

Berichte aus der Betriebswirtschaft

**Sonja Ferber**

**Strategische Kapazitäts- und  
Investitionsplanung in der globalen Supply Chain  
eines Automobilherstellers**

Shaker Verlag  
Aachen 2005

**Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

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

Zugl.: Augsburg, Univ., Diss., 2005

Copyright Shaker Verlag 2005

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-4621-5

ISSN 0945-0696

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • eMail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>v</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1 Anforderungen an die strategische Netzwerkplanung in der Automobilindustrie . . . . .	3
1.2 Zielsetzung der Arbeit . . . . .	6
1.3 Vorgehensweise . . . . .	7
<b>2 Strategische Planung von globalen Produktionsnetzwerken</b>	<b>11</b>
2.1 Vorgaben für die globale Netzwerkplanung . . . . .	11
2.1.1 Internationale Rahmenbedingungen . . . . .	11
2.1.2 Einfluß der strategischen Ausrichtung . . . . .	22
2.2 Supply Chain Management Konzept . . . . .	28
2.2.1 Beschreibung der Supply Chain . . . . .	29
2.2.2 Entwicklungspfad des Supply Chain Management . . . . .	38
2.2.3 Ziele von Supply Chain Management . . . . .	40
2.2.4 Planungsaufgaben in der Supply Chain . . . . .	41
2.2.5 Methoden im Supply Chain Management . . . . .	46
2.3 Eingrenzung der Aufgabenstellung . . . . .	47
<b>3 Advanced Planning Systeme (APS) in der Unternehmensplanung</b>	<b>49</b>
3.1 Begriffliche Grundlagen . . . . .	49
3.2 Aufgabenspektrum von APS . . . . .	52
3.2.1 Strategische Planung . . . . .	53
3.2.2 Taktische und operative Planung . . . . .	56
3.3 APS-Softwaresysteme . . . . .	60
3.3.1 Bedeutende Anbieter von APS-Software . . . . .	60
3.3.2 Standardsoftware vs. Individualsoftware für Optimierungsaufgaben	64
3.4 Typen von Optimierungsproblemen . . . . .	66

3.5	Lösungsverfahren . . . . .	67
3.5.1	Exakte Verfahren . . . . .	68
3.5.2	Heuristische Verfahren . . . . .	72
<b>4</b>	<b>Theoretische Grundlagen zur strategischen Modellierung von Netzwerken</b>	<b>77</b>
4.1	Überblick zu Netzwerkoptimierungsmodellen in der Literatur . . . . .	77
4.1.1	Merkmale strategischer Netzwerkoptimierungsmodelle . . . . .	79
4.1.2	Planung von Produktions- und Distributionsnetzwerken . . . . .	81
4.1.3	Modelle zur Planung globaler Produktionsnetzwerke . . . . .	84
4.2	Investitionsentscheidungen in der Netzwerkoptimierung . . . . .	91
4.2.1	Standardmodelle zur Kapazitätsplanung und -erweiterung . . . . .	92
4.2.2	Berücksichtigung von Investitionen in globalen Netzwerkoptimierungsmodellen . . . . .	94
4.3	Kritische Würdigung . . . . .	97
<b>5</b>	<b>Berücksichtigung von Investitionen in der Netzwerkoptimierung</b>	<b>103</b>
5.1	Investitionen in der strategischen Produktionsplanung eines Automobilherstellers . . . . .	103
5.2	Vorgaben aus dem Investitionsplanungsprozeß . . . . .	105
5.2.1	Arten von Investitionen . . . . .	106
5.2.2	Investitionsrechenverfahren . . . . .	112
5.2.3	Finanzierung von Investitionen . . . . .	116
5.2.4	Investitionsrahmen als periodenspezifische Zielvorgabe . . . . .	118
5.2.5	Kalendarisierung von Investitionen . . . . .	120
5.2.6	Zusammenfassung der Prämissen für die Netzwerkoptimierung . . . . .	121
5.3	Spezifische Beschreibung der Investitionen in der Automobilproduktion . . . . .	122
5.3.1	Rohbau . . . . .	124
5.3.2	Oberfläche (Lackiererei) . . . . .	128
5.3.3	Montage . . . . .	130
5.3.4	Kapazitätsauslegung der Werke . . . . .	132
<b>6</b>	<b>Modell zur Netzwerkoptimierung in der Automobilindustrie</b>	<b>135</b>
6.1	Einordnung der Problemstellung . . . . .	135
6.2	Beschreibung des softwaregestützten Netzwerkplanungsprozesses . . . . .	137
6.3	Modellbeschreibung und Datenermittlung . . . . .	141
6.3.1	Absatz . . . . .	146

