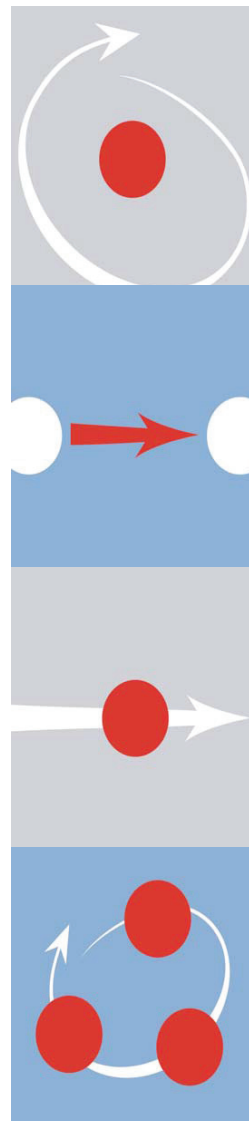


Leibniz
Universität Hannover

IFA
Institut für
Fabrikanlagen und Logistik

Markus Friese
**Planung von Flexibilitäts- und
Kapazitätsstrategien für Produktions-
netzwerke der Automobilindustrie**



Berichte aus dem IFA Band 01/2008
Herausgeber: Peter Nyhuis



Leibniz
Universität Hannover

**Institut für
Fabrikanlagen und Logistik**

Berichte aus dem IFA

Wissenschaftliche Schriftenreihe des
Instituts für Fabrikanlagen und Logistik
der Leibniz Universität Hannover

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist erhältlich
bei: Die Deutsche Bibliothek
Zugleich: Dissertation,
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, 2008

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch das
des Nachdruckes, der Wiedergabe, der Speicherung in
Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung des vollständigen
Werkes oder von Teilen davon, sind vorbehalten.

© PZH Produktionstechnisches Zentrum GmbH, 2008
An der Universität 2 ♦ 30823 Garbsen
Tel: 0511-762-19434 ♦ Fax: 0511-762-18037
[http: www.pzh-gmbh.de](http://www.pzh-gmbh.de) ♦ mail: info@pzh-gmbh.de

ISBN: 978-3-939026-83-9
ISSN: 1614-5720

Verlag: PZH Produktionstechnisches Zentrum GmbH

Herstellung: Digital Print, Garbsen
Printed in Germany

**Planung von Flexibilitäts- und Kapazitätsstrategien für
Produktionsnetzwerke der Automobilindustrie**

Von der Fakultät für Maschinenbau
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur
genehmigte Dissertation

von
Dipl.-Ing. Markus Friese
geboren am 28. August 1975 in Luckenwalde, Deutschland

2008

1. Referent : Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. P. Nyhuis

2. Referent : Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Zäh

Tag der Promotion: 26. Februar 2008

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als Mitarbeiter im Bereich Produktionsmanagement am Forschungszentrum Ulm der Daimler AG. Bei den Menschen, die mich auf dem Weg zu dieser Arbeit in vielfältiger Weise unterstützt haben, bedanke ich mich an dieser Stelle.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis, dem Leiter des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover für die wohlwollende Förderung und Unterstützung, die gewährten Freiräume und das Vertrauen in mich. Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh, Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der Technischen Universität München, danke ich für die Übernahme des Korreferates und die eingehende Durchsicht der Dissertation. Für die Übernahme von Vorsitz und Beisitz in der Prüfungskommission danke ich Prof. Dr.-Ing. Jörg Seume.

Den Kollegen, Diplomanden und vor allem Freunden vom Forschungszentrum Ulm Dr. Stephan Bürkner, Carles González de Rivera, Holger Stephan, Steffen Lustig, Jan Schiermeister, Carina Hellwig, Carlota Pueyo, Ralf Altpeter, Ralf Bihlmaier, Dr. Jörg Roscher und Thomas Sommer-Dittrich gebührt mein großer Dank für die intensive und stets vertrauensvolle Unterstützung verbunden mit viel Spaß und Begeisterung an dem Thema. Darüber hinaus möchte ich mich bei meinen Förderern innerhalb der Daimler Forschung Dr. Gerhard Jünemann und Prof. Dr. Heinrich Flegel bedanken, ohne deren Unterstützung die intensive Forschungsarbeit nicht möglich gewesen wäre.

