



Information – Organisation – Produktion

Hrsg.: Hans Corsten, Michael Reiß, Claus Steinle,
Stephan Zelewski

Myriam Franken

Produktionsplanung und -steuerung in strategischen Netzen

Ein logistikorientierter
Koordinationsansatz



GABLER EDITION WISSENSCHAFT

Myriam Franken

**Produktionsplanung und -steuerung in
strategischen Netzen**

GABLER EDITION WISSENSCHAFT

Information – Organisation – Produktion

Herausgegeben von Professor Dr. Hans Corsten,
Professor Dr. Michael Reiß, Professor Dr. Claus Steinle
und Professor Dr. Stephan Zelewski

Die Schriftenreihe präsentiert Konzepte, Modelle und Methoden zu drei zentralen Domänen der Unternehmensführung. Information, Organisation und Produktion werden als Bausteine eines integriert angelegten Managementsystems verstanden. Der Erforschung dieses Bereiches dienen sowohl theoretische als auch anwendungsorientierte Beiträge.

Myriam Franken

Produktionsplanung und -steuerung in strategischen Netzen

Ein logistikorientierter Koordinationsansatz

Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Stephan Zelewski

Deutscher Universitäts-Verlag

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.

Dissertation Universität Duisburg-Essen, 2003

1. Auflage Februar 2004

Alle Rechte vorbehalten

© Deutscher Universitäts-Verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2004

Lektorat: Brigitte Siegel / Nicole Schweitzer

Der Deutsche Universitäts-Verlag ist ein Unternehmen von
Springer Science+Business Media.
www.duv.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Regine Zimmer, Dipl.-Designerin, Frankfurt/Main

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

ISBN-13: 978-3-8244-8041-8

e-ISBN-13: 978-3-322-81700-6

DOI: 10.1007/978-3-322-81700-6

Für Samuel und David

Geleitwort

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit einer komplexen Problemstellung aus dem Bereich des operativen Produktionsmanagements. Sie betrifft die Aufgabe, *Produktionsprozesse* in einem räumlich *verteilten Produktionssystem* – einem „Produktionsnetzwerk“ – zunächst zu *planen* und später während der Prozessausführung auch *steuernd* einzugreifen, wenn unerwartete Produktionsstörungen eintreten und die Erfüllung des ursprünglich geplanten Prozessablaufs gefährden. Die *besondere Koordinierungsproblematik* resultiert aus dem komplexen Zusammenwirken von zwei Koordinierungsebenen. Einerseits besitzen die *einzelnen* Produktionseinheiten (Knoten) eines Produktionsnetzwerks, die einzelne Betriebsstätten oder auch rechtlich selbstständige Unternehmen darstellen können, eine beschränkte Autonomie hinsichtlich der Koordinierung jener Produktionsprozesse, die innerhalb eines solchen Netzknotens auszuführen sind. Andererseits bedarf es eines übergeordneten Koordinierungsmechanismus, der das Zusammenspiel der teilautonomen Koordinierungsentscheidungen innerhalb der Netzknoten *netzwerkweit* so aufeinander abstimmt, dass die *verteilte (dezentrale) Koordinierungsaufgabe* für das gesamte Produktionsnetzwerk nach Maßgabe vorgegebener Zielkriterien erfüllt wird.

Die Autorin, Frau Dr. MYRIAM FRANKEN, widmet sich einer Problemstellung von hoher praktischer Relevanz. Einerseits belegen mehrere empirische Studien, dass in der betrieblichen Praxis – wie z.B. der deutschen Automobilindustrie – ein hoher Bedarf für die Koordinierung unternehmensübergreifender Materialflüsse besteht, die Produzenten mit ihren Lieferanten und ihren Kunden verbinden. Andererseits wird vielfach beklagt, dass die zurzeit verbreiteten PPS-Systeme kaum in der Lage seien, die entsprechenden logistischen Anforderungen an die unternehmensübergreifende Materialflusskoordinierung zu erfüllen. Zu Recht weist die Autorin auf weithin bekannte Koordinierungsdefekte wie Varianzeskalation und Bullwhip-Effekt (beide meinen das gleiche Phänomen) hin. Allerdings behandelt sie ihre Problemstellung nicht aus der sonst üblichen Perspektive des Supply Chain Managements, sondern wendet sich dezidiert der Fortentwicklung von einschlägigen Konzepten aus dem Bereich der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) zu.

In diesem PPS-spezifischen Rahmen fokussiert die Autorin ihre Untersuchungen auf zwei besondere Aspekte. Erstens betrachtet sie die zuvor skizzierte Aufgabe der Prozesskoordinierung ausschließlich für den besonderen Netzwerktyp der *strategischen* Produktionsnetzwerke. Sie zeichnen sich durch ein besonderes, auf langfristige Stabilität angelegtes Arrangement der netzwerkkonstituierenden Produktionseinheiten aus. Trotz dieser strategischen Charakteristik der Netzwerkkonfiguration handelt es sich bei der Aufgabe, die Produktionsprozesse innerhalb eines solchen Produktionsnetzwerks zu koordinieren, weiterhin um eine Aufgabe aus dem Bereich des *operativen* Produktionsmanagements. Zweitens nimmt die Verfasserin in ihrer Analyse der Koordinierungsaufgabe und in ihrem anschließenden Gestaltungsvorschlag für ein Koordinierungsinstrument eine dezidiert *logistische* Erkenntnisperspektive ein. Dies bedeutet, dass sie ihre Argumentation auf eine durchgehend „flussorientierte“ Betrachtungsweise der Koordinierung von Produktionsprozessen gründen möchte. Dabei konzentriert sie sich auf zwei modernere PPS-Konzepte, die sich sowohl durch ihre Prozessorientierung als auch durch ihre Dezentralisierungspotenziale auszeichnen: Es handelt sich um das japanische KANBAN-Verfahren und die in Deutschland entwickelte Belastungsorientierten Auftragsfreigabe (BOA-Verfahren). Sehr zu begrüßen ist, dass die Autorin ihre Analysen durch ein präzise ausgearbeitetes, quantitatives Formelsystem unterlegt, so dass ihre Ausführungen auch im Detail präzise nachvollzogen und überprüft werden können.

Aber auch der betriebswirtschaftlich orientierte Leser, der mehr an qualitativen Studien interessiert ist, kann der vorliegenden Studie eine Fülle von Denkanregungen für die Prozesskoor-

dinierung in Produktionsnetzwerken entnehmen. So bettet die Autorin ihre Untersuchungen in eine zunächst allgemein angelegte Betrachtung von Kooperationen und Netzwerken als Organisationsformen „zwischen Markt und Hierarchie“ ein. Dieser theoretische Einstieg wird durch einen informationsökonomischen Argumentationsansatz ausgebaut, der inhaltliche Aspekte des Property-Rights-, des Transaktionskosten- und des Prinzipal/Agenten-Ansatzes in sich aufnimmt. Insbesondere durch ihren Rückgriff auf den Prinzipal/Agenten-Ansatz gelingt es der Autorin, einen überzeugenden Katalog von Anforderungen herzuleiten, den die Koordinierung von Produktionsprozessen in einem strategischen Produktionsnetzwerk erfüllen sollte. Dieser Anforderungskatalog wird durch aussagekräftige praktische Belege gestützt, die vorrangig aus dem Bereich der Automobilbranche stammen.

