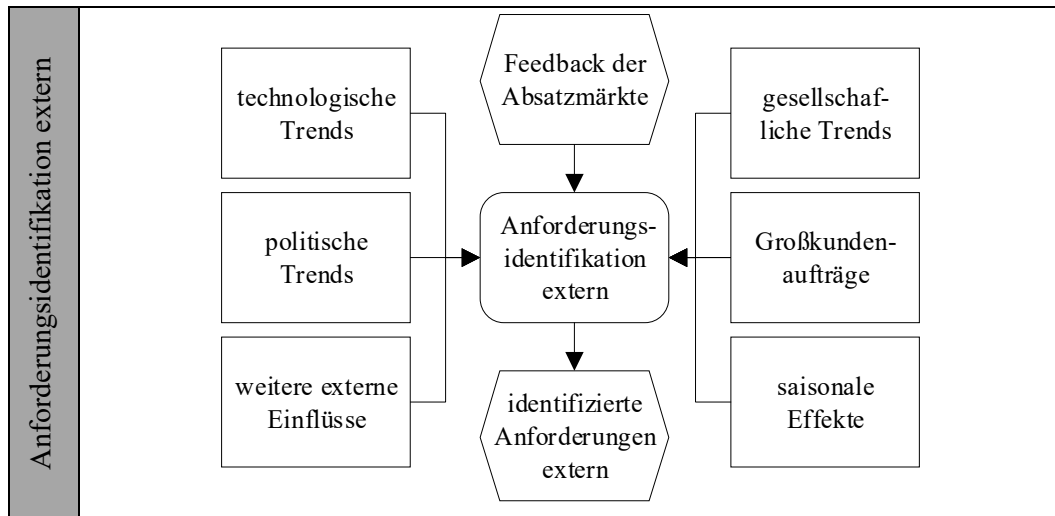
Tabelle A10-1 fasst die Ankerbeispiele induktiver Haupt- und Subkategorien im Materialdurchlauf der zusammenfassenden Inhaltsanalyse zusammen, um die das deduktive Kategoriensystem in Abschnitt 3.4.5 ergänzt wird.

**Tabelle A10-1:** Ankerbeispiele induktiver Haupt- und Subkategorien im Materialdurchlauf zusammenfassender Inhaltsanalyse

Kategorien		Ankerbeispiele der Subkategorien
dK6	iK6c	Expertenaussage BV11A1.1: „Der Geschäftskunde fordert sehr individuelle Fahrzeuge, da spezielle Anforderungen hinzukommen“
	iK6d	Expertenaussage BV3A9: „Bezogen auf Elektromobilität oder autonomes Fahren liefert die strategische Vertriebsabteilung der Forschungs- und Entwicklungsabteilung Input.“
dK7	iK7d	Expertenaussage BL4A17: „Im Status quo werden bei einem Fahrzeugmodell Aggregate verschoben und Auswertungen gemacht, welches Volumen hinter jedem einzelnen Aggregat steht, damit das aus dem Programm rausgenommen werden kann und Banking-Szenarien unterstellt, um Verschiebungen zu erreichen.“
dK8	iK8d	Expertenaussage BF6A14: „Bei den Märkten können Sonderthemen auftreten. Ausstattungsmerkmale haben meistens einen positiven Ergebnisbeitrag, weswegen sich Investitionen beim Lieferanten in zusätzliche Kapazitäten tendenziell immer lohnen.“
dK9	iK9e	Expertenaussage BV1A1.2: „Zu einem Fahrzeuganlauf werden andere Einbauraten verwendet als in der Serienfertigung, was häufig zu Engpässen für die Beschaffung und Restriktionen für den Vertrieb führt.“
	iK9g	Expertenaussage BB7A5: „Kapazitäten müssen in allen Fachbereichen geprüft werden. Logistikseitig ist das Behältermanagement zu beachten, damit durch fehlende Behälter keine Unterversorgung hervorgerufen wird.“
iK14	iK14a	Expertenaussage BL9A1.1: „Kapazitätserweiterungsmaßnahmen sind die Erhöhung der Maschinenauslastung durch Optimierungsmaßnahmen, Überstunden, Wochenendschichten, Feiertagsarbeit oder Nachtschichten.“

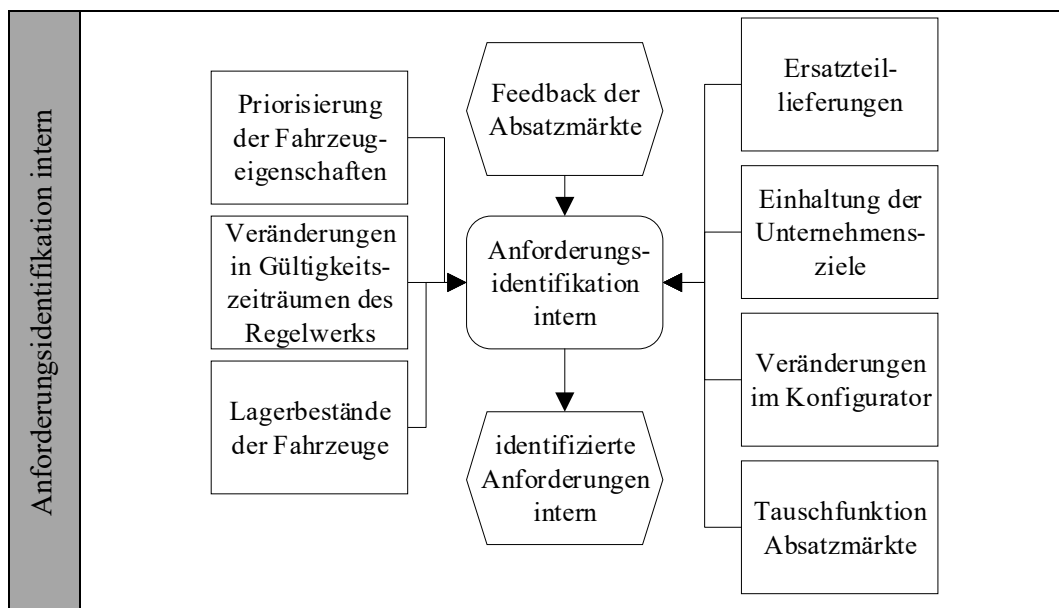
## A11: Mögliche grafische Modellierung der Prozessmodule des modularen Prozessbaukastens

Abbildung A11-1 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM1 *Anforderungsidentifikation extern* der Kategorie Produktionsprogrammplanung als eEPK.



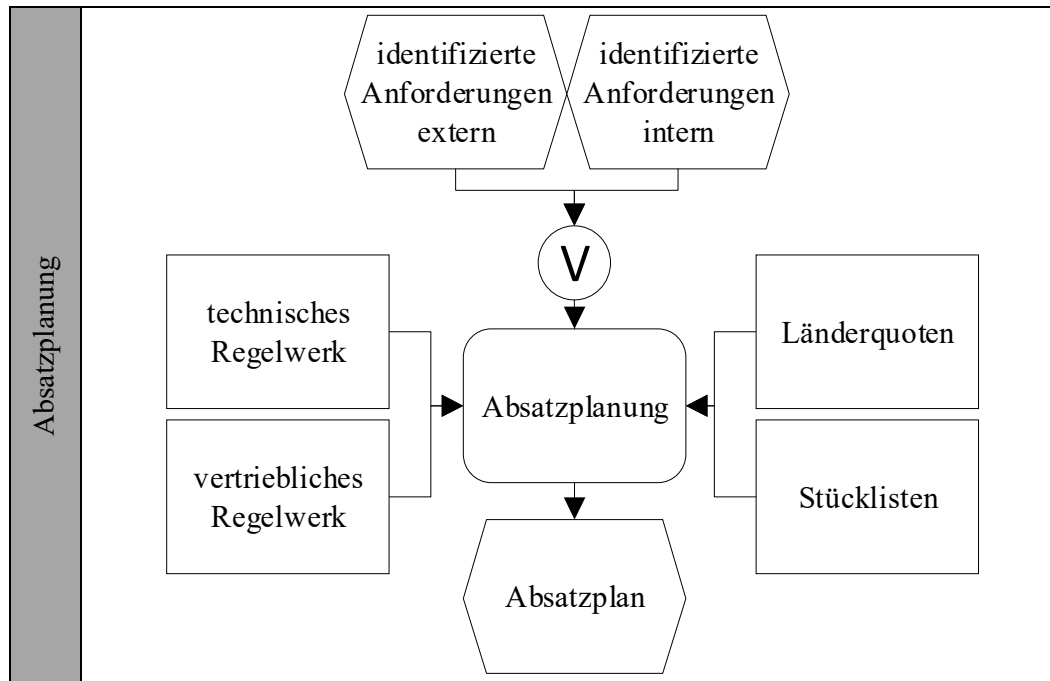
**Abbildung A11-1:** mögliche grafische Modellierung externer Anforderungsidentifikation

Abbildung A11-2 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM2 *Anforderungsidentifikation intern* der Kategorie Produktionsprogrammplanung als eEPK.



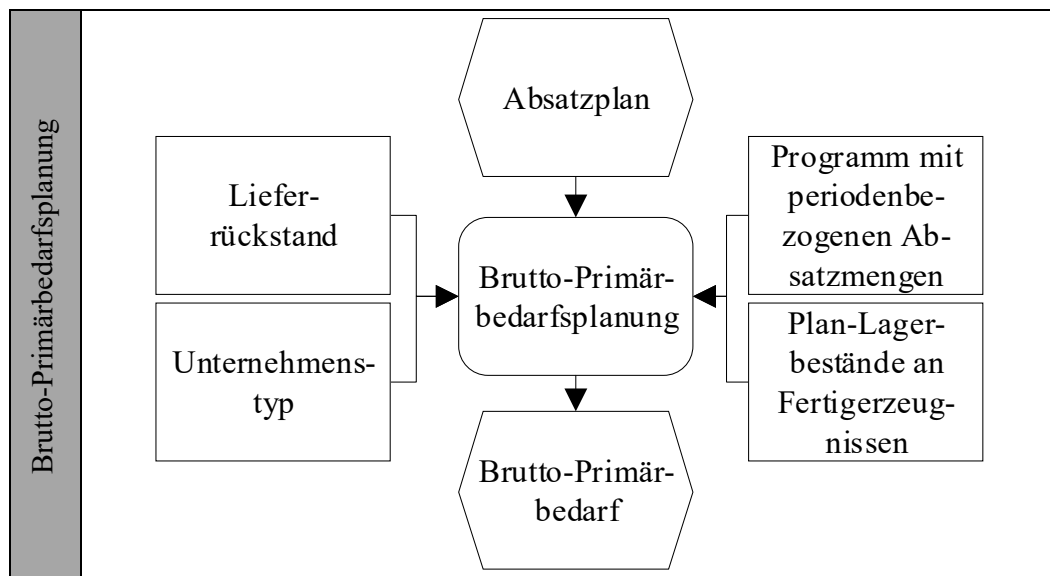
**Abbildung A11-2:** mögliche grafische Modellierung interner Anforderungsidentifikation

Abbildung A11-3 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM3 *Primärbedarfsplanung* zur Absatzplanung der Kategorie Produktionsprogrammplanung als eEPK.