Ferner möchte ich mich bei den Kollegen Dr. Frank Lehmann, Hagen Meyer-Anders, Peter Schwind, André Wulfhorst, Martin Frank, Jürgen Häge und Thomas Pasch bedanken, die die Umsetzung meiner Arbeit in Projekten der Daimler AG durch vielfältige Unterstützung ermöglichten. In diesem Zusammenhang danke ich herzlich Werner Thurner, Leiter Produktionsplanung Daimler Trucks und Dr. Albert Kirchmann, Leiter Finance & Controlling Daimler Trucks für ihre wertschätzende Förderung des Themas innerhalb des Unternehmens. Weiterhin bedanke ich mich bei David Francas, Dr. Mirko Kremer und Prof. Dr. Stefan Minner, die mich in verschiedenster Form begleitet und unterstützt haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt meiner Mutter, deren uneingeschränkte Hilfe mir stets den erforderlichen Rückhalt gegeben hat und geben wird. Der größte Dank gilt schließlich meiner Freundin Vanessa für das Verständnis für viele entgangene gemeinsame Stunden und für die gerade in der Schlussphase meiner Arbeit entscheidende Motivation – aber auch für die Erinnerung daran, dass das Leben nicht nur aus Arbeit besteht.

Stuttgart, März 2008

Markus Friese

— |

| —

— |

| —

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Handlungsfelder in der Gestaltung von Produktionsnetzwerken	5
2.1	Strategische Netzwerkplanung als unternehmerische Disziplin.....	5
2.1.1	Industrietypologie der Automobilindustrie	6
2.1.2	Geschäftsprozess: strategische Netzwerkplanung	8
2.2	Flexibilität von Produktionssystemen	10
2.2.1	Flexibilitätsbedarf vs. Flexibilitätspotenzial	11
2.2.2	Abgrenzung Flexibilität, Wandlungsfähigkeit	11
2.2.3	Flexibilität und Kapazität	13
2.3	Flexibilität im Kontext der strategischen Netzwerkplanung	14
2.3.1	Betrachtungsebenen der strategischen Netzwerkplanung	14
2.3.2	Bilanzrahmen der Arbeit	17
2.3.3	Existierende Planungskonzepte	19
2.3.4	Fazit und Handlungsbedarf.....	28
3	Planung und Bewertung von Flexibilität in Produktionssystemen.....	29
3.1	Grundlagen zur Planung flexibler Produktionssysteme	29
3.1.1	Einführung in die Flexibilitätsplanung.....	30
3.1.2	Flexibilitätsplanung als hierarchischer Planungsprozess	31
3.1.3	Anforderungen an eine Methodik zur Flexibilitätsplanung.....	32
3.2	Existierende Ansätze	34
3.2.1	Konventionelle Ansätze aus der Praxis	34
3.2.2	Planungsansatz „flexible Planung“.....	36
3.2.3	Entscheidungsgeneratoren zur Flexibilitätsplanung.....	44
3.3	Bewertungsmodell für Flexibilität in Produktionssystemen	50
3.3.1	Flexibilitätsbedarf und Marktszenarien	50
3.3.2	Aufbau des hierarchischen Planungsansatzes.....	52
3.3.3	Formale Darstellung der Flexibilitätsplanung	53
3.4	Erweiterung des Bewertungsansatzes – Risikobewertung	54
3.5	Zusammenfassende Darstellung der Flexibilitätsplanung.....	58
4	Gestaltung von Flexibilitätsstrategien für Produktionsnetzwerke.....	60
4.1	Beschreibungsmodell einer vernetzten Produktion	60
4.1.1	Modellierung des Produkts.....	60
4.1.2	Modellierung des Netzwerks	62