Bemerkenswert ist insbesondere die Anforderung, die Koordinierungsform müsse so ausgelegt sein, dass sie *sowohl* eine *hierarchische* Lenkungs Komponente (mittels Plänen) in Bezug auf Zielvorgaben und Erfolgskontrollen *als auch* eine *marktliche* Leistungs Komponente (mittels Preisen) für die netzwerkinterne Vergabe von Produktionsaufträgen und die spätere Verteilung von Erfolgsbeiträgen umfasst. Aus *ökonomischer* Perspektive mutet der letztgenannte marktliche Aspekt besonders reizvoll an. Denn die Autorin folgt hier nicht dem gewöhnlichen Ansatz der innerbetrieblichen Produktionsplanung und -steuerung, mittels hierarchischer Anweisungen zu koordinieren. Vielmehr präferiert sie einen „market-in approach“, indem sie für die interne Koordinierung von strategischen Produktionsnetzwerken bei Auftragsvergabe und Erfolgsverteilung eine *marktliche Koordinierungsform* empfiehlt. Diese Koordinierung mittels „interner Märkte“ ist für den Funktionsbereich der Produktionsplanung und -steuerung bislang nur wenig erforscht worden, vor allem im Kontext von Multi-Agenten-Systemen für die Prozesskoordinierung. Solche Multi-Agenten-Systeme, die vor allem seitens der Erforschung Künstlicher Intelligenz und im Rahmen der Wirtschaftsinformatik thematisiert werden, haben jedoch bislang – von wenigen Ausnahmen abgesehen (wie z.B. bei CORSTEN/GÖSSINGER) – noch keine substantielle Berücksichtigung in betriebswirtschaftlichen Arbeiten gefunden. Daher beschreibt die Autorin zumindest aus der Perspektive der betriebswirtschaftlichen Produktionsplanung und -steuerung einen innovativen Weg, indem sie für die Auftragsvergabe und die Erfolgzurechnung innerhalb eines strategischen Produktionsnetzwerks eine Koordinierung über (netzwerk-)interne Märkte entwirft. Zur Realisierung dieser „pretialen“ Prozesskoordinierung greift die Autorin vor allem auf netzwerkinterne Ausschreibungen (einschließlich Lizitationen) zurück, die im Prinzip „reverse auctions“ darstellen.

Auf dieser Grundlage einer „hybriden Koordinierungsphilosophie“ arbeitet die Autorin einen konkreten Vorschlag für die Planung und Steuerung von Produktionsprozessen in strategischen Produktionsnetzwerken aus (allerdings ohne informationstechnische Implementierung, die von einer betriebswirtschaftlichen Dissertation auch nicht erwartet werden kann). Das konzeptionelle Fundament dieses Koordinierungsinstruments bildet die Belastungsorientierte Auftragsfreigabe (BOA). Mit ihrem präzise ausgearbeiteten, durch detaillierte Berechnungsformeln gestützten Gestaltungsvorschlag für ein BOA-basiertes Instrument zur Prozesskoordinierung in Produktionsnetzwerken leistet die Autorin einen bemerkenswerten Beitrag zum betriebswirtschaftlichen Erkenntnisfortschritt.

Zu den zahlreichen „Highlights“ dieser kenntnis- und ideenreichen Ausführungen gehört u.a. der wohlüberlegte konzeptionelle Ansatz, Kenngrößen zur Beschreibung, Analyse und Koordinierung von Produktionsprozessen in Produktionsnetzwerken auf zwei verschiedenen Ebenen zu identifizieren und später systematisch miteinander zu verknüpfen: Einerseits handelt es sich um die strategischen Zielgrößen der Lieferflexibilität (Lieferbereitschaft und Lieferanpassung) sowie der Lieferkosten, aus deren Quotient ein präziser, quantitativer Maßstab für die Logistikeffizienz hergeleitet wird. Andererseits werden als operative Kontrollgrößen die Durchlaufzeiten, die Termintreue, die Lagerbestände und die Kapazitätsauslastung herangezogen. Die Autorin entwickelt für alle vorgenannten Kenngrößen zunächst präzise Ermitt-

lungsformeln, die auf das BOA-Konzept abgestimmt sind, und ermittelt anschließend die inhaltlichen Beziehungen zwischen diesen Kenngrößen, die sowohl verstärkender als auch konfliktionärer Natur sind und in einer „causal map“ übersichtlich zusammengefasst werden. Weitere bemerkenswerte Beiträge zur Fortentwicklung betriebswirtschaftlicher PPS-Konzepte stellen beispielsweise der Versuch dar, in einem Optimierungskalkül optimale Verhaltensweisen für die Netzwerkakteure zu ermitteln, sowie die Übertragung der Qualitätsregelkartentechnik aus dem Bereich des Qualitätsmanagements in die Domäne der Produktionsplanung und -steuerung.

Den vielschichtigen, erfrischend präzisen und oftmals innovativen Ausführungen der Autorin ist eine möglichst breite Resonanz unter allen betriebs-, insbesondere produktionswirtschaftlich interessierten Lesern zu wünschen. Aber auch „Zaungäste“ aus den eher ingenieurwissenschaftlich geprägten Bereichen der PPS-Systeme und der Fabriksteuerungssysteme sollten sich eingeladen fühlen, in diesem Werk Anreize für Fortentwicklungen und vergleichende Gegenüberstellungen zu finden.

Stephan Zelewski

Vorwort und Danksagung

Die verarbeitende Industrie befindet sich im Umbruch. Neue Organisationsformen und neue Koordinationsinstrumente müssen gefunden werden, wenn die moderne Industriegesellschaft den Weg in eine neue, flexible Gesellschaftsstruktur finden soll. Diese Arbeit will in einem kleinen Ausschnitt zeigen, daß eine solche neue Struktur funktionieren kann.

Um die bei der Produktion im Netzwerk auf der einen Seite bestehenden Flexibilitätsvorteile gegenüber hierarchisch geführten Großunternehmen zu realisieren und auf der anderen Seite im Marktgeschehen beobachtbare Nachteile wie das Phänomen der Varianzeskalation zu vermeiden, ist eine Koordination der verschiedenen in den Netzwerkunternehmen vorliegenden PPS-Systeme notwendig. Dieser Bedarf an unternehmensübergreifender Disposition ist vor allem in der Praxis im Zusammenhang mit der klassischen Produktionsplanung und -steuerung erkannt. In dieser Arbeit wird entsprechend die Koordination der PPS-Systeme thematisiert, wobei die Ansätze des Supply Chain Management (SCM) nicht berücksichtigt werden.