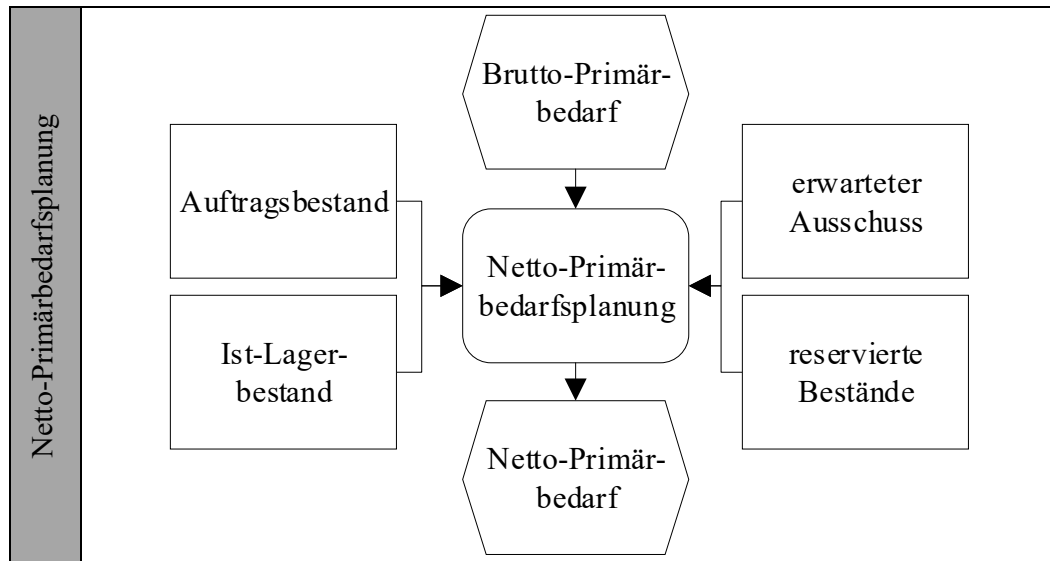
**Abbildung A11-3:** mögliche grafische Modellierung der Absatzplanung

Abbildung A11-4 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM3 *Primärbedarfsplanung* zur Brutto-Primärbedarfsplanung der Kategorie Produktionsprogrammplanung als eEPK.



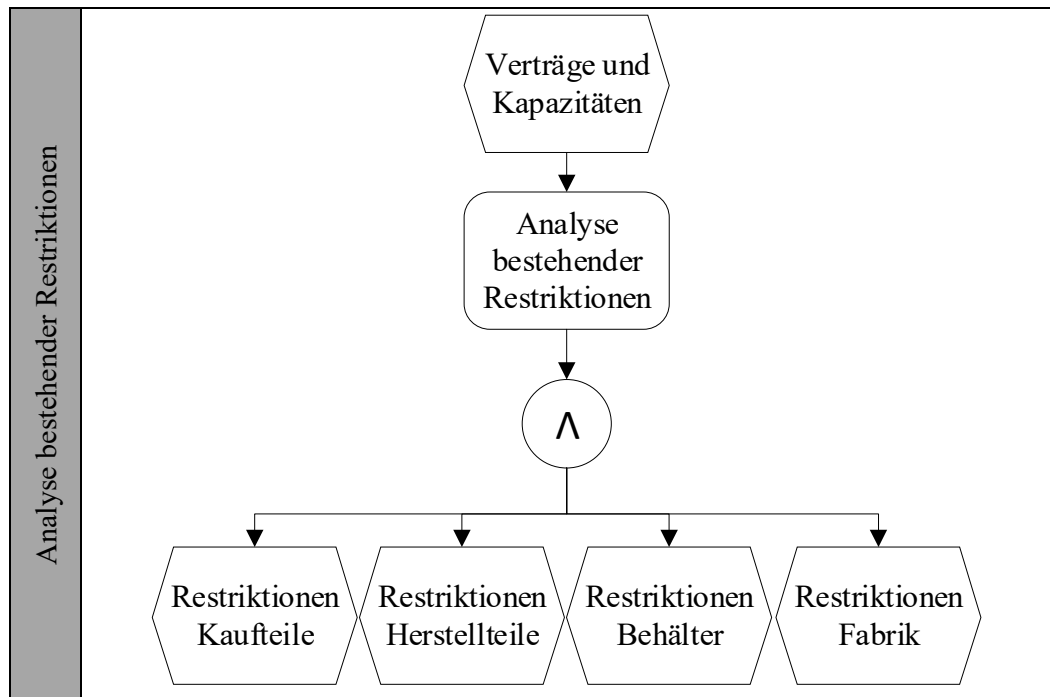
**Abbildung A11-4:** mögliche grafische Modellierung der Brutto-Primärbedarfsplanung

Abbildung A11-5 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM3 *Primärbedarfsplanung* zur Netto-Primärbedarfsplanung der Kategorie Produktionsprogrammplanung als eEPK.



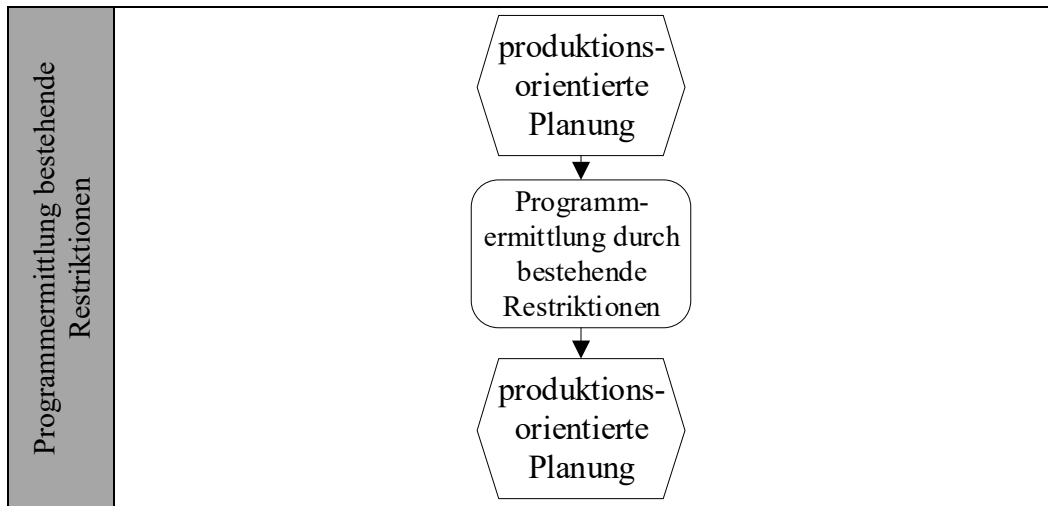
**Abbildung A11-5:** mögliche grafische Modellierung der Netto-Primärbedarfsplanung

Abbildung A11-6 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM4 *Analyse bestehender Restriktionen* der Kategorie Produktionsprogrammplanung als EPK.



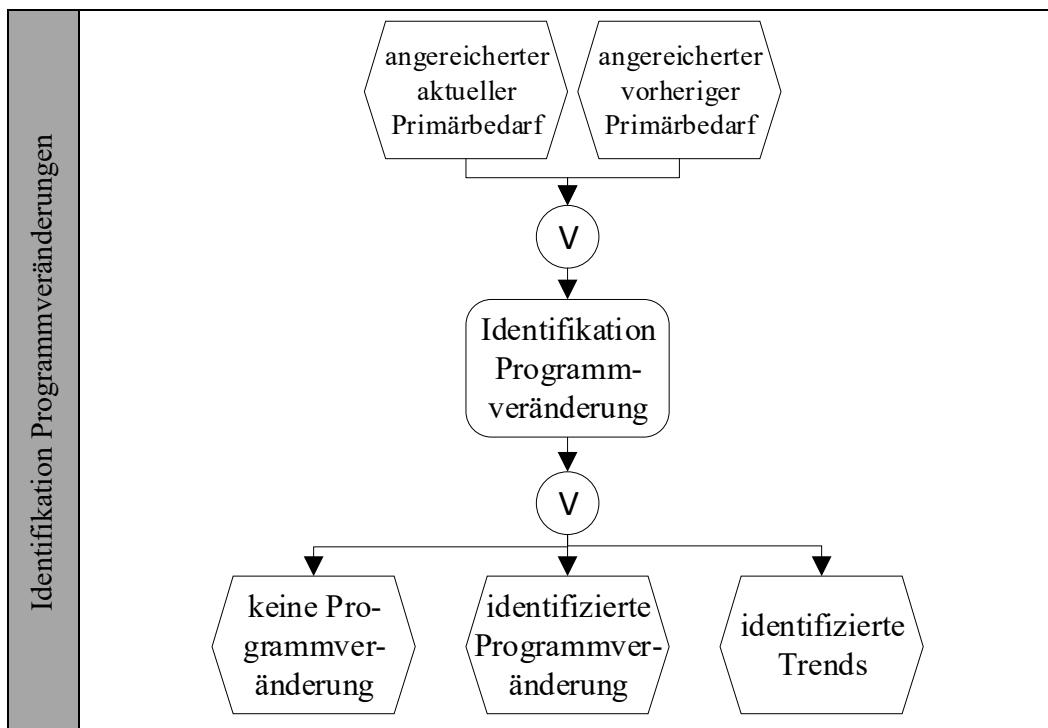
**Abbildung A11-6:** mögliche grafische Modellierung zur Analyse bestehender Restriktionen

Abbildung A11-7 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM5 *Ermittlung produktionsorientierte Planung* der Kategorie Produktionsprogrammplanung als EPK.



**Abbildung A11-7:** mögliche grafische Modellierung produktionsorientierter Programmermittlung

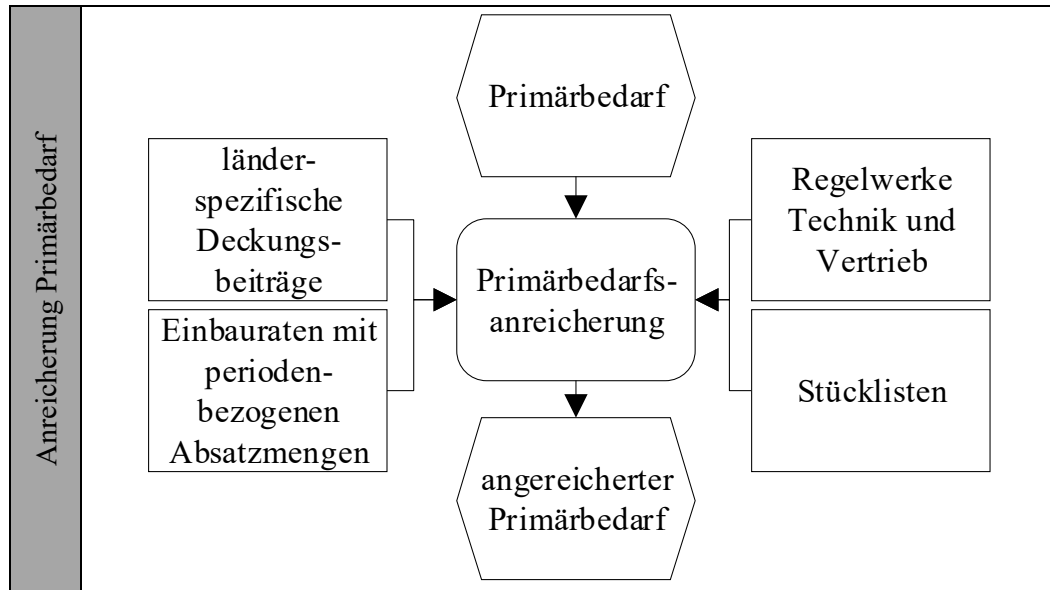
Abbildung A11-8 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM6 *Identifikation Programmveränderung* der Kategorie Produktionsprogrammplanung als EPK.