---

6.3.2	Beschaffung . . . . .	148
6.3.3	Produktion . . . . .	154
6.3.4	Distribution . . . . .	159
6.4	Mathematische Modellbeschreibung . . . . .	162
6.4.1	Modellformulierung . . . . .	162
6.4.2	Softwareseitige Implementierung . . . . .	174
6.5	Freiheitsgrade für eine Optimierung . . . . .	176
6.5.1	Strategische Vorgaben . . . . .	176
6.5.2	Zeitliche Fixierungen . . . . .	178
<b>7</b>	<b>Fallbeispiel</b>	<b>181</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>191</b>
8.1	Zusammenfassung . . . . .	191
8.2	Ausblick . . . . .	192
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>195</b>



# Abbildungsverzeichnis

2.1	Wirtschaftsräume . . . . .	15
2.2	Begriffliche Einordnung von Wertkette, Marketing Channel und Supply Chain anhand des SCOR-Modells . . . . .	30
2.3	Gestaltungsformen der Supply Chain . . . . .	31
2.4	Typologien des Supply Chain Designs (Corsten & Gabriel (2000, S. 235)) . . . . .	32
2.5	Übersicht zu Kategorien und Attribute von Supply Chains (Automobil-, Computer- und Konsumgüterindustrie) . . . . .	36
2.6	Supply Chain Planning Matrix (Fleischmann et al. (2005b, S. 87)) . . . . .	42
3.1	Einordnung von APS-Softwaresystemen anhand der Supply Chain Planning Matrix (Rohde et al., 2000) . . . . .	54
3.2	Übersicht zu APS-Softwaremodulen ausgewählter Anbieter . . . . .	62
3.3	Suchbaum beim Branch & Bound Verfahren (binäres Optimierungsproblem) 71	
5.1	Funktions- und zweckorientierte Abgrenzung von Investitionen . . . . .	108
5.2	Einteilung von Finanzierungsformen nach dem Kriterium der Mittelherkunft	116
5.3	Ermittlung des Investitionsbudgets aus dem Cash-flow des Unternehmens (Perridon & Steiner (2004, S. 572)) . . . . .	117
5.4	Zuteilung des Investitionsbudgets auf die Geschäftsfelder und Unternehmensbereiche . . . . .	119
5.5	Koordination von Projekt- und Periodenzielen . . . . .	120
5.6	Kalendarisierungsprofil für ein Produkt- und Strukturprojekt . . . . .	121
5.7	Übersicht zu den Kernprozessen der Automobilfertigung . . . . .	125
5.8	Produktinvestitionen im Rohbau am Beispiel eines Fahrzeugmodells . . . . .	127
5.9	Strukturinvestitionen im Rohbau am Beispiel eines Werkes . . . . .	128
5.10	Produktinvestitionen der Lackiererei am Beispiel eines Fahrzeugmodells . . . . .	129
5.11	Strukturinvestitionen in der Lackiererei am Beispiel eines Werkes . . . . .	130
5.12	Produktinvestitionen in der Montage am Beispiel eines Fahrzeugmodells . . . . .	131
5.13	Strukturinvestitionen in der Montage am Beispiel eines Werkes . . . . .	132