Häufig liegt der Bildung von Netzwerken sogar das Ziel zugrunde, eine übergreifende Koordination der Produktionsplanung und -steuerung zu ermöglichen. Die PPS-Koordination bleibt jedoch Stückwerk und verfehlt die vom Netzwerk gesteckten Ziele, wenn die Koordination der PPS-Aufgaben nicht in einem integrativen Ansatz gelöst wird. Je stärker die Koordination in Übereinstimmung mit den Zielen des Unternehmensnetzwerkes stehen soll, desto erstrebenswerter ist die Entwicklung eines Koordinationsinstrumentes. Hinzu kommt die entscheidende und damit bei der Entwicklung eines Koordinationsinstrumentes zu berücksichtigende Besonderheit eines Netzwerkes, daß die Koordination in einem Umfeld zwischen Markt und Hierarchie stattfindet.

Somit werden in der Arbeit Anforderungen an ein PPS-Koordinationsinstrument im spezifischen Netzwerkumfeld aus dem Koordinationsobjekt Netzwerk und der Koordinationsaufgabe PPS abgeleitet, bevor ein konkreter Koordinationsansatz für ein solches Instrument entwickelt wird.

Diese Arbeit war nur möglich durch die fachliche und die persönliche Unterstützung des Univ.-Prof. Dr. Stephan Zelewski, Lehrstuhl Betriebswirtschaftslehre, insb. Produktion und Industrielles Informationsmanagement an der Universität Duisburg-Essen. Insbesondere ihm danke ich für die zahlreichen, wertvollen Anregungen, seine Unterstützung und seine Geduld, die weit über meine Erwartungen hinausgingen. Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans-Peter Wiendahl, geschäftsführender Leiter des Instituts für Fabrikanlagen der Universität Hannover, ebenfalls herzlichen Dank für die Ermutigung zur Beendigung dieser Arbeit.

Innerhalb meiner Lehrstuhlätigkeit an der Wissenschaftlichen Hochschule für Unternehmensführung Koblenz, Otto-Beisheim-Hochschule, konnte ich darüberhinaus im Rahmen des Projektes „Wandelbare Produktionsnetze“ in Trägerschaft des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit Unternehmen zusammenarbeiten, die mir für die Problemstellung und für die Anwendungsbeispiele als Hintergrund dienten. In diesem Zusammenhang danke ich insbesondere Herrn Dipl.-Ing. Volker Göbel für die investierte Zeit für intensive Gespräche.

Besonders wichtig für die Entstehung dieser Arbeit waren auch die von Dipl.-Kfm. Thorsten Schuppe im Rahmen seiner Diplomarbeit vorgelegten Ideen und Gedanken. Dr. Lieve Stockmann, Dr. Norbert Knorren und meinem Mann, Dipl.-Kfm. Hendrik Ch. Jahn, einen großen Dank für all die Anregungen und Korrekturhinweise, sowie Dr. Kuang-Hua Lin und der APMC GmbH für die Möglichkeit zur Nutzung der Büro-Infrastruktur.

Schließlich sind es mein Mann und unsere beiden Kinder, denen ich ganz besonderen Dank schulde für ihre Geduld mit mir und den Stunden an meinem Computer.

Myriam Franken

Inhaltsübersicht

Verzeichnisse.....	XV
1 Einführung.....	1
1.1 Problemstellung und Ziel der Arbeit.....	2
1.2 Aufbau der Arbeit	5
1.3 Forschungsmethodisches Vorgehen.....	8
2 Koordinationsaufgabe und -objekt	11
2.1 Die Koordinationsaufgabe Produktionsplanung und -steuerung	11
2.2 Das Koordinationsobjekt strategisches Produktionsnetzwerk	38
2.3 Zusammenführung von Koordinationsaufgabe und -objekt	66
3 Anforderungen an ein PPS-Koordinationsinstrument in strategischen Produktionsnetzwerken.....	71
3.1 Charakteristische Koordinationsperspektiven zur Bildung von Anforderungsgruppen	73
3.2 Anforderungen an die hybride Koordinationsform.....	75
3.3 Anforderungen an das interorganisationale Informationssystem als Koordinationsmedium.....	88
3.4 Anforderungen an die Koordinationsmechanismen im interorganisationalen Informationssystem	93
3.5 Zusammenfassung der Anforderungen an das Koordinationsinstrument.....	113
4 Bestimmung eines netzwerkübergreifenden PPS- Koordinationsinstruments	115
4.1 Die gemeinsame Datenbasis	115
4.2 Die Applikations-Kommunikation.....	155
5 Fazit und Ausblick	195
5.1 Einsatzmöglichkeiten des Koordinationsinstruments	195
5.2 Einschränkungen des Koordinationsinstruments	200
5.3 Ausblick	201
Anhänge.....	203
Literaturverzeichnis.....	219

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsübersicht	XIII
Inhaltsverzeichnis	XV
Abkürzungs- und Akronymverzeichnis	XXI
Abbildungverzeichnis	XXV
Tabellenverzeichnis	XXVII
Formelverzeichnis	XXIX
Symbolverzeichnis	XXXI
1 Einführung.....	1
1.1 Problemstellung und Ziel der Arbeit.....	2
1.2 Aufbau der Arbeit	5
1.3 Forschungsmethodisches Vorgehen.....	8
2 Koordinationsaufgabe und -objekt	11
2.1 Die Koordinationsaufgabe Produktionsplanung und -steuerung	11
2.1.1 Ziele einer Produktionsplanung und -steuerung.....	11
2.1.2 Handlungen einer Produktionsplanung und -steuerung	15
2.1.2.1 Sukzessivplanung.....	15
2.1.2.1.1 Produktionsprogrammplanung	18
2.1.2.1.2 Produktionsbedarfsplanung und Produktionssteuerung	19
2.1.2.1.2.1 Produktionsbedarfsplanung	19
2.1.2.1.2.2 Produktionssteuerung.....	20
2.1.2.1.3 Auftragsregelung.....	21
2.1.2.1.4 Datenverwaltung	21
2.1.2.2 Dezentralisierung der Produktionsplanung und -steuerung.....	22
2.1.2.2.1 Dezentralisierungsansätze	23
2.1.2.2.2 Beispiele für Dezentralisierungsverfahren	25
2.1.2.2.2.1 Beispiel KANBAN	26
2.1.2.2.2.1.1 Einsatzvoraussetzungen	26
2.1.2.2.2.1.2 Produktionsbedarfsplanung.....	27
2.1.2.2.2.1.3 Produktionssteuerung.....	27
2.1.2.2.2.1.4 Auftragsregelung.....	27
2.1.2.2.2.1.5 Datenverwaltung	28