**Abbildung A11-8:** mögliche grafische Modellierung identifizierter Programmveränderung

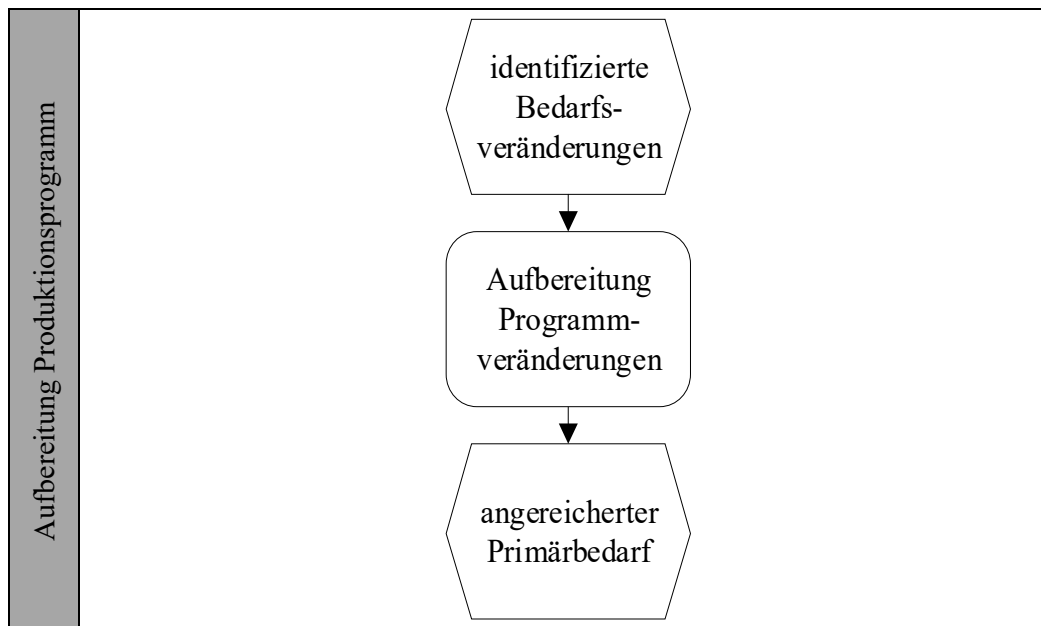


Abbildung A11-9 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM7 *Primärbedarfsanreicherung* der Kategorie Produktionsprogrammplanung als eEPK.



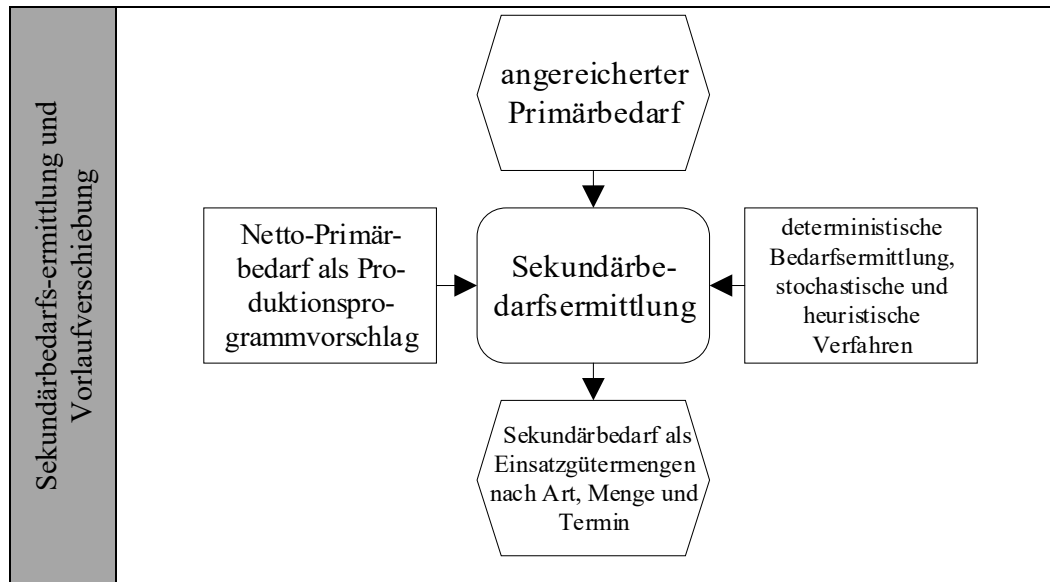
**Abbildung A11-9:** mögliche grafische Modellierung der Primärbedarfsanreicherung

Abbildung A11-10 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM8 *Aufbereitung Produktionsprogramm* der Kategorie Produktionsprogrammplanung als EPK.



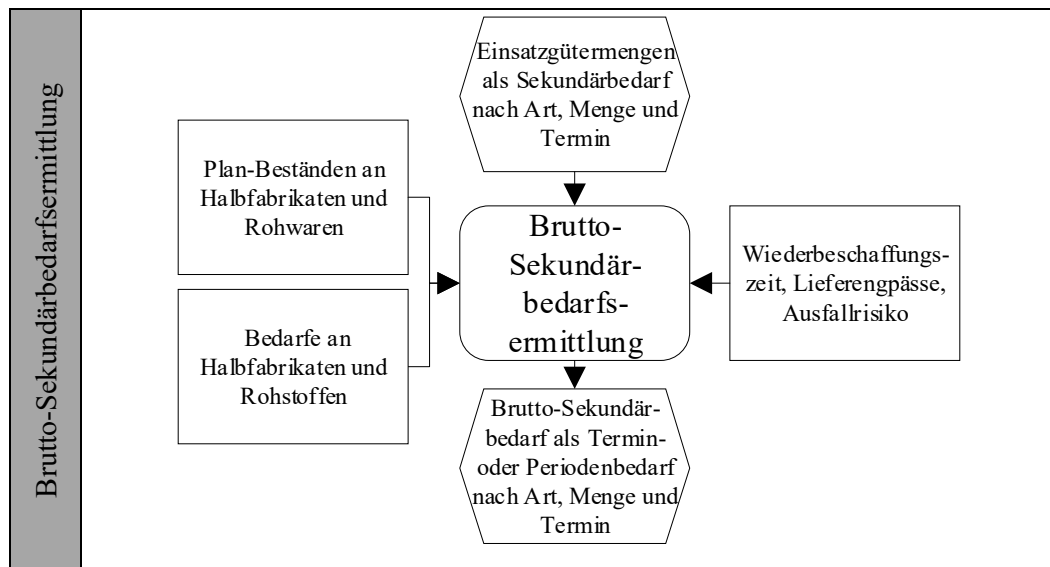
**Abbildung A11-10:** mögliche grafische Modellierung der Programmaufbereitung

Abbildung A11-11 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM9 *Sekundärbedarfsermittlung* zur Sekundärbedarfsermittlung und Vorlaufverschiebung der Kategorie Baubarkeitsprüfung kapazitativ als eEPK.



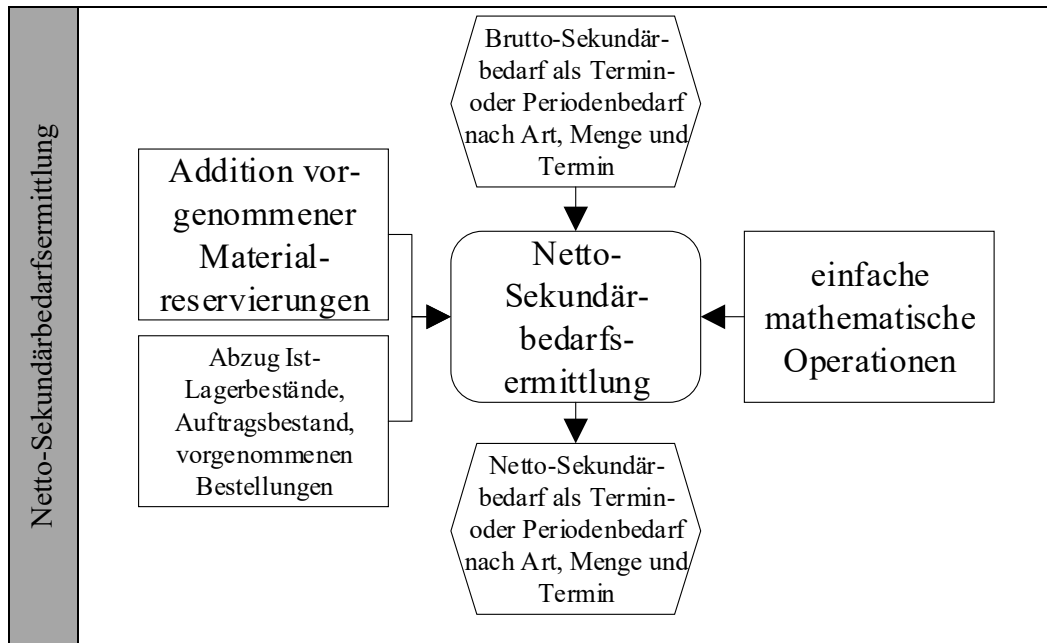
**Abbildung A11-11:** mögliche grafische Modellierung der Sekundärbedarfsermittlung

Abbildung A11-12 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM9 *Sekundärbedarfsermittlung* zur Brutto-Sekundärbedarfsermittlung der Kategorie Baubarkeitsprüfung kapazitativ als eEPK.



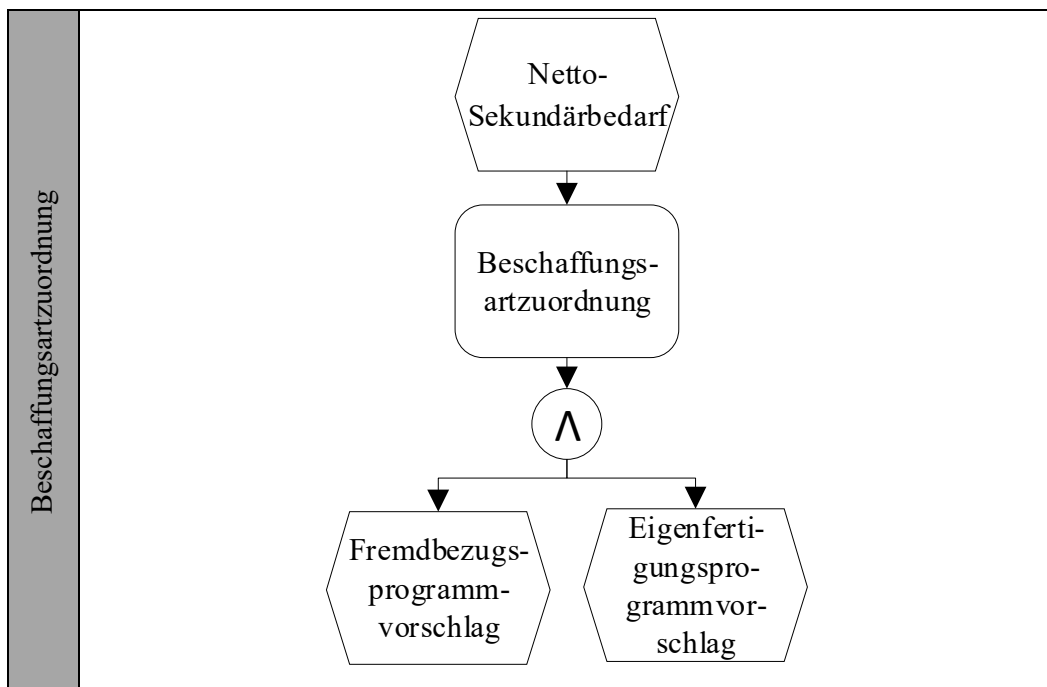
**Abbildung A11-12:** mögliche grafische Modellierung des Brutto-Sekundärbedarfs

Abbildung A11-13 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM9 *Sekundärbedarfsermittlung* zur Netto-Sekundärbedarfsermittlung der Kategorie Baubarkeitsprüfung kapazitativ als eEPK.