4.2	Flexibilitätsbedarf: Marktunsicherheit und -dynamik.....	67
4.3	Flexibilitätspotenzial: Flexibilitätsstrategien im Produktionsnetzwerk	69
4.3.1	Flexibilitätspotenzial Produktionslinie.....	70
4.3.2	Flexibilitätspotenzial Aufbauwerk	72
4.3.3	Flexibilitätspotenzial Produktionsnetz	78
4.4	Kombinatorisches Problem der Netzwerkplanung.....	86
5	Methodik zur Bewertung von Flexibilität in Produktionsnetzwerken	88
5.1	Einschränkung des Lösungsraums zur Reduktion der Planungskomplexität.....	88
5.1.1	Produktionsstrategische und technologische Restriktionen	88
5.1.2	Kosten-Nutzen-Analyse von Flexibilitätsstrategien.....	90
5.2	Modell zur Optimierung von Flexibilitätsstrategien	97
5.3	Umsetzung in Netzwerk-Planungswerkzeuge.....	103
5.3.1	NetworkCapaPlanner – Optimierung der Flexibilitätsstrategie	104
5.3.2	NetworkAnalyzer – Detaillierte Bewertung von Flexibilitätsstrategien ...	106
6	Anwendung der Planungsmethodik	112
6.1	Beschreibung der Planungsaufgabe	112
6.1.1	Prämissen der Entwicklung und Produktionsstrategie	114
6.1.2	Flexibilitätsbedarf und Marktdaten	115
6.1.3	Alternative Flexibilitätspotenziale im Netzwerk.....	117
6.1.4	Logistikdaten	121
6.2	Ergebnisdarstellung und -interpretation	122
6.2.1	Eckdaten der optimierten Flexibilitätsstrategie.....	123
6.2.2	Weitere Kennwerte der optimierten Flexibilitätsstrategie	131
7	Zusammenfassung und Ausblick	133
8	Anhang: numerische Studien	138
8.1	Parameterdefinition	138
8.2	Studie 1: Lebenszyklen	139
8.2.1	Beschreibung der Daten	139
8.2.2	Ergebnisse	140
8.3	Studie 2: Lebenszyklen und Netzwerkkonfigurationen	142
8.3.1	Beschreibung der Daten	142
8.3.2	Ergebnisse	143
8.4	Studie 3: Varianz und Korrelation	144
8.4.1	Beschreibung der Daten	144

INHALTSVERZEICHNIS

III

8.4.2	Ergebnisse.....	145
8.5	Studie 4: Kapazitätsallokation und Konfigurationen.....	146
8.5.1	Beschreibung der Daten.....	146
8.5.2	Ergebnisse.....	147
9	Literatur	149