2.1.2.2.2	Beispiel BOA	28
2.1.2.2.2.1	Einsatzvoraussetzungen	29
2.1.2.2.2.2	Produktionsbedarfsplanung.....	32
2.1.2.2.2.3	Produktionssteuerung.....	35
2.1.2.2.2.4	Auftragsregelung.....	36
2.1.2.2.2.5	Datenverwaltung.....	36
2.1.3	Fazit zur Koordinationsaufgabe	37
2.2	Das Koordinationsobjekt strategisches Produktionsnetzwerk	38
2.2.1	Der Netzwerkbegriff	39
2.2.1.1	Die Informationsökonomie als theoretische Grundlage	42
2.2.1.2	Die Kooperation als definitorische Grundlage	45
2.2.1.3	Das Netzwerk als flexible, multilaterale Kooperation.....	50
2.2.2	Der relevante Netzwerktyp.....	54
2.2.2.1	Typisierungsansätze.....	54
2.2.2.2	Das strategische Netzwerk als relevantes Unternehmensnetzwerk	57
2.2.2.3	Ausschluß des regionalen Netzwerkes	60
2.2.2.4	Ausschluß des operativen Netzwerkes	62
2.2.2.5	Ausschluß der virtuellen Unternehmung	63
2.2.3	Der kooperierende Funktionsbereich	64
2.2.4	Fazit zum Koordinationsobjekt.....	66
2.3	Zusammenführung von Koordinationsaufgabe und -objekt	66
3	Anforderungen an ein PPS-Koordinationsinstrument in strategischen Produktionsnetzwerken.....	71
3.1	Charakteristische Koordinationsperspektiven zur Bildung von Anforderungsgruppen	73
3.2	Anforderungen an die hybride Koordinationsform.....	75
3.2.1	Hierarchische Lenkungs-komponente	80
3.2.1.1	Zielvorgabe	80
3.2.1.2	Erfolgskontrolle	81
3.2.2	Marktliche Leistungs-komponente	82
3.2.2.1	Das Auftragsvergabeverfahren	84
3.2.2.2	Das Erfolgsverteilungsverfahren	86
3.2.3	Fazit zur hybriden Koordinationsform.....	88

3.3	Anforderungen an das interorganisationale Informationssystem als Koordinationsmedium.....	88
3.3.1	Das Applikations-Sharing	89
3.3.2	Das Daten-Sharing	90
3.3.3	Die Applikations-Kommunikation.....	91
3.3.4	Fazit zum Koordinationsmedium.....	92
3.4	Anforderungen an die Koordinationsmechanismen im interorganisationalen Informationssystem.....	93
3.4.1	Die gemeinsame Datenbasis.....	94
3.4.1.1	Top-down-Ermittlung der Zielgrößen	95
3.4.1.2	Bottom-up-Ermittlung der Kontrollgrößen.....	96
3.4.1.3	Zusammenführung von Ziel- und Kontrollgrößen.....	98
3.4.1.4	Fazit zur gemeinsamen Datenbasis.....	101
3.4.2	Die Applikations-Kommunikation.....	102
3.4.2.1	Produktionsprogrammplanung mit Plänen	102
3.4.2.1.1	Absatzplanung.....	103
3.4.2.1.2	Bestands- und Ressourcengrobplanung	103
3.4.2.1.3	Sekundärbedarfsermittlung	105
3.4.2.1.4	Beschaffungsartenzuordnung.....	106
3.4.2.2	Produktionsbedarfsplanung und -steuerung mit Preisen	107
3.4.2.2.1	Produktionsbedarfsplanung.....	108
3.4.2.2.1.1	Losgrößenplanung	108
3.4.2.2.1.2	Termin- und Maschinenbelegungsplanung.....	109
3.4.2.2.2	Produktionssteuerung	109
3.4.2.2.2.1	Fremdbezugsplanung und -steuerung	109
3.4.2.2.2.2	Eigenfertigungsplanung und -steuerung	110
3.4.2.3	Auftragsregelung	110
3.4.2.4	Fazit zur Applikations-Kommunikation	112
3.5	Zusammenfassung der Anforderungen an das Koordinationsinstrument.....	113
4	Bestimmung eines netzwerkübergreifenden PPS-Koordinationsinstruments	115
4.1	Die gemeinsame Datenbasis	115
4.1.1	Generierung der Zielgrößen im Top-down-Verfahren.....	115
4.1.1.1	Lieferflexibilität	118

4.1.1.1.1	Lieferbereitschaft	118
4.1.1.1.2	Lieferanpassung	120
4.1.1.2	Lieferkosten	122
4.1.1.3	Fazit zum Top-down-Ansatz	122
4.1.2	Generierung der Kontrollgrößen im Bottom-up-Verfahren	123
4.1.2.1	Prozeßmodell	124
4.1.2.2	Relative Zeitkennzahlen	126
4.1.2.2.1	Kontrollgröße Durchlaufzeit	128
4.1.2.2.2	Kontrollgröße Termintreue	129
4.1.2.2.3	Kontrollgröße Bestand	132
4.1.2.2.4	Kontrollgröße Kapazitätsauslastung	134
4.1.2.3	Fazit zum Bottom-up-Ansatz	135
4.1.3	Zusammenführung von Ziel- und Kontrollgrößen	139
4.1.3.1	Der Zusammenhang zwischen Lieferbereitschaft, Lieferanpassung und Kontrollgrößen	140
4.1.3.2	Der Zusammenhang zwischen Lieferkosten und Kontrollgrößen	142
4.1.3.2.1	Darstellung der kostentreibenden Kontrollgrößen auf Netzwerkebene	143
4.1.3.2.2	Kosten der Leistungsminderung im Netzwerk	145
4.1.3.2.3	Kosten des Netzwerkbestandes	147
4.1.3.2.4	Kosten durch Lieferterminabweichungen im Netzwerk	149
4.1.3.3	Fazit zur Zusammenführung von Ziel- und Kontrollgrößen	153
4.1.4	Zusammenfassung zur gemeinsamen Datenbasis	154
4.2	Die Applikations-Kommunikation	155
4.2.1	Produktionsprogrammplanung mit Plänen	156
4.2.1.1	Absatzplanung	162
4.2.1.2	Bestands- und Ressourcengrobplanung	165
4.2.1.3	Sekundärbedarfsermittlung	177
4.2.1.4	Beschaffungsartenzuordnung	178
4.2.2	Produktionsbedarfsplanung und -steuerung mit Preisen	183
4.2.2.1	Produktionsbedarfsplanung	184
4.2.2.1.1	Losgrößenplanung	184
4.2.2.1.2	Termin- und Maschinenbelegungsplanung	187
4.2.2.2	Produktionssteuerung	189