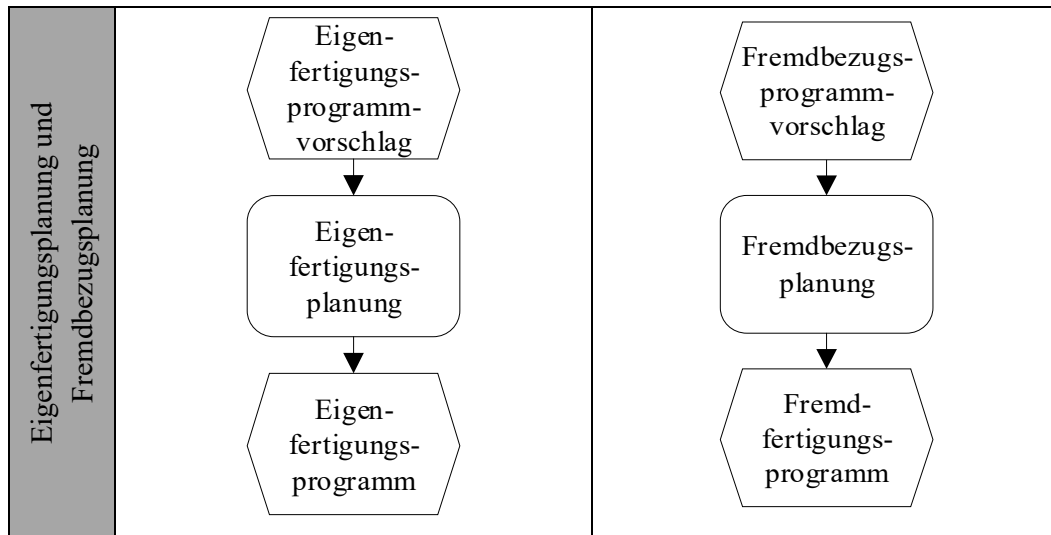
**Abbildung A11-13:** mögliche grafische Modellierung des Netto-Sekundärbedarfs

Abbildung A11-14 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM10 *Produktionsbedarfsplanung* zur Beschaffungsartzuordnung der Kategorie Baubarkeitsprüfung kapazitativ als EPK.



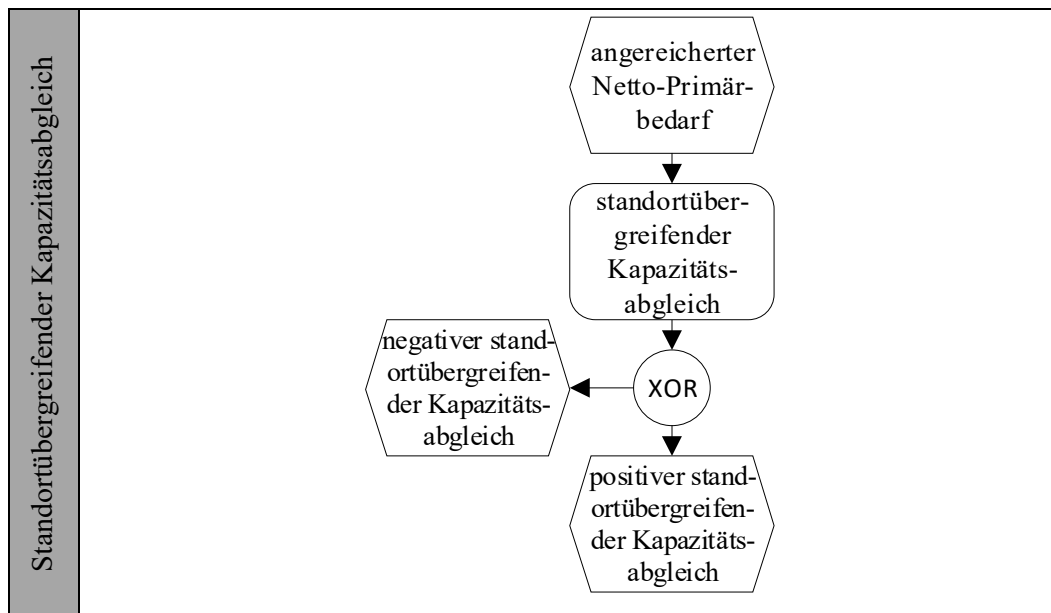
**Abbildung A11-14:** mögliche grafische Modellierung der Beschaffungsartzuordnung

Abbildung A11-15 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM10 *Produktionsbedarfsplanung* zur Eigenfertigungsplanung und zur Fremdbezugsplanung der Kategorie Baubarkeitsprüfung kapazitativ als eEPK.



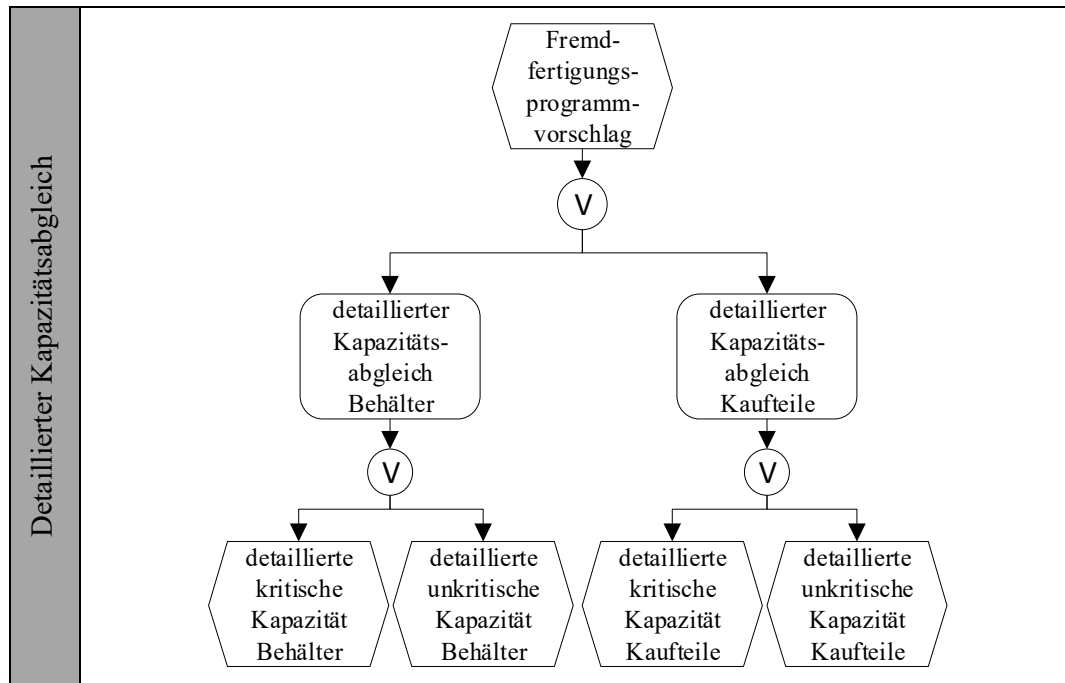
**Abbildung A11-15:** mögliche grafische Modellierung der Eigenfertigungsplanung

Abbildung A11-16 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM11 *Kapazitätsabgleich standortübergreifend* der Kategorie Baubarkeitsprüfung kapazitativ als EPK.



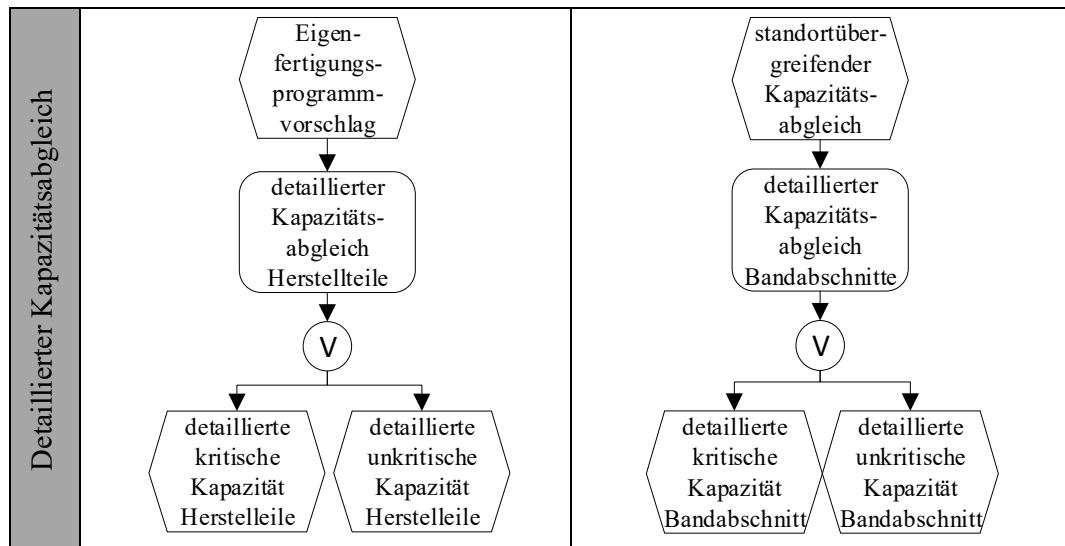
**Abbildung A11-16:** mögliche grafische Modellierung Kapazitätsabgleich standortübergreifend

Abbildung A11-17 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM12 *Kapazitätsabgleich detailliert* zum Fremdfertigungsprogramm-vorschlag für Behälter und Kaufteile als EPK.