5.14	Kapazitätsauslegung der Werke . . . . .	133
6.1	Betrachtungsumfang des strategischen Netzwerkoptimierungsmodells . . .	136
6.2	Schematische Darstellung der Supply Chain des Automobilherstellers . . .	140
6.3	Kosten- und Investitionsdaten in der strategischen Netzwerkplanung . . .	142
6.4	Belegungsmatrix . . . . .	145
6.5	Bedarfsprognose am Beispiel eines Absatzmarktes (Einheiten p.a.) . . . .	148
6.6	Materialkosten für Blech- und Montageteile für eine Produktion in den USA (EUR pro Fahrzeug) . . . . .	150
6.7	Materialkosten für Motoren (EUR pro Motor) . . . . .	151
6.8	Motorenmix . . . . .	152
6.9	Logistikkosten für Blech- und Montageteile für eine Produktion in den USA (EUR pro Fahrzeug) . . . . .	153
6.10	Logistikkosten für Motoren für eine Produktion in den USA (EUR pro Motor)	154
6.11	Produktspezifische Kapazitätsbeschränkungen im Rohbau (Einheiten p.a.)	155
6.12	Kapazitätsbeschränkung im Rohbau (Anzahl Rohbauanlagen je Werk) . . .	156
6.13	Installierte Kapazitäten der Lackiererei und Montage (Einheiten p.a.) . . .	157
6.14	Produktinvestitionen im Rohbau am Beispiel eines Fahrzeugmodells . . . .	157
6.15	Strukturinvestitionen für eine Ausbaustufe (Rohbau, Lackiererei und Mon- tage) am Beispiel eines Werkes . . . . .	158
6.16	Kalendarisierungsprofil für Produktinvestitionen am Beispiel einer Pro- duktlinie . . . . .	159
6.17	Produktionskosten (EUR pro Fahrzeug) . . . . .	160
6.18	Logistikkosten für die Distribution der Fahrzeuge am Beispiel der Produkt- linie 2 (EUR pro Fahrzeug) . . . . .	161
6.19	Werksabgabepreise (EUR pro Fahrzeug) . . . . .	161
6.20	Importzollsätze der Absatzregionen . . . . .	162
7.1	Produktionsstandorte, Beschaffungs- und Absatzmärkte . . . . .	181
7.2	Strategische Vorselektion von Belegungsalternativen und Festlegung von Fahrzeugsplits . . . . .	184
7.3	Referenzbelegung und optimierte Belegungen Werk 4 (Strategie 1 und 2) .	185
7.4	Veränderung der Kosten und Investitionsausgaben durch die Strategien 1 und 2 im Vergleich zur Referenzbelegung . . . . .	186
7.5	Veränderung der Kosten und Investitionsausgaben im Fall einer Volumen- steigerung von Produkt 30 . . . . .	188

# Geleitwort

Die Einführung neuer Fahrzeugmodelle verlangt von einem Automobilhersteller nicht nur hohe Entwicklungskosten, sondern auch erhebliche Investitionen in die Anlagen für die künftige Serienproduktion. Bei einer Vorlaufzeit von einigen Jahren und einer Produktlebensdauer von etwa sieben Jahren haben Entscheidungen darüber Auswirkungen für zehn Jahre und sind in diesem Zeitraum nur mit hohen Kosten zu korrigieren. Welche Produktionskapazitäten für welche Produkte wann und an welchem Standort zu installieren sind, ist daher eine entscheidende Frage der strategischen Planung eines Automobilherstellers. Sie wird dadurch erschwert, daß einerseits die Dynamik des PKW-Marktes erheblich zugenommen hat - die Produktpalette ist breiter, und neue Modelle erscheinen häufiger - andererseits sind die Werke zunehmend weltweit verteilt und bilden zusammen mit den Lieferanten und Märkten eine globale Supply Chain.