4.2.3	Auftragsregelung.....	190
4.2.3.1	Verknüpfung mit KANBAN im Netzwerkunternehmen	191
4.2.3.2	Verknüpfung mit der belastungsorientierten Auftragsfreigabe im Netzwerkunternehmen	192
4.2.4	Zusammenfassung zur Applikations-Kommunikation.....	193
5	Fazit und Ausblick	195
5.1	Einsatzmöglichkeiten des Koordinationsinstruments	195
5.1.1	Einsatz innerhalb der Produktion im Netzwerkbetrieb	196
5.1.2	Einsatz außerhalb der Produktion	198
5.1.3	Einsatz für ein Benchmarking	199
5.1.4	Einsatz für ein Anreizsystem.....	199
5.1.5	Einsatz für eine Kooperationsbörse.....	199
5.2	Einschränkungen des Koordinationsinstruments	200
5.2.1	Einschränkung der Wandelbarkeit	200
5.2.2	Einschränkungen im Hinblick auf die Handlungsträger	201
5.2.3	Einschränkungen durch fehlende netzwerktheoretische Grundlagen	201
5.3	Ausblick	201
	Anhänge.....	203
Anhang I	Vergleich virtueller Speicher und virtuelle Unternehmung	203
Anhang II	Entwicklung des Logistikkonzepts	204
Anhang III	Die Verbreitung von EDI	205
Anhang IV	Netzwerkansatz: Begriffsdefinitionen und Strukturmuster	206
Anhang V	Anforderungen an ein logistikorientiertes PPS- System	207
Anhang VI	Dimensionen von Netzwerken	208
Anhang VII	Unterschiede zwischen Steuerung und Regelung	209
Anhang VIII	Auswahl der zu logistischen Größen erschienenen Veröffentlichungen	210
Anhang IX	Graphische Darstellung von Lieferbereitschaft und Lieferanpassungsfähigkeit	211
Anhang X	Produktionskennlinien.....	212
Anhang XI	Graphische Darstellung der Lieferkosten.....	214
Anhang XII	Graphische Darstellung der Gewinnfunktion.....	215

Anhang XIII	Graphische Darstellung der Auftragskosten- und der Preisfunktion	216
Anhang XIV	Terminregelkarte	217
Literaturverzeichnis		219

Abkürzungs- und Akronymverzeichnis

Abb.	Abbildung
AG	Aktiengesellschaft
ähnl.	ähnlich
APO	Advanced Planner and Optimizer
AWF	Arbeitsgemeinschaften für Wirtschaftliche Fertigung e.V.
BDE	Betriebsdatenerfassung
BKT	Betriebskalendertag
BMW	Bayerische Motorenwerke
BOA	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAM	Computer Aided Manufacturing
CIM	Computer Integrated Manufacturing
c.p.	ceteris paribus
DBW	Die Betriebswirtschaft
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DLZ	Durchlaufzeit
DV	Datenverarbeitung
ECR	Efficient Consumer Response
EDI	Electronic Data Interchange
EDV	elektronische Datenverarbeitung
EPS	Einlastungsprozentsatz
et al.	et alii
F+E	Forschung und Entwicklung
f.	und folgende Seite
ff.	und folgende Seiten
FIFO	First in, first out
FIR	Forschungsinstitut für Rationalisierung an der RWTH Aachen
Fkt.	Funktion
GDI	Gottlieb Duttweiler Institut
ggf.	gegebenenfalls
Gl.	Gleichung
h	Stunde
HBR	Harvard Business Review
Hrsg.	Herausgeber
i.Br.	im Breisgau

IE	Industrial Engineering
IFA	Institut für Fabrikanlagen der Universität Hannover
IMP	Information Impacts Magazine
IOS	interorganisationales Informationssystem
IuK	Information und Kommunikation
Kap.	Kapitel
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
konst.	konstant
m.a.W.	mit anderen Worten
MIS	Management Information Systems
MNC	multinational company (multinationales Unternehmen)
Mrd.	Milliarden
MRP	Materials Requirements Planning
MRPII	Manufacturing Resources Planning
o.a.	oben angeführt
o.J.	ohne Jahr
o.O.	ohne Ort
o.T.	ohne Titel
o.V.	ohne Verfasser
p.a.	per annum
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
s.	siehe
S.	Seite
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung
SCM	Supply Chain Management
SCOREx	Supply Chain Optimization and Real-Time Extended Execution
SCS	Supply Chain Solutions
SEDAS	STATISTICA Enterprise-wide Data Analysis System
SGE	Strategische Geschäftseinheit
SMJ	Strategic Management Journal
sog.	sogenannte(r,s)
Sp.	Spalte
START	Studiengesellschaft zur Automatisierung für Reise und Touristik
Std.	Stunde
SWIFT	Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunications
SzU	Schriften zur Unternehmensführung
T€	Tausend Euro
Tab.	Tabelle
TBC	Time-Based-Costing
USA	United States of America
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.

VDI-Z	Integrierte Produktion, VDI-Zeitschrift
Vgl.	Vergleiche
WHU	Wissenschaftliche Hochschule für Unternehmensführung Koblenz
WiSt	Wirtschaftswissenschaftliches Studium
XML	Extensible Markup Language
u.U.	unter Umständen
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
Zfbf	Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
ZWF	Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Einbeziehung von Kunden und Lieferanten in PPS-Aufgaben.....	4
Abb. 2	Abhängigkeiten zwischen Koordinationsaufgabe und -objekten als Quelle der Anforderungen an das Koordinationsinstrument.	6
Abb. 3	Aufbau der Arbeit	8
Abb. 4	Aufgabenmodell im Aachener Produktionsplanungs- und -steuerungs-Modell	16
Abb. 5	Begriffsvergleich zwischen den Planungsebenen der Produktionsplanung und -steuerung und dem (leicht modifizierten) Aachener PPS-Modell	17
Abb. 6	Durchlaufdiagramm	29
Abb. 7	Produktionskennlinien: prinzipieller Zusammenhang zwischen Durchlaufzeit, Leistung und Bestand in der Produktion.....	34
Abb. 8	Schrittweise Abgrenzung des relevanten Koordinationsobjekts.....	39
Abb. 9	Die Kooperation als Organisationsform zwischen Markt und Hierarchie	46
Abb. 10	Einfluß der Informationstechnik auf die Anwendung unterschiedlicher Organisationsformen	49
Abb. 11	Einordnungsschema für Kooperation zwischen Markt und Hierarchie	50
Abb. 12	Kleinstes mögliches Netzwerk	51
Abb. 13	Einordnungsschema für das Unternehmensnetzwerk	53
Abb. 14	Multinationale Unternehmen – Typisierungsansatz.	55
Abb. 15	Einordnungsschema für Netzwerktypen	57
Abb. 16	Pyramidaler Aufbau eines strategischen Produktionsnetzwerkes.....	66
Abb. 17	Alternative Formen interorganisationaler Informationssysteme am Beispiel von PPS-Systemen	89
Abb. 18	Formen der Zusammenführung von nach unterschiedlichen Methoden generierten Ziel- und Kontrollgrößen	101
Abb. 19	Dimensionen des Lieferservices	116
Abb. 20	Lieferbereitschaft: graphischer Zusammenhang zwischen geplanter durchschnittlicher Lieferzeit und Anzahl der Aufträge	120
Abb. 21	Lieferanpassung: graphischer Zusammenhang zwischen auftragsindividueller Lieferzeit und Preis.....	121
Abb. 22	Beispielhaftes Prozeßmodell zur Modellierung eines Produktionsnetzwerkes	125
Abb. 23	Definitionen der Durchlaufzeit auf Basis des Prozeßmodells im Vergleich	128
Abb. 24	Kontrollgrößen als Produktionskennlinien	138
Abb. 25	Aufgabe: Zusammenführung der Ziel- und Kontrollgrößen für das Produktionsnetzwerk.....	139
Abb. 26	Beispiel: Lieferkosten des Produktionsnetzwerkes.....	153
Abb. 27	„Causal map“ der Kontrollgrößen und ihrer Auswirkungen auf die Zielgrößen	153