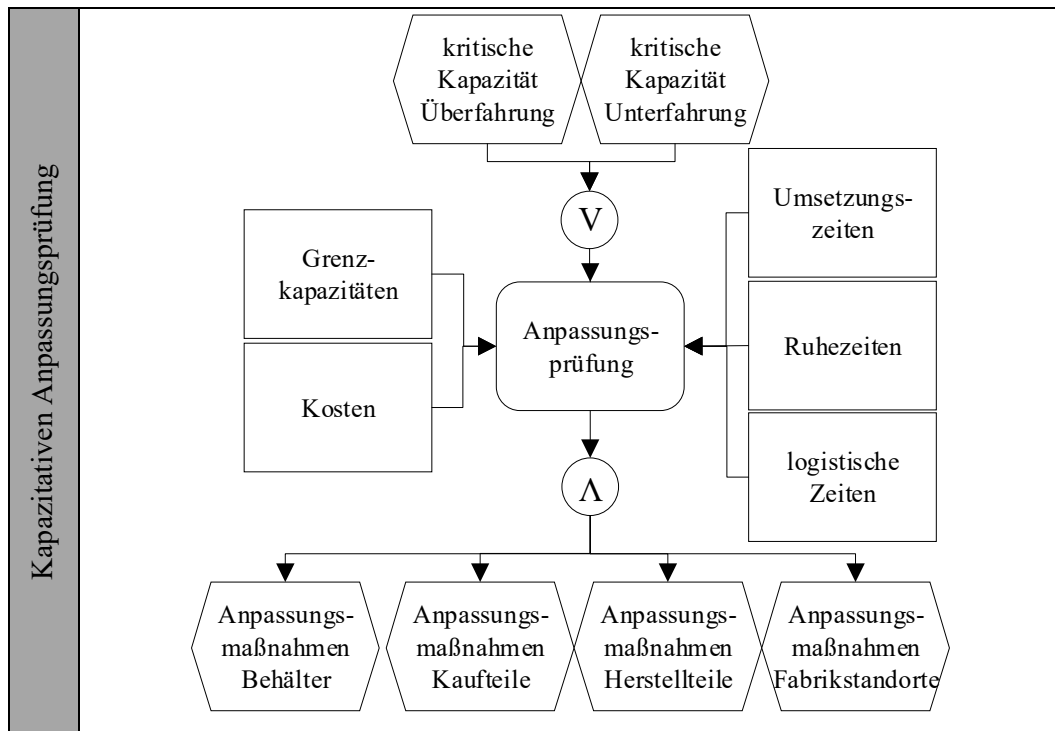
**Abbildung A11-17:** mögliche grafische Modellierung zum detaillierten Kapazitätsabgleich zum Fremdfertigungsprogramm-vorschlag

Abbildung A11-18 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM12 *Kapazitätsabgleich detailliert* für Kauf- und Herstellteile der Kategorie Baubarkeitsprüfung kapazitatív als EPK.



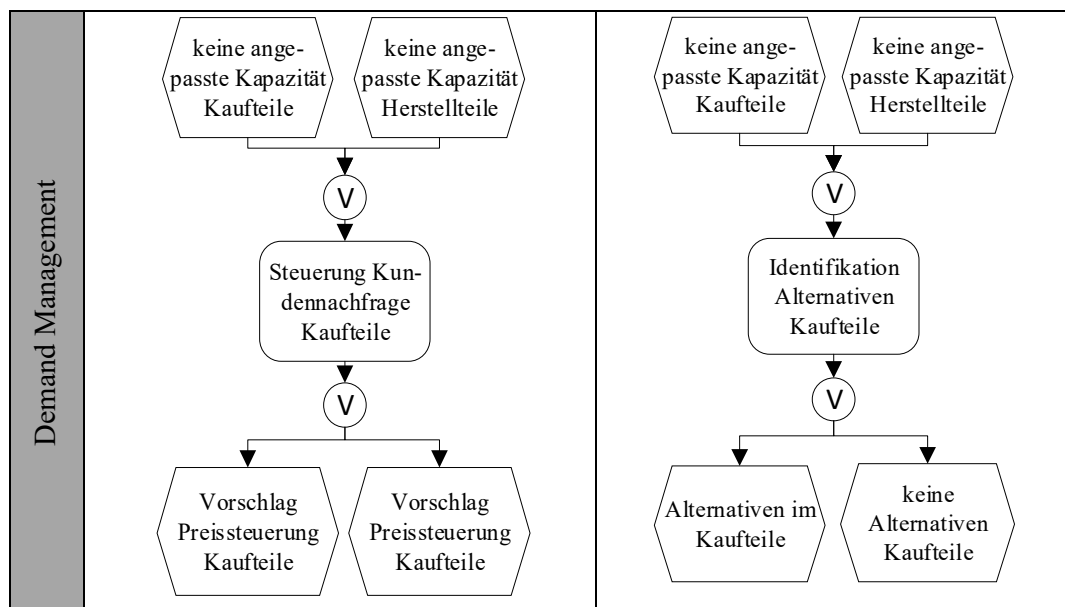
**Abbildung A11-18:** mögliche grafische Modellierung zum detaillierten Kapazitätsabgleich für Herstellteile und Bandabschnitte

Abbildung A11-19 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM13 *Anpassungsprüfung kapazitativ* als eEPK.



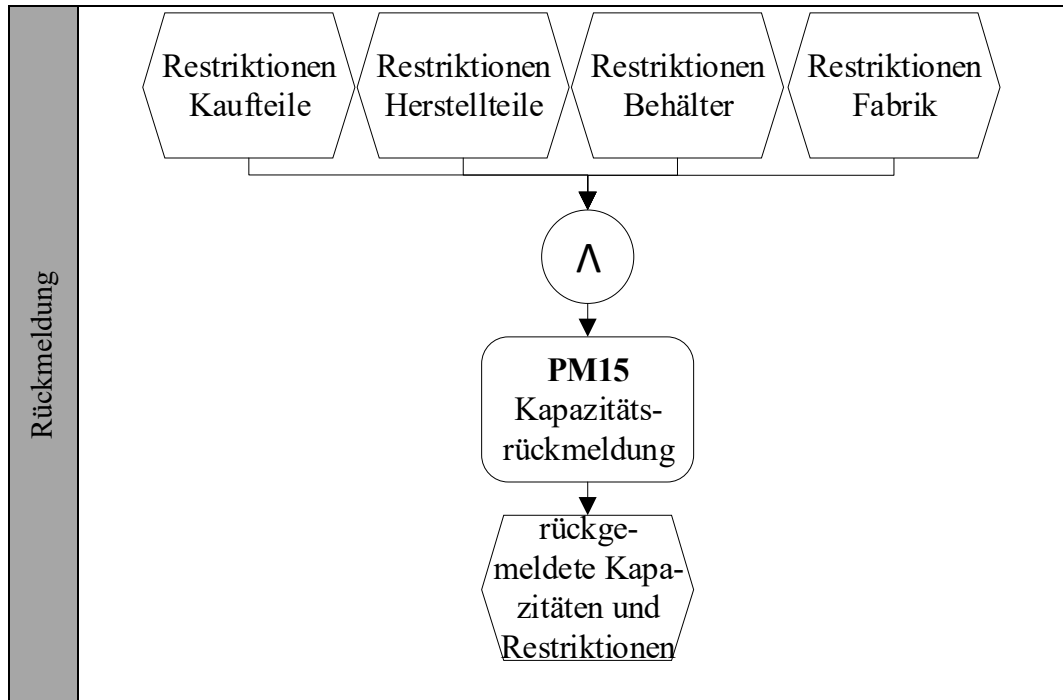
**Abbildung A11-19:** mögliche grafische Modellierung zur kapazitiven Anpassungsprüfung

Abbildung A11-20 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM14 *Demand-Management* als EPK.



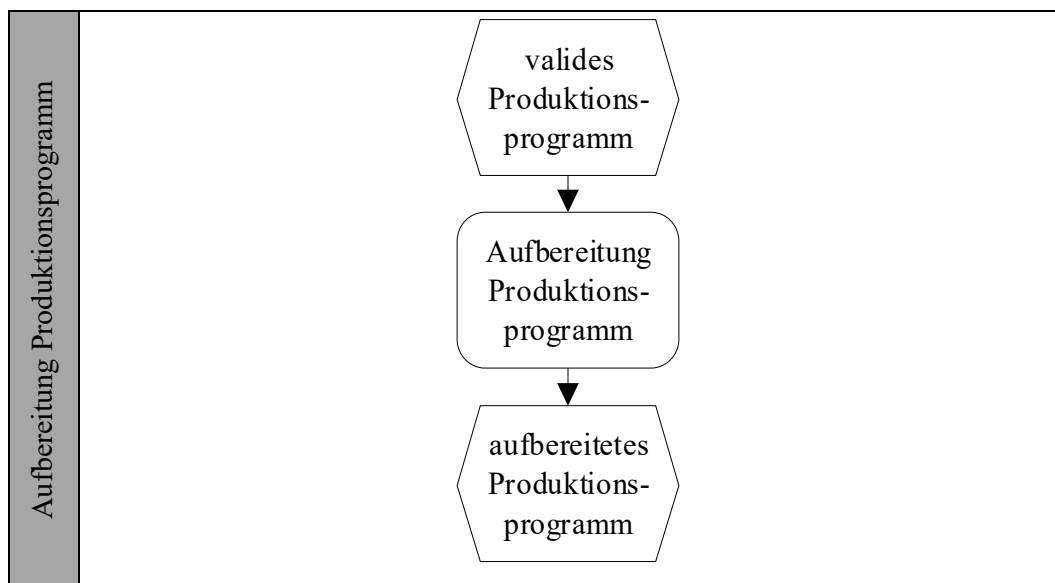
**Abbildung A11-20:** mögliche grafische Modellierung zum Demand Management

Abbildung A11-21 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM15 *Kapazitätsrückmeldung* als EPK.



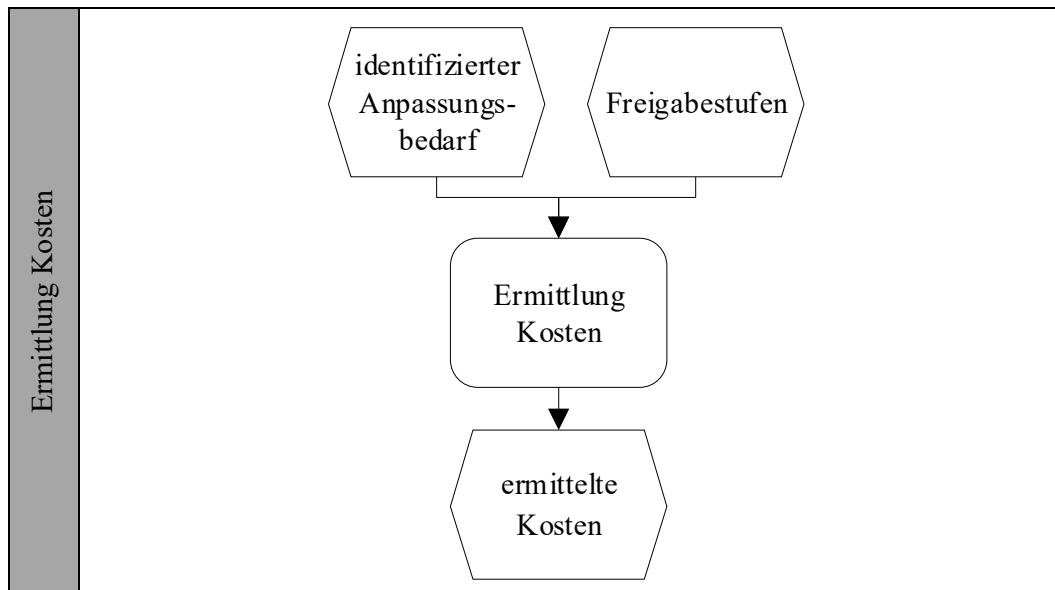
**Abbildung A11-21:** mögliche grafische Modellierung Kapazitätsrückmeldung

Abbildung A11-22 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM16 *Aufbereitung Produktionsprogramm* der Kategorie Baubarkeitsprüfung kapazitativ als EPK.