Die Forschung zum Supply Chain Management (SCM) hat sich zwar mit einzelnen Aspekten dieser Problematik, etwa der Kapazitätsplanung und der Netzwerkplanung, intensiv beschäftigt, ein umfassender Planungsansatz, der die Besonderheit der Automobilindustrie beachtet und praktikabel ist, fehlt jedoch. Diese Lücke zu schließen, hat Frau Ferber, Mitarbeiterin in der Abteilung für strategische Planung bei der BMW Group, als aktuelle und herausfordernde Aufgabe angepackt und mit der vorliegenden Schrift mit großem Erfolg gemeistert. Sie konnte auf Vorarbeiten von P. Henrich aufbauen, der 2002 seine Dissertation zur gleichen Thematik, ebenfalls bei der BMW Group, abgeschlossen hat.

Frau Ferber setzt sich intensiv und kritisch mit der Aufgabenstellung der strategischen Planung bei der BMW Group und der relevanten Literatur auseinander und entwickelt einen neuartigen Planungsansatz, der Elemente aus verschiedenen Planungsmodellen der Literatur mit vielen eigenen innovativen Ideen kombiniert. Besonders hervorzuheben ist die detaillierte Betrachtung der Investitionen, die nach den "Technologien" Rohbau, Lackierung und Endmontage sowie nach produktübergreifenden "Strukturinvestitionen" und "Produktinvestitionen" differenziert werden, sowie die Modellierung der Flexibilität der Produktionskapazitäten. Eine umfangreiche Fallstudie mit fingierten, aber realistischen Daten belegt eindrucksvoll sowohl die große Bedeutung der Problemstellung als auch die Praktikabilität von Frau Ferbers Planungsmodell.

Ich wünsche der Schrift, die eine starke Praxisorientierung mit gründlicher theoretischer Fundierung verbindet, eine weite Verbreitung in Wissenschaft und Praxis.

Augsburg, den 12.08.2005

Bernhard Fleischmann



# Vorwort

Die vorliegende Dissertation ist das Ergebnis meines zweijährigen Praxisprojektes bei der BMW Group in München in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Produktion und Logistik der Universität Augsburg.

An erster Stelle möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Bernhard Fleischmann für die ausgezeichnete Betreuung und die vielfältigen inhaltlichen Anregungen zu der vorliegenden Arbeit bedanken. Hervorheben möchte ich auch die konstruktiven Gespräche mit Herrn Prof. Dr. Herbert Meyr und Herrn Dipl.-Kfm. Baptiste Lebreton, die mir während meines Dissertationsprojektes für fachliche Diskussionen zur Verfügung standen. Schließlich möchte ich Herrn Prof. Dr. Axel Tuma für die Übernahme des Zweitgutachtens danken.

Neben dem wissenschaftlichen Umfeld haben auch die Mitarbeiter der Abteilung "Strategieentwicklung und Produktionskonzepte" der BMW Group einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Arbeit beigetragen. Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Ilka Schulte sowie meinen Mentoren Herrn Dr. Christian Borstnar und Herrn Dr. Kay Biedermann. Durch ihre fortwährende fachliche und persönliche Unterstützung konnte ich mich innerhalb kurzer Zeit in die komplexen Zusammenhänge bei der Planung und Gestaltung von Produktionsnetzwerken einarbeiten.

Schließlich möchte ich auch meinem privaten Umfeld danken. Mein größter Dank gilt dabei meinen Eltern, Herrn Dr. Bernhard Ferber und Frau Ursula Ferber-Münsch, die mir die Möglichkeit zur Promotion eröffnet und mich während der gesamten Zeit liebevoll unterstützt haben. Schließlich möchte ich mich auch bei meinen Schwestern Christiane und Barbara Ferber, sowie meinem Lebenspartner Herrn Andreas Kamm bedanken. Ihr Beistand und ihre Unterstützung haben mir während der Erstellung der Dissertation viel Kraft gegeben.

München, Oktober 2005

Sonja Ferber