Abb. 28 Vorgehensweise: Ermittlung der gewinnmaximalen Lieferzeit im Produktionsnetzwerk.....	156
Abb. 29 Graphische Darstellung des Gesamtoptimums für das Produktionsnetzwerk.....	159
Abb. 30 Graphische Darstellung eines realistischen Ausschnitts der Lieferbereitschaftsfunktion	163
Abb. 31 Graphische Darstellung eines realistischen Ausschnitts der Lieferanpassungsfunktion	164
Abb. 32 Eigene Kostenfunktion pro Auftrag in einem Netzwerkunternehmen.....	173
Abb. 33 Die Preis- und Kostenfunktion eines Netzwerkunternehmens.....	176
Abb. 34 Terminregelkarte in der Produktionssteuerung.....	190
Abb. 35 Zusammenfassung der ausgetauschten Information	197

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Definitionen für Koordination und implizite Bedingungen für ihre Notwendigkeit.....	6
Tab. 2	BOA-Struktur- und -Rahmendaten.....	36
Tab. 3	Typisierung von Netzwerken.....	56
Tab. 4	Überblick über Ordnungsraster für Koordinationsinstrumente.....	72
Tab. 5	Einordnung von Koordinationsmechanismen in grundlegende Formen und Medien der Koordination.....	74
Tab. 6	Erfassungsschema für PPS-relevante Informationsasymmetrien im Produktionsnetzwerk.....	78
Tab. 7	Charakteristische Eigenschaften grundlegender Verhandlungsmuster.....	84
Tab. 8	Konfiguration des interorganisationalen Informationssystems (IOS).....	93
Tab. 9	Anforderungen an die gemeinsame Datenbasis eines zu entwickelnden Koordinationsinstruments im Produktionsnetzwerk.....	101
Tab. 10	Anforderungen an die Applikations-Kommunikation eines zu entwickelnden Koordinationsinstruments im Produktionsnetzwerk.....	113
Tab. 11	Überblick über die Determinanten eines netzwerkübergreifenden PPS-Koordinationsinstruments.....	114
Tab. 12	Charakterisierung der mathematisch-funktional verknüpften Zusammenhänge von Ziel- und Kontrollgrößen.....	154
Tab. 13	Erfüllung der Anforderungen an die gemeinsame Datenbasis.....	155
Tab. 14	Erfüllung der Anforderungen an die Applikations-Kommunikation.....	194
Tab. 15	Koordinationschema zum Umgang mit PPS-relevanten Informationsasymmetrien im Produktionsnetzwerk.....	198

Formelverzeichnis

Gl. 1	Beziehung zwischen Bestand, Leistung und Durchlaufzeit.....	30
Gl. 2	Trichterformel	30
Gl. 3	Definition der mittleren gewichteten Durchlaufzeit MZg	31
Gl. 4	Mittlerer Mindestbestand als Resultante der Auftragszeiten	33
Gl. 5	Zusammenhang zwischen geplanter durchschnittlicher und (geplanter) auftragsindividueller Lieferzeit.....	118
Gl. 6	Lieferbereitschaft: Zusammenhang zwischen geplanter durchschnittlicher Lieferzeit und Anzahl der Aufträge	119
Gl. 7	Lieferanpassung: Zusammenhang zwischen auftragsindividueller Lieferzeit und individuellem Preis für einen Auftrag	121
Gl. 8	Zusammenhang zwischen geplanter durchschnittlicher Lieferzeit und durchschnittlichem Preis für einen Auftrag	122
Gl. 9	Verbindung zwischen Gewinn und Auftragszeit	127
Gl. 10	Durchlaufzeitgrad als Relation zwischen mittlerer gewichteter Durchlaufzeit und mittlerer Auftragszeit	129
Gl. 11	Näherungsgleichung für die Termintreue: gewichtete Standardabweichung der Durchlaufzeit	131
Gl. 12	Definition des Termineinhaltegrads.....	132
Gl. 13	Näherungsgleichung für den mittleren Bestand.....	133
Gl. 14	Definition des Bestandsgrades	133
Gl. 15	Definition der mittleren Leistung.....	134
Gl. 16	Näherungsgleichung für die mittlere Leistung.....	134
Gl. 17	Definition des Kapazitätsauslastungsgrades	135
Gl. 18	Gleichungssystem für die Kontrollgrößen	136
Gl. 19	Gleichungssystem für die Produktionskennlinien.....	137
Gl. 20	Abhängigkeit der mittleren gewichteten Lieferzeit von der Durchlaufzeit	140
Gl. 21	Lieferbereitschaftsfunktion in Abhängigkeit von der Kontrollgröße mittlere gewichtete Durchlaufzeit	141
Gl. 22	Lieferanpassungsfunktion in Abhängigkeit von der Kontrollgröße mittlere gewichtete Durchlaufzeit.....	142
Gl. 23	Mittlerer Netzwerkbestand und mittlere Netzwerkleistung	143
Gl. 24	Trichterformel für das Produktionsnetzwerk	144
Gl. 25	Gewichtete Standardabweichung der mittleren gewichteten Lieferzeit im Produktionsnetzwerk.....	144
Gl. 26	Konsistenzbedingung für die Anzahl der erteilten und der erstellten Aufträge	146
Gl. 27	Opportunitätskosten der Leistungsminderung in Abhängigkeit von der mittleren gewichteten Lieferzeit	147
Gl. 28	Kosten des Netzwerkbestandes.....	149
Gl. 29	Kosten für zu späte Aufträge	150
Gl. 30	Kosten für zu frühe Aufträge	151