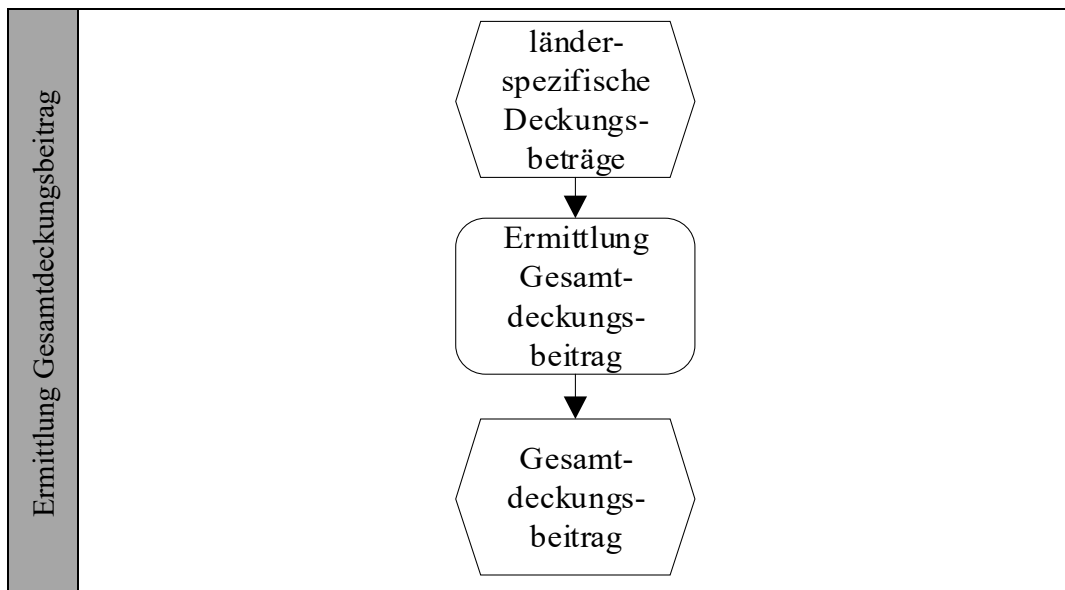
**Abbildung A11-22:** mögliche grafische Modellierung Aufbereitung Produktionsprogramm

Abbildung A11-23 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM17 *Ermittlung Kosten* der Kategorie Programmbewertung als EPK.



**Abbildung A11-23:** mögliche grafische Modellierung zur Kostenermittlung

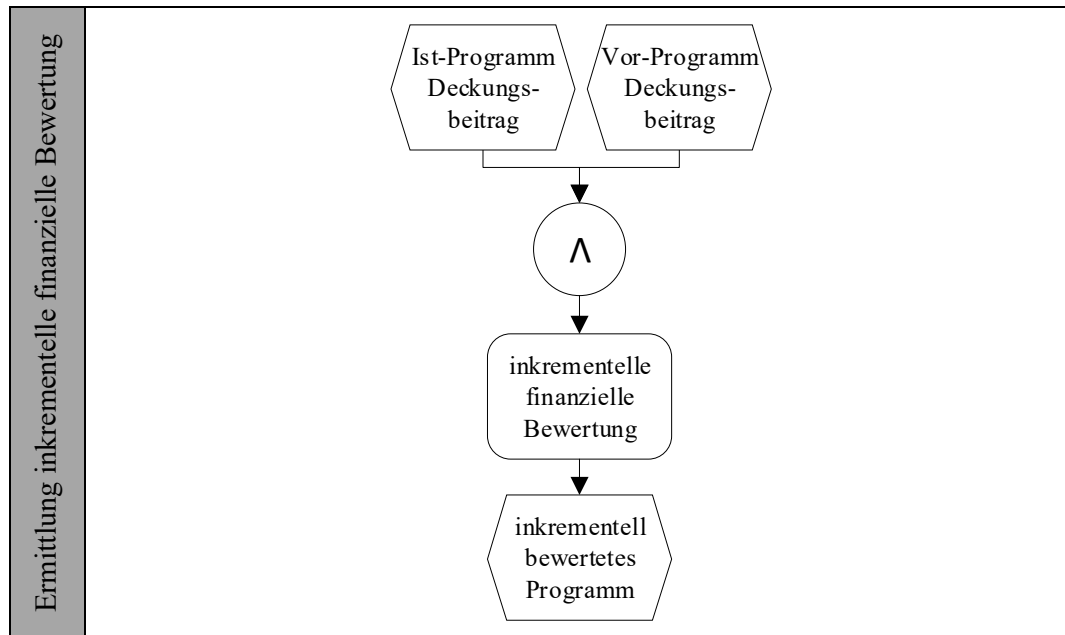
Abbildung A11-24 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM18 *Deckungsbeitragsermittlung* zur Ermittlung des Gesamtdeckungsbeitrages der Kategorie Programmbewertung als EPK.



**Abbildung A11-24:** mögliche grafische Modellierung Ermittlung Gesamtdeckungsbeitrag

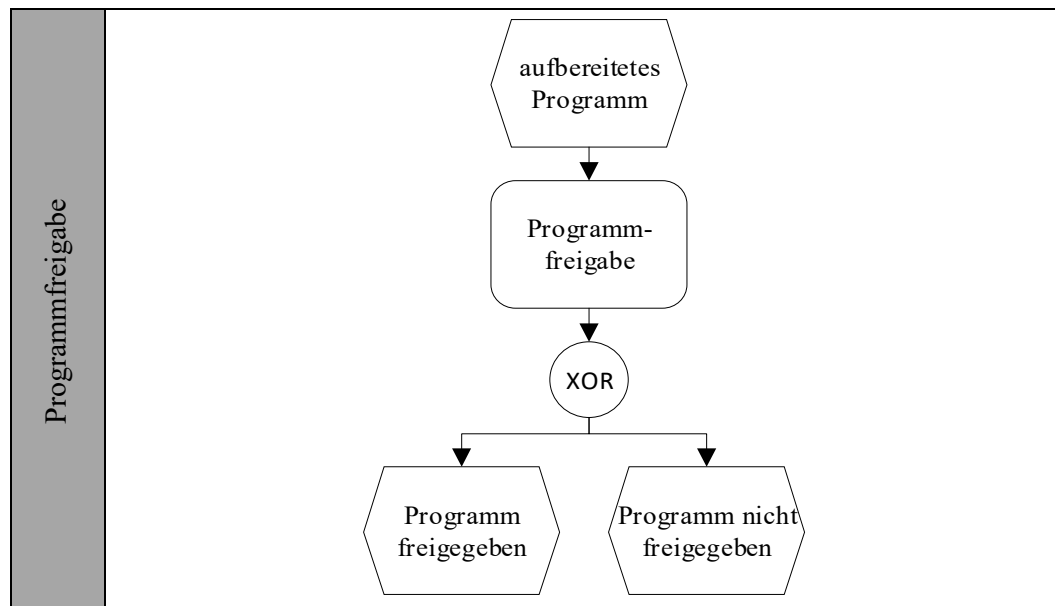


Abbildung A11-25 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM18 *Deckungsbeitragsermittlung* zur inkrementellen finanziellen Bewertung des Ist-Programms gegenüber dem Vor-Programm der Kategorie Programmbewertung als EPK.



**Abbildung A11-25:** mögliche grafische Modellierung inkrementeller finanzieller Bewertung

Abbildung A11-26 zeigt eine mögliche grafische Modellierung des Prozessmoduls PM19 *Programmfreigabe* der Kategorie Programmbewertung als EPK.

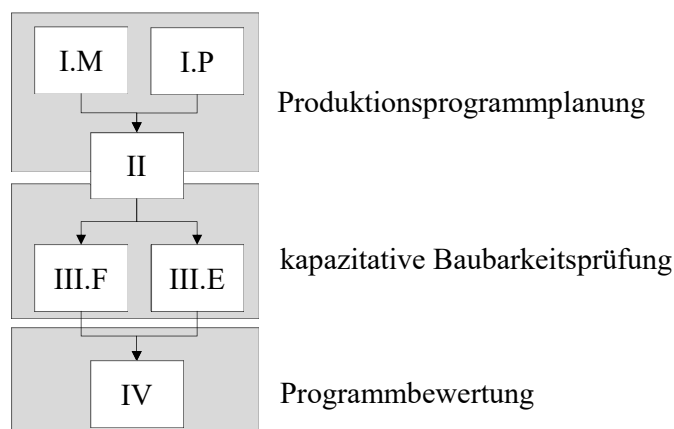


**Abbildung A11-26:** mögliche grafische Modellierung zur Programmbewertung

## **A12: Nachweis der semantischen Validität durch die grafische Modellierung eines Referenzprozesses als mögliche Anwendung des modularen Prozessbaukastens**

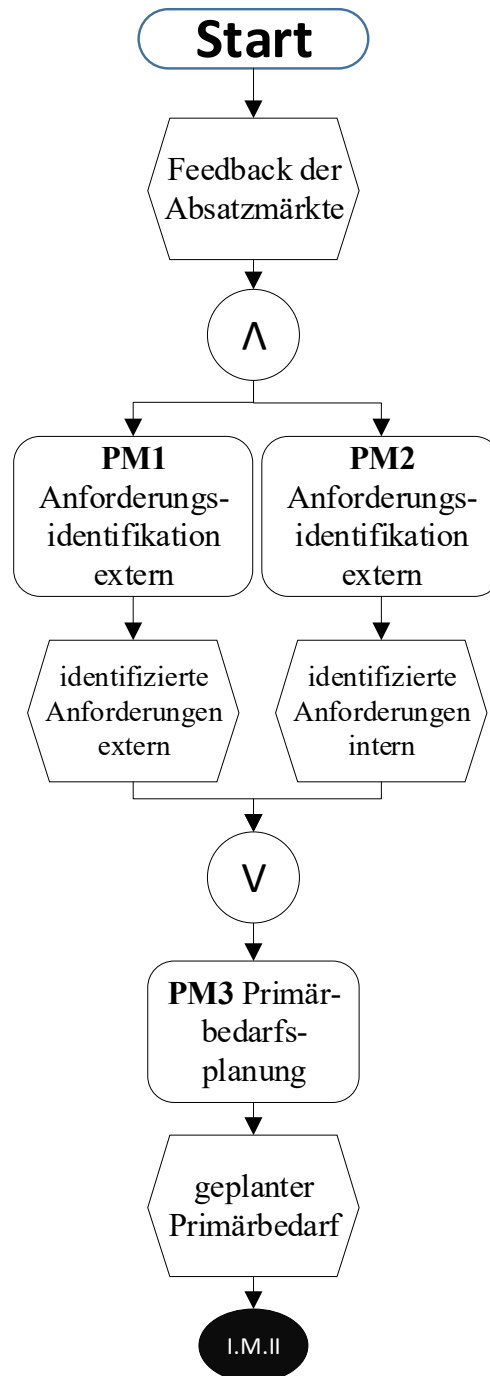
Die grafische Modellierung eines Projektreferenzprozesses in Microsoft Visio® als Anwendung des modularen Prozessbaukastens dient dem Nachweis der Vollständigkeit und der semantischen Validität in Unterkapitel 6.1. Das in Abbildung 6-1 gezeigte Ergebnis des Semantikttests für die Anwendung des modularen Prozessbaukastens in *Microsoft Visio®* wird nachfolgend spezifiziert. Die Modellierung eines Referenzprozesses wendet die in Unterkapitel 5.1 abgeleiteten und in Unterkapitel 5.2 spezifizierten Prozessmodule des modularen Prozessbaukastens in einer möglichen Prozessmodulreihenfolge zur ereignisorientierten Initiierung einer Bewertung von automobilen Produktionsprogrammen im mittelfristigen Zeithorizont an. Da weder eine rein markt- noch produktionsorientierte Sichtweise in der Praxis kaum auffindbar sind und Mischformen beider Ansätze überwiegen werden beide Ansätze als mögliche Startpunkte einer ereignisorientierten Initiierung grafisch modelliert.