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Abhängigkeit der Rendite von der Kapazitätsauslastung	2
Abbildung 1-2: Aufbau der Arbeit	3
Abbildung 2-1: Produktionsnetzwerke in der Automobilindustrie	7
Abbildung 2-2: Von der funktionalen Fabrik zum Produktionsnetzwerk	8
Abbildung 2-3: Statische und dynamische Flexibilität	12
Abbildung 2-4: Systemebenen der Fabrik	15
Abbildung 2-5: Basisstrategien für Produktallokation	16
Abbildung 2-6: Bilanzrahmen der Arbeit.....	17
Abbildung 3-1: Mehrperiodiger Charakter der Flexibilitätsplanung	31
Abbildung 3-2: Konzept der hierarchischen Planung	31
Abbildung 3-3: Übersicht der Anforderungen der Flexibilitätsplanung	32
Abbildung 3-4: Zustandsbaum zur Abbildung der Nachfrageunsicherheit	38
Abbildung 3-5: Entscheidungsbaum der flexiblen Planung.....	39
Abbildung 3-6: Entwicklung eines Entscheidungsgenerators	45
Abbildung 3-7: Entscheidungsbaum der deterministisch dynamischen Planung	46
Abbildung 3-8: Entscheidungsbaum flexibler Planung mit verkürztem Zustandsbaum.....	49
Abbildung 3-9: Übersicht der ebenenspezifischen Aufgaben der Flexibilitätsplanung.....	53
Abbildung 3-10: Analyse des Nachfragerisikos mit dem Value at Risk (VaR).....	55
Abbildung 3-11: 4-Quadranten-Schema der Flexibilitätsplanung	56
Abbildung 3-12: Alternative NPV-Risikoprofile zur Herleitung der Risikoschwelle	57
Abbildung 3-13: Überblick – Konzept zur Planung flexibler Produktionssysteme.....	58
Abbildung 4-1: Definition des Aggregationsgrads bei der Produktbetrachtung.....	61
Abbildung 4-2: Beispiel vereinfachter Stückliste für strategische Netzwerkplanung	62
Abbildung 4-3: Clusterbildung von Produktionsknoten im Produktionsnetzwerk	64
Abbildung 4-4: Typischer Lebenszyklus in der Automobilindustrie.....	68
Abbildung 4-5: Kapazitätsvariation konventioneller / skalierbarer Produktionssysteme...	70
Abbildung 4-6: Aufbau einer Automobilfabrik	74
Abbildung 4-7: Kostenfunktion des Gewerks Rohbau	74
Abbildung 4-8: Kostenfunktion des Gewerks Lackierung.....	76
Abbildung 4-9: Kostenfunktion des Gewerks Montage.....	76
Abbildung 4-10: Grundlegende Flexibilitätsstrategien für Produktionsnetzwerke.....	79
Abbildung 4-11: Kennlinie des Flexibilitätsnutzens	80
Abbildung 4-12: Grundlegende Chaining-Konzepte für Produktionsnetzwerke	81

Abbildung 4-13: Grundlegende Pooling-Konzepte für Produktionsnetzwerke	83
Abbildung 4-14: Kombiniertes Flexibilitätsnutzen: Produktflexibilität und AK-Pooling ..	85
Abbildung 5-1: Ideale Netzwerkkennlinie zur Analyse des Flexibilitätsnutzens	91
Abbildung 5-2: Netzwerkkennlinien für alternative Flexibilitätsstrategien	92
Abbildung 5-3: Ablaufschema zur nichtmonetären Bewertung des Flexibilitätsnutzens ...	95
Abbildung 5-4: Überblick über die Module des NetworkCapaPlanners	104
Abbildung 5-5: Oberfläche zur Dateneingabe und Steuerung	104
Abbildung 5-6: Beispielhafte Analyse der Auslastung einer Flexibilitätsstrategie	106
Abbildung 5-7: Überblick über die Module des NetworkAnalyzers	107
Abbildung 5-8: Graphische Benutzeroberfläche des NetworkAnalyzers	108
Abbildung 5-9: Oberfläche zur Steuerung der Bewertung und der Optimierung	109
Abbildung 5-10: DataMiner: Netzwerkanalyse mit vordefinierten Kennzahlen	110
Abbildung 6-1: Betrachtetes Produktionsnetzwerk für Weltmotorenfamilien	113
Abbildung 6-2: Gesamtentwicklung für die Märkte Asien und Europa	116
Abbildung 6-3: Produktspezifische Entwicklung für den europäischen Markt	116
Abbildung 6-4: Nachfrageunsicherheit für den europäischen Markt	117
Abbildung 6-5: Kapazitätsaufbau und AK-Verschiebungen für Montagelinien	124
Abbildung 6-6: Verschiebung von Arbeitskräften zwischen den Montagelinien	124
Abbildung 6-7: Optimierte Produktflexibilität für die Motorblockfertigung	125
Abbildung 6-8: Kapazitäten vs. Produktionsmengen für Blockfertigung	126
Abbildung 6-9: Optimierte Produktflexibilität für die Zylinderkopffertigung	127
Abbildung 6-10: Kapazitäten vs. Produktionsmengen für die Zylinderkopffertigung	127
Abbildung 6-11: Szenariospezifischer Kapazitätsaufbau für Zylinderkopffertigung	128
Abbildung 6-12: Kapazitäten vs. Produktionsmengen für Kurbelwellenfertigung	129
Abbildung 6-13: Kapazitäten vs. Produktionsmengen für Nockenwellenfertigung	130
Abbildung 6-14: Kapazitäten vs. Produktionsmengen für Pleuefertigung	131
Abbildung 6-15: Struktur der Gesamtkosten zur Analyse der Kostentreiber	132
Abbildung 8-1: Ausgangskonfiguration des Netzwerks	139
Abbildung 8-2: Konfigurationen mit vier zusätzlichen Links	140
Abbildung 8-3: Entwicklung der erwarteten Fehlmenge und Auslastung	141
Abbildung 8-4: Entwicklung der erwarteten Fehlmengen in einzelnen Perioden	141
Abbildung 8-5: Konfigurationen des Netzwerks	142
Abbildung 8-6: Fehlmenge und Auslastung für Konfiguration und Szenarien	143
Abbildung 8-7: Konfigurationen des Netzwerks	144

Abbildung 8-8: Abhängigkeit erwarteter Fehlmenge vom Variationskoeffizienten v	145
Abbildung 8-9: Abhängigkeit der erwarteten Fehlmenge von Korrelation	145
Abbildung 8-10: Berücksichtigung von Lebenszyklus oder negativer Korrelation.....	146
Abbildung 8-11: Konfigurationen des Netzwerks	147
Abbildung 8-12: Erwartete Fehlmenge in Abhängigkeit von β	148

Tabellenverzeichnis

Tabelle 5-1: Definition der verwendeten Mengen.....	97
Tabelle 5-2: Definition der Parameter	99
Tabelle 5-3: Definition der Entscheidungsvariablen der ersten Stufe	99
Tabelle 5-4: Definition der Entscheidungsvariablen der zweiten Stufe	99
Tabelle 5-5: Kennzahlensystematik des NetworkAnalyzers	111
Tabelle 6-1: Einfluss produkttechnischer Eigenschaften auf Produktflexibilität	114
Tabelle 6-2: Netzwerkstückliste	115
Tabelle 6-3: Zuordnung der Produktionslinien zu den Fabriken.....	118
Tabelle 6-4: Schichtbezogene Kapazitätsstufen der Montagelinie A-Montage 1	119
Tabelle 6-5: Variable Produktionskosten der Montagelinie A-Montage 1	119
Tabelle 6-6: Wechselkostenmatrix der Montagelinie A-Montage 1	120
Tabelle 6-7: Produktflexibilität Motorblock	120
Tabelle 6-8: Produktflexibilität Zylinderkopf	121
Tabelle 6-9: Kapazitätsstufen einer Zerspanungslinie für Zylinderköpfe	121
Tabelle 6-10: Beispielhafte Logistikknoten des Produktionsnetzwerkes.....	122
Tabelle 8-1: Werte von α_i für einen Produktlebenszyklus von sechs Jahren	139
Tabelle 8-2: Werte für einen Produktlebenszyklus von sechs Jahren	140
Tabelle 8-3: Optimale Lösungen	140
Tabelle 8-4: Erwartungswerte μ_n der Nachfragen	142
Tabelle 8-5: Erwartungswerte μ_n der Nachfragen	144
Tabelle 8-6: Erwartungswerte μ_n der Nachfragen	147

Abkürzungsverzeichnis

AG	Aktiengesellschaft
AK	Arbeitskräfte
aNPV	averaged Net Present Value
BMW	Bayerische Motoren Werke
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
Capex	Capital Expenses
CKD	Completly Knocked Down
d.h.	das heißt
DB	Datenbank
DDP	Deterministisches, dynamisches Programm
DP	Dynamisches Programm
et. al.	und andere
etc.	et cetera
evtl.	eventuell
f.	folgende
ff.	fortfolgende
GM	General Motors
GUI	Graphical User Interface
i.H.v.	in Höhe von
IBAS	Intelligent Body Assembly System
IFA	Institut für Fabrikanlagen und Logistik
IMPV	International Motor Vehicle Program
inkl.	inklusive
IT	Informationstechnologie
iwb	Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften
ITWM	Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik
KPI	Key Performance Indicator
KTL	Kathodische Tauchlackierung
LP	Lineares Programm
Mercosur	Mercado Común del Sur
MF	Motorenfamilie

min.	minimal
Mio.	Million
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MS	Microsoft
NA	NetworkAnalyzer
NAFTA	North American Free Trade Agreement
NC	Numeric Control
NCP	NetworkCapaPlanner
NPV	Net Present Value
o.g.	oben genannt
OEM	Original Equipment Manufacturer
p.a.	per annum
PKW	Personenkraftwagen
SAA	Sample-Average-Approximation
SAP	Systeme, Anwendungen und Programme
SCC	Supply Chain Configuration
SCM	Supply Chain Management
SCP	Supply Chain Planning
SDP	Stochastisches, dynamisches Programm
SNP	Strategische Netzwerkplanung
sog.	so genannte
SP	Stochastisches Programm
u.U.	unter Umständen
US\$	US-Dollar
VaR	Value at Risk
vs.	versus
VW	Volkswagen
z.B.	zum Beispiel

Kurzfassung

In den letzten Jahren haben sich die Rahmenbedingungen für die Automobilindustrie signifikant verändert, wobei insbesondere das Erreichen der Renditevorgaben eine Herausforderung für die kapitalintensive und konjunkturabhängige Branche darstellt. Vor dem Hintergrund zunehmend dynamischer und unsicherer Märkte sehen sich die Hersteller einem Zielkonflikt zwischen einer wirtschaftlichen Kapazitätsauslastung und einer hohen Lieferfähigkeit über die Produktlebenszyklen hinweg ausgesetzt. Die Vernetzung der in einem Produktionsverbund kooperierenden Werke in einer übergeordneten Flexibilitätsstrategie stellt einen effektiven Ansatz zur Lösung dieses Zielkonfliktes dar. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit eine Methodik für die strategische Netzwerkplanung entwickelt, die eine Optimierung von Flexibilitätsstrategien ermöglicht und ein validiertes Vorgehen für den Praxiseinsatz bietet.

Hierzu wird ein Erklärungsmodell für die Rahmenbedingungen und Ziele der strategischen Netzwerkplanung erarbeitet, wobei insbesondere die horizontale Vernetzung der Produktion angesichts der Fixkostenproblematik an Bedeutung gewinnt. Dieses Potenzial global agierender Unternehmen, Produkte an mehreren Standorten zu fertigen und somit standortspezifische Vorteile und Kapazitätsglättungseffekte zu realisieren, lässt sich jedoch nur durch eine ganzheitliche Planung im Produktionsverbund konsequent nutzen. Die wesentliche zu beantwortende Frage bei der Entwicklung von Flexibilitätsstrategien ist, welche Produkte auf den Produktionslinien im Netzwerk zu fertigen sind bzw. was der optimale Mix aus Volumen- und Produktflexibilität für jede Linie ist.