Gl. 31	Lieferkostenfunktion im Produktionsnetzwerk.....	152
Gl. 32	Ermittlung des Gesamtgewinns für das Produktionsnetzwerk abhängig von der mittleren gewichteten Lieferzeit LZ_g	158
Gl. 33	Bedingungen für ein Gewinnmaximum im Produktionsnetzwerk.....	160
Gl. 34	Beispielhafte Anforderungen für die Gewinnmaximierung im Gesamtnetzwerk.....	161
Gl. 35	Berechnung der mittleren Auftragszeit im Produktionsnetzwerk nach vorläufigem Produktionsplan.....	165
Gl. 36	Gewinn- und Preisfunktion in einem Netzwerkunternehmen.....	166
Gl. 37	Ermittlung der Lieferanten-Preisfunktion für ein Netzwerkunternehmen als gewichteter Durchschnitt der Preisfunktionen der Lieferanten.....	167
Gl. 38	Auftragskostenfunktion im Netzwerkunternehmen.....	168
Gl. 39	durchschnittliche Bestandskosten pro Auftrag eines Netzwerkunternehmens j	169
Gl. 40	durchschnittliche Bestandskosten pro Auftrag für zu frühe Aufträge.....	170
Gl. 41	durchschnittliche Pönale pro Auftrag für zu späte Aufträge.....	170
Gl. 42	Aufgeschlüsselte Kostenfunktion pro Auftrag in einem Netzwerkunternehmen.....	172
Gl. 43	Anzahl der erstellbaren Aufträge in einem Netzwerkunternehmen.....	173
Gl. 44	Preisfunktion in einem Netzwerkunternehmen.....	174
Gl. 45	Bedingungen für die Bestimmung der Gewinne der Netzwerkunternehmen.....	175
Gl. 46	Preisfunktion für die Bestimmung der mittleren gewichteten Lieferzeit eines Netzwerkunternehmens.....	176
Gl. 47	Verbindung zwischen Anzahl der Aufträge und mittlerer Leistung.....	178
Gl. 48	Maximalpreisfunktion des Netzwerkunternehmens j für seine Lieferanten.....	179
Gl. 49	Zusammengefaßte Preisfunktion des Netzwerkunternehmens j für seine Lieferanten in Auftragszeiteinheiten.....	180
Gl. 50	Bedingungen für die Akzeptanz als Lieferant.....	181
Gl. 51	Ermittlung der optimalen Lieferzeit für das Netzwerkunternehmen an der Endabnehmerschnittstelle.....	182
Gl. 52	Zusammenhang zwischen Los- und Kontrollgrößen.....	185
Gl. 53	Umrechnung der Lieferanpassungsfunktion in die Lieferanpassungsfunktion für Auftragszeiteinheiten.....	187
Gl. 54	Bedingung für eine erneute Auftragsvergabe in der Produktionsbedarfsplanung.....	188
Gl. 55	Bedingung für eine erneute Auftragsvergabe in der Produktionssteuerung.....	189

Symbolverzeichnis

<i>Symbol</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Charakterisierung</i>	<i>Seite</i>	<i>Ebene</i>
€	Euro	Währung der europäischen Union	153	Arbeits-system ¹
a _{LA}	Proportionalistitätsfaktor der Lieferanpassung	Faktor, der den Einfluß der Lieferzeit der Konkurrenz gegenüber der eigenen Lieferzeit darstellt	121	Netzwerk
a _{LB}	Proportionalistitätsfaktor der Lieferbereitschaft	Faktor, der den Einfluß der Lieferzeit der Konkurrenz gegenüber der eigenen Lieferzeit darstellt	119	Netzwerk
BG	Bestandsgrad	Quotient von mittlerem Bestand und Mindestbestand	133	Unternehmen
B _i	Bestand bei Ankunft des Auftrags i	Bestand an wartenden Aufträgen vor dem Arbeitssystem	30	Unternehmen
DZG	Durchlaufzeitgrad	Quotient aus der mittleren gewichteten Durchlaufzeit und der mittleren Auftragszeit	129	Unternehmen
e	≈ 2,71	Eulersche Zahl, Basis des natürlichen Logarithmus	132	Arbeits-system
G	Gewinn	Gewinn innerhalb einer Planungsperiode als Differenz zwischen Umsatz und Kosten	127	Arbeits-system
G _j	Gewinn des Netzwerkunternehmens j	Gewinn innerhalb einer Planungsperiode als Differenz zwischen Umsatz und Kosten eines Unternehmens	158	Unternehmen
G _{j,0}	Nullgewinn des Netzwerkunternehmens j	weder Gewinn noch Verlust für das Netzwerkunternehmen j bei minimalen Auftragskosten	179	Unternehmen
H	Anzahl der Lieferanten auf Netzwerkstufe q-1	Anzahl der Lieferanten eines Netzwerkunternehmens, die eine Leistung innerhalb des Netzwerkes dem Produzenten auf der Netzwerkstufe q zur Verfügung stellen	167	Netzwerk und Unternehmen

¹ Vgl. Kap. 2.1.2.2.2.1.2, S. 27.

J	Anzahl der Unternehmen, die eine Leistung v erstellen oder die auf Netzwerkstufe q bestehen	Anzahl der in die Produktionsprogrammplanung einbezogenen Unternehmen für die Leistung v oder laut Netzwerkvertrag für die Netzwerkstufe q	165	Netzwerk
KA	durchschnittliche Kosten pro Auftragszeiteinheit	Kosten einer Auftragszeiteinheit unabhängig von Auftrag, Arbeitssystem und Planungsperiode	127	Arbeitssystem
k	Anzahl der Unternehmen auf dem kritischen Pfad	Anzahl der Netzwerkunternehmen, deren Leistungserstellungsprozesse sich auf dem kritischen Pfad befinden	140	Netzwerk
KAG	Kapazitätsauslastungsgrad	Verhältnis zwischen mittlerer Leistung und verfügbarer Kapazität	135	Unternehmen
$K_{d,j}$	durchschnittliche Kosten pro Auftrag des Netzwerkunternehmens j	durchschnittliche Kosten, die pro Auftrag in einem Netzwerkunternehmen j beim Leistungserstellungsprozeß entstehen	158	Unternehmen
$K_{MB,d,j}$	durchschnittliche Bestandskosten pro Auftrag des Netzwerkunternehmens j	durchschnittliche Kosten, die pro Auftrag in einem Netzwerkunternehmen j durch MB_j entstehen	158	Unternehmen
$K_{\sigma,früh,d,j}$	durchschnittliche Kosten pro Auftrag für zu frühe Aufträge des Netzwerkunternehmens j	durchschnittliche Kosten, die pro zu frühem Auftrag in einem Netzwerkunternehmen j entstehen	158	Unternehmen
$K_{\sigma,spät,d,j}$	durchschnittliche Kosten pro Auftrag für zu späte Aufträge des Netzwerkunternehmens j	durchschnittliche Kosten, die pro Auftrag für zu späte Aufträge in einem Netzwerkunternehmen j entstehen	158	Unternehmen
K_i	Kosten des Auftrags i	Bewerteter Input der Logistikleistung eines Auftrags i	127	Arbeitssystem
K_{NB}	Kosten des Netzwerkbestandes	Kosten der Finanzierung, der Lagerhaltung und der Gefahr, daß der Netzwerkbestand obsolet wird	147	Netzwerk
K_{NL}	Kosten der Netzwerkleistung	Opportunitätskosten durch fehlende Kapazitätsauslastung, also der Leistungsminderung im Netzwerk	145	Netzwerk