Die Modellierung des Referenzprozesses wird zur besseren Strukturierung in sechs Teilprozessabschnitte unterteilt. Die erste Ebene des modellierten Referenzprozesses unterteilt sich in die beiden *Teilprozessabschnitte I.M* und *I.P*, welche die markt- beziehungsweise die produktionsorientierte Produktionsprogrammplanung als mögliche Startpunkte des modellierten Referenzprozesses abbilden. Die zweite Ebene stellt im *Teilprozessabschnitt II* den Übergang der Produktionsprogrammplanung in die kapazitative Baubarkeitsprüfung dar. Die nachgelagerten *Teilprozessabschnitte III.F* und *III.E* zeigen die Modellierung der kapazitiven Baubarkeitsprüfung der Fremdfertigung beziehungsweise der Eigenfertigung. Beide münden im letzten *Teilprozessabschnitt IV* zur Programmbewertung. Die einzelnen Teilprozessabschnitte sind über Verbindungspunkte miteinander verknüpft. Abbildung A12-1 zeigt die Verortung der einzelnen Teilprozessabschnitte der Referenzmodellierung.



**Abbildung A12-1:** Schematische Verortung der Teilprozessabschnitte

Die grafische Modellierung der marktorientierten Produktionsprogrammplanung wird über das Startereignis *Feedback der Absatzmärkte* begonnen. Es geht über den logischen Operator UND in die Funktionen der Prozessmodule PM1 sowie PM2 als Inputgröße ein. Abbildung A12-2 zeigt den *Teilprozessabschnitt I.M* zur marktorientierten Produktionsprogrammplanung, modelliert in *Microsoft Visio*® als EPK.



**Abbildung A12-2:** Referenzmodellierung zu Teilprozessabschnitt I.M

Die grafische Modellierung der produktionsorientierten Produktionsprogrammplanung initiieren die Startereignisse *Verträge und Kapazitäten* und *Feedback der Absatzmärkte*, so ist eine Mischform der markt- und produktionsorientierte Planung möglich. Abbildung A12-3 zeigt die grafische Modellierung des *Teilprozessabschnitts I.P* zur produktionsorientierten Produktionsprogrammplanung als EPK in *Microsoft Visio®*.

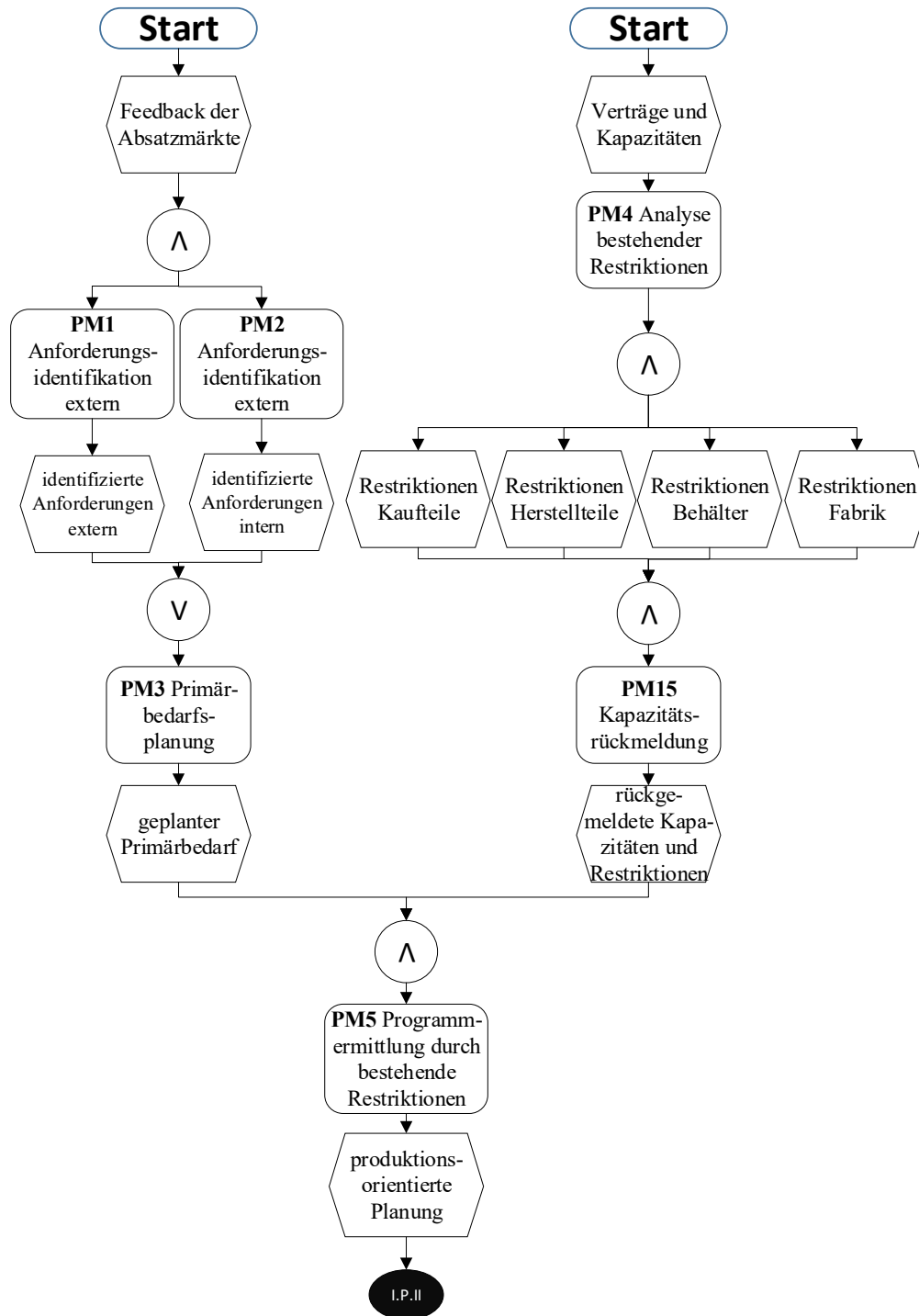


Abbildung A12-3: Referenzmodellierung zu Teilprozessabschnitt I.P

Abbildung A12-4 zeigt die grafische Modellierung in Microsoft Visio® zum Teilprozessabschnitt III.E in Microsoft Visio® als EPK.

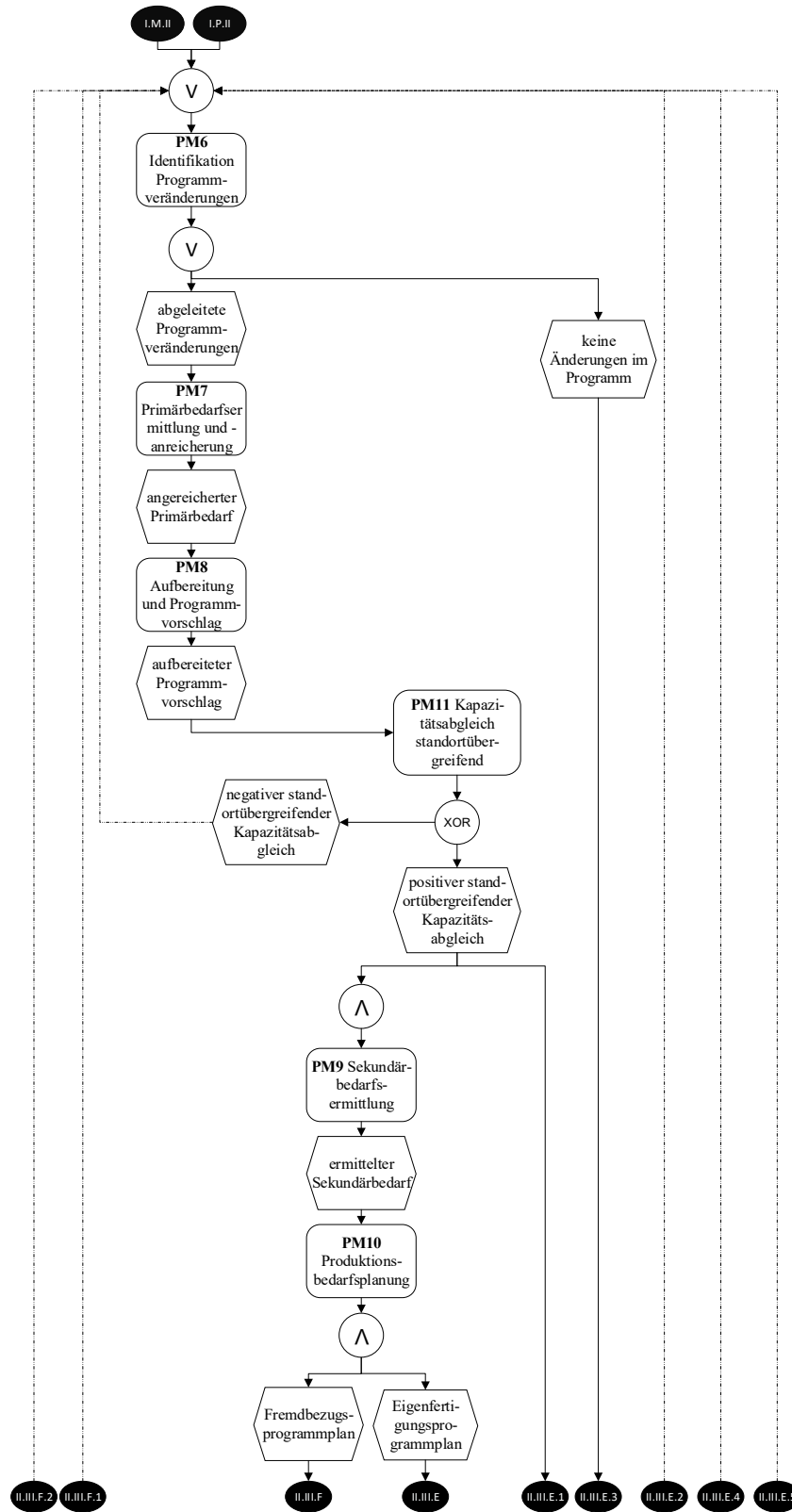


Abbildung A12-4: Referenzmodellierung zu Teilprozessabschnitt II

Abbildung A12-5 zeigt die grafische Modellierung der Fremdfertigung für Kaufteile und Behälter im *Teilprozessabschnitt III.F* zur kapazitiven Baubarkeitsprüfung, modelliert in *Microsoft Visio®* als EPK.