Aufbauend auf der Analyse der Flexibilitätspotenziale von Produktionslinien und Fabriken wird aufgezeigt, wie die einzelnen Flexibilitätspotenziale in einem Netzwerk voneinander abhängen. Ziel der Konzeption von Netzwerkstrategien sind teilflexible Konzepte, welche die Vorteile der Extremformen Solitärstrategie (geringe Investitionen und logistische Komplexität) und der vollflexiblen Strategie (optimierte Auslastung und Lieferfähigkeit) vereinen. Hierzu wird ein monetärer, ganzheitlicher Planungs- und Optimierungsansatz der Netzwerkplanung vorgestellt. Es wird aufgezeigt, dass der eigentliche Vorteil von Produktionsnetzwerken – die Vernetzung von Flexibilitätspotenzialen – zur Herausforderung für die Planung aufgrund der resultierenden Kombinatorik wird. Aus diesem Grund werden basierend auf einer Analyse der Komplexitätstreiber Planungsregeln entwickelt, die durch eine strukturierte Nutzung von Systemverständnis eine Einschränkung der theoretisch möglichen Netzwerkkonfigurationen erlauben.

Im Rahmen der Umsetzung der vorgestellten Planungsmethodik werden zwei Werkzeuge vorgestellt, die in ihrer Funktionalität aufeinander aufbauen und in mehreren Strategieprojekten der Daimler AG validiert worden sind. Die Optimierung einer Flexibilitätsstrategie erfolgt mit dem NetworkCapaPlanner. Eine umfangreiche Bewertung globaler Produktionsstrategien einschließlich erweiterter Sensitivitäts- und Risikoanalysen wird durch den NetworkAnalyzer ermöglicht.

Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Methodik zur Planung von Flexibilitätsstrategien wurde abschließend auf ein Beispiel realistischer Größenordnung aus der Aggregateproduktion, die einen Kernprozess der Automobilproduktion darstellt, angewendet.

Schlagwörter: Produktionsnetzwerk, Flexibilitätsstrategie, Flexibilitätsplanung, Netzwerkplanung, Fabrikplanung, Marktdynamik, Marktunsicherheit

ABSTRACT

Abstract

During the last years the conditions for the automotive industry changed significantly. Particularly the achievement of profit targets poses a challenge for the capital-intensive and cyclical industry. Against the background of increasingly dynamic and volatile markets, manufacturers find themselves in a position where they have to deal with the clashing targets of economical capacity utilization and a high delivery performance over the product live cycles.

An overall flexibility strategy that integrates co-operating production sites is an effective approach to solve this clash of targets. Therefore, in this paper a methodology for the strategic network planning will be developed that on the one hand allows the optimization of flexibility strategies and on the other hand offers a validated approach for practical applications.

For this, an explanation model for the general conditions and the goals of strategic network planning is derived, whereby the horizontal cross-linking of production is of particular interest in respect to the problem of fixed costs. The potential of globally operating enterprises to manufacture products at different locations and thus exploit favorable local conditions and create capacity smoothing effects can only be realized through a holistic production network planning. The main question that needs to be answered while developing flexibility strategies is: which products have to be manufactured on which production lines throughout the network; in other words: which is the optimal mix of volume flexibility and product flexibility on each production line.

Based on the analysis of flexibility potentials of production lines and factories it is shown how individual flexibility potentials in a network interact. The objective of the design of network strategies is the development of partly flexible concepts, which combine the advantages of the extreme forms of a solitary strategy (low investments and logistic complexity) on the one side, and of a full-flexible strategy (optimized utilization and deliverability) on the other side. For that reason, a monetary, holistic planning and optimization model for network planning is introduced.

It is shown that the fundamental advantage of production networks, which is the linking of flexibility potentials, presents the challenge for planning due to the resulting combinatorics. For this reason, planning rules based on an analysis of the complexity drivers are developed, which permit a restriction of the theoretically possible network configurations by a structured use of system and process knowledge.

For the implementation of the presented planning methodology two tools are introduced, which were validated in several strategy projects of the Daimler AG. The optimization of flexibility strategies is conducted by the NetworkCapaPlanner. A detailed evaluation of global production strategies with extended sensitivity and risk analysis is provided by the NetworkAnalyzer.

The developed approach for the planning of flexibility strategies is applied to an example of realistic order of magnitude from the aggregate production, which represents a core process of the automotive production.

Key words: Production network, flexibility strategy, flexibility planning, network planning, factory planning, market dynamics, market uncertainty