$K_{\sigma,\text{früh}}$	Kosten der zu früh fertiggestellten Aufträge	Bestandskosten der Aufträge, die durch negative Lieferterminabweichung zu früh fertig gestellt werden, bestimmt durch $\sigma_{g,N}$	150	Netzwerk
$K_{\sigma,\text{spät}}$	Kosten der zu spät fertiggestellten Aufträge	Fehlmengekosten oder Pönalen für die Aufträge, die durch positive Lieferterminabweichung zu spät fertig gestellt werden, bestimmt durch $\sigma_{g,N}$	151	Netzwerk
L_i	Leistung bei Ankunft des Auftrags i	durchschnittliche Leistung des Arbeitssystems als abgehende Aufträge pro Zeiteinheit	30	Unternehmen
LK	Lieferkosten	Bewerteter Input der Logistikleistung abhängig von NL, NB und $\sigma_{g,N}$	149	Netzwerk
lz	Lagerhaltungszinssatz	Kosten der Lagerhaltung in % p.a. des Lagerbestandswertes	149	Arbeits-system
LZ_g	geplante durchschnittliche oder mittlere gewichtete Lieferzeit	über die Auftragszeiten im Netzwerk gemittelte Lieferzeit, Summe der mittleren gewichteten Durchlaufzeiten der Netzwerkunternehmen auf dem kritischen Pfad	119	Netzwerk
LZ_g^*	optimale mittlere gewichtete Lieferzeit	mittlere gewichtete Lieferzeit des Netzwerkes, die zu einem maximalen Gewinn führt	160	Netzwerk
$LZ_{g,k}$	mittlere gewichtete Lieferzeit der Konkurrenz	durchschnittliche Lieferzeit der Konkurrenz des Netzwerkes	119	Netzwerk
$LZ_{g,q,j}$	mittlere gewichtete Lieferzeit bis zum Netzwerkunternehmen j auf der Netzwerkstufe q	Summe der mittleren gewichteten Durchlaufzeiten der Lieferanten vom Unternehmen j (bis Netzwerkstufe q-1) und der eigenen mittleren gewichteten Durchlaufzeit vom Unternehmen j	166	Netzwerk und Unternehmen
LZ_i	Lieferzeit des Auftrages i	geplante oder tatsächliche Lieferzeit	118	Netzwerk
m	Anzahl der Unternehmen im Netzwerk	Anzahl der Unternehmen, die laut Netzwerkvertrag in die Leistungserstellungsprozesse einbezogen sind	143	Netzwerk

MB_j	mittlerer Bestand des Netzwerkunternehmens j	durchschnittlicher Bestand an vor dem Arbeitssystem wartenden Aufträgen in Auftragszeiten	30	Arbeitssystem
MB_{\min}	mittlerer Mindestbestand	mittlere gewichtete Auftragszeit, geplante Auftragszeit und geplante Losgrößen (losgrößeninduzierter Mindestbestand)	33	Arbeitssystem
Mk_{LA}	Marktkonstante der Lieferanpassung	abhängig vom relevanten Markt größer oder gleich eins gesetzt	121	Netzwerk
Mk_{LB}	Marktkonstante der Lieferbereitschaft	abhängig vom relevanten Markt größer oder gleich eins gesetzt	119	Netzwerk
ML_j	mittlere Leistung des Netzwerkunternehmens j	durchschnittliche Leistung, gemessen in abgehenden Auftragszeiten pro Planungsperiode	30	Unternehmen
$ML_{\max,v,j}$	verfügbare Kapazität im Netzwerkunternehmen j für die Leistung v	Kapazitätsangebot eines Arbeitssystems in Auftragszeiteinheiten	134	Unternehmen
$MZAU_{v,q,j}$	mittlere Auftragszeit im Netzwerkunternehmen j (für die Erstellung der Leistung v auf Netzwerkstufe q)	Summe der Auftragszeiten dividiert durch die Anzahl der Aufträge	33	Unternehmen
MZ_e	einfache mittlere Durchlaufzeit	Zeit, die ein Auftrag im Mittel an einem Arbeitssystem verweilt	31	Arbeitssystem
$MZ_{g,j}$	mittlere gewichtete Durchlaufzeit im Netzwerkunternehmen j	unternehmensspezifische durchschnittliche Durchlaufzeit pro Auftragszeiteinheit, geplante Durchlaufzeit für eine Auftragszeiteinheit	30	Unternehmen
n	Anzahl der Aufträge	Anzahl der Aufträge in einer Planungsperiode	31	Arbeitssystem
NB	mittlerer Netzwerkbestand	Summe der mittleren Bestände der Netzwerkunternehmen innerhalb einer Planungsperiode in Auftragszeiten	143	Netzwerk

NB_{\min}	mittlerer Mindestbestand im Netzwerk in Auftragszeiten	mittlere gewichtete Auftragszeit, geplante Auftragszeit und geplante Losgrößen (Losgrößeninduzierter Mindestbestand) auf Netzwerkebene	143	Netzwerk
NL	mittlere Netzwerkleistung	Summe der mittleren Leistung in Auftragszeiten der Netzwerkunternehmen	143	Netzwerk
NL_{\max}	verfügbare Kapazität im Netzwerk in Auftragszeiten	Summe der Kapazitätsangebote in den Netzwerkunternehmen	143	Netzwerk
n_0	n bei $LZ_g = 0$	Anzahl der Aufträge innerhalb einer Planungsperiode bei sofortiger Lieferung ohne Lieferzeit	119	Netzwerk
$n_{q,j}$	Anzahl der Aufträge für das Netzwerkunternehmen j auf der Netzwerkstufe q	Anzahl der Aufträge innerhalb einer Planungsperiode	166	Unternehmen
NZAU	mittlere Auftragszeit im Netzwerk	gewichtete Summe der mittleren Auftragszeiten in den Netzwerkunternehmen	146	Netzwerk
P	Länge der Planungsperiode	Zeitintervall, über das hinweg die mittleren Größen sowie die Standardabweichungen bestimmt werden (meist ein Jahr)	134	Arbeits-system
PRA	durchschnittlicher Preis pro Auftragszeiteinheit	Preis einer Auftragszeiteinheit unabhängig von Auftrag, Arbeitssystem und Planungsperiode	127	Arbeits-system
PR_d	durchschnittlicher Preis pro Auftrag	durchschnittlicher Preis pro Auftrag innerhalb einer Planungsperiode	122	Netzwerk
$PR_{d,0}$	durchschnittlicher Preis bei $LZ_g=0$	durchschnittlicher Preis pro Auftrag innerhalb einer Planungsperiode, während derer sofort geliefert wird	122	Netzwerk
$PR_{d,q,j}$	durchschnittlicher Preis pro Auftrag auf der Netzwerkstufe q für das Netzwerkunternehmen j	durchschnittlicher Preis pro Auftrag in einer Planungsperiode, der für ein Netzwerkunternehmen entweder auf der Einkaufs- ($q-1$) oder auf der Verkaufsseite (q) gilt	166	Unternehmen
PR_i	Preis des Auftrags i	individueller Preis des Auftrags i	121	Netzwerk

PR_i	Preis des Auftrags i	individueller Preis des Auftrags i	127	Arbeits-system
Q	Anzahl der Netzwerkstufen im Netzwerk	Anzahl der im Netzwerkvertrag festgelegten