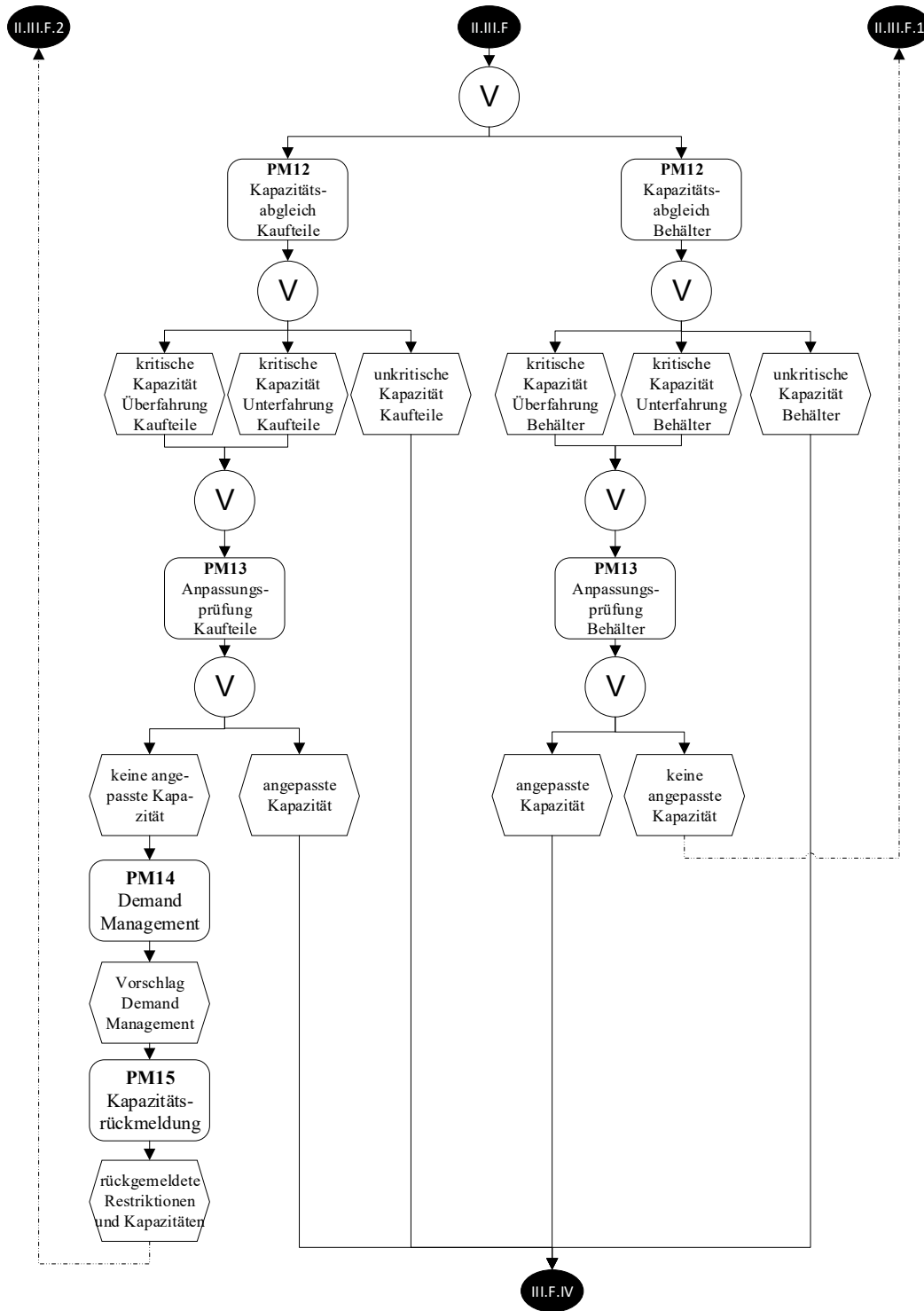


Abbildung A12-5: Referenzmodellierung zu Teilprozessabschnitt III.F

Abbildung A12-6 zeigt die grafische Modellierung der Eigenfertigung für Herstellteile und die Bandabschnitte der Montage im *Teilprozessabschnitt III.E* zur kapazitiven Baubarkeitsprüfung, modelliert in *Microsoft Visio®* als EPK.

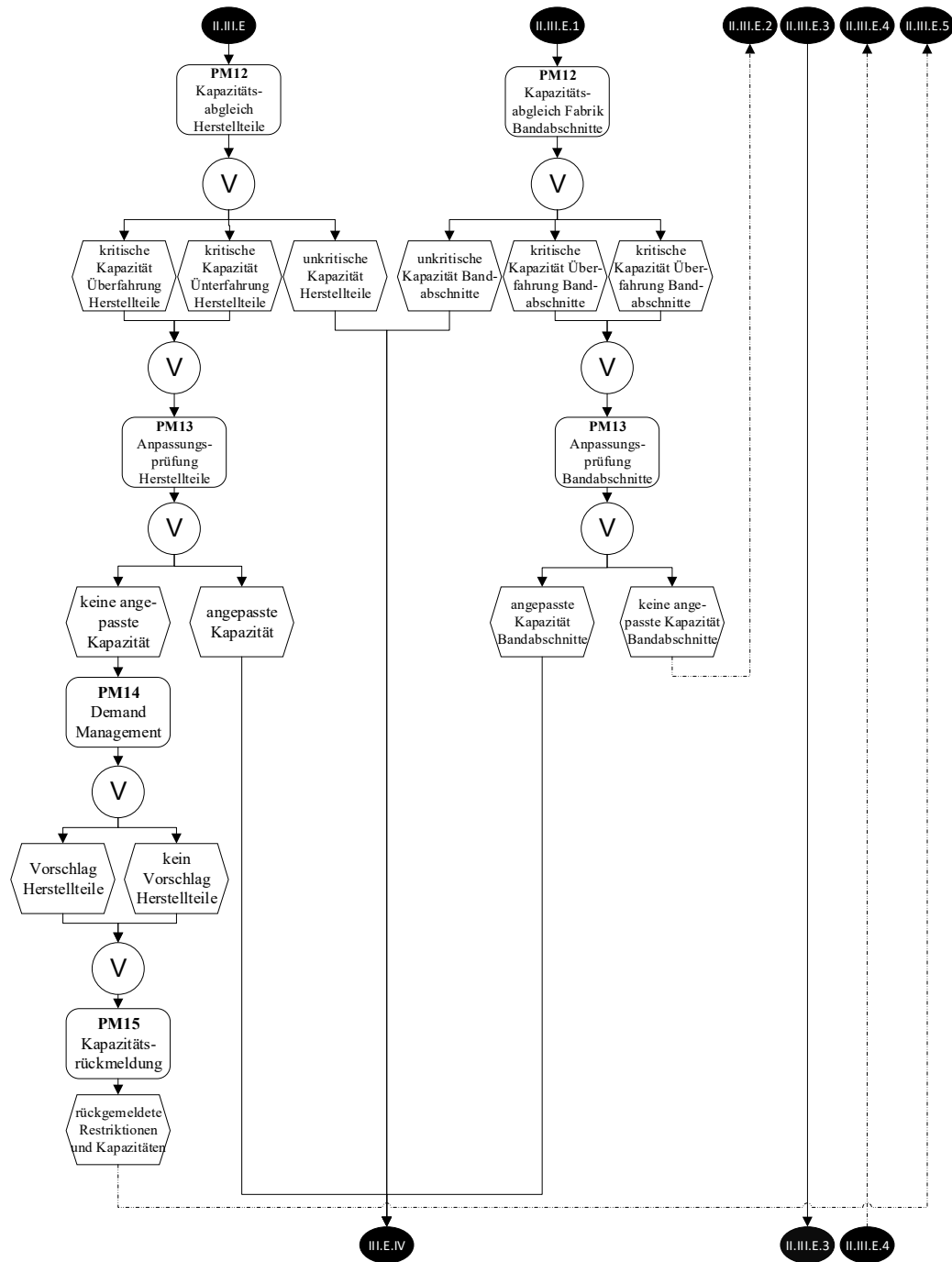


Abbildung A12-6: Referenzmodellierung zu Teilprozessabschnitt III.E

Zur Programmbewertung werden zunächst die anfallenden Kosten und Einsparungen kapazitiver Anpassungen ermittelt und mit dem Deckungsbeitrag des baubaren Produktionsprogramms verrechnet und ergibt so die finanzielle inkrementelle Bewertung des zu prüfenden Produktionsprogramms. Abbildung A12-7 modelliert die Programmbewertung in *Teilprozessabschnitt IV* in *Microsoft Visio®* als EPK.

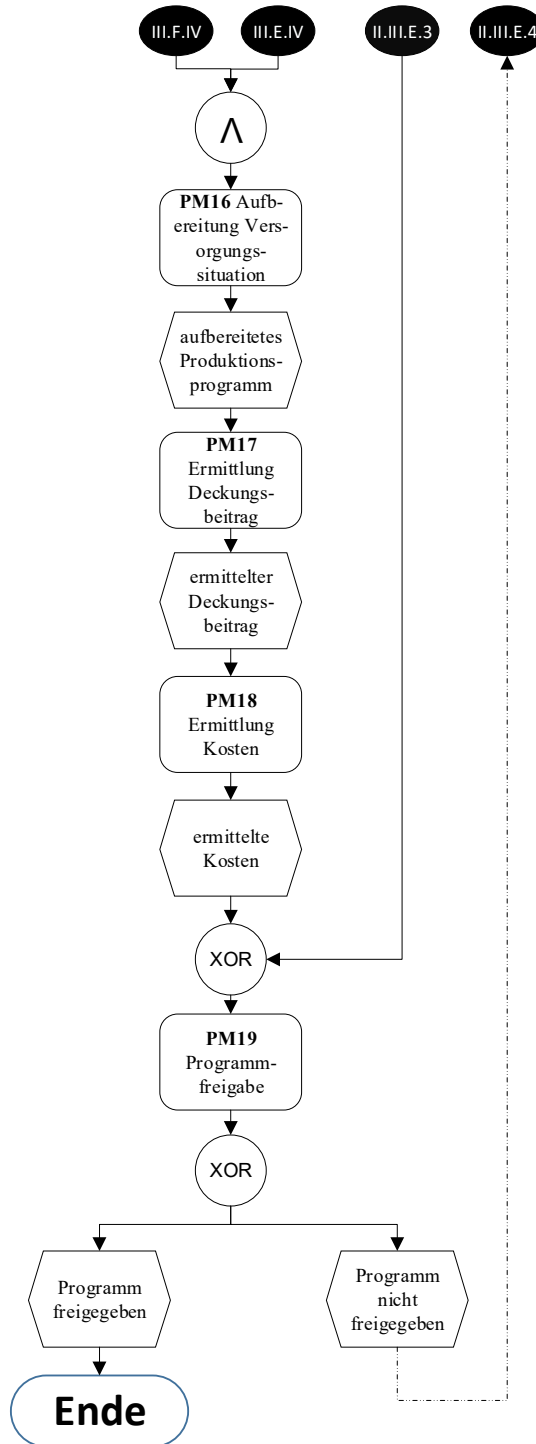


Abbildung A12-7: Referenzmodellierung zu Teilprozessabschnitt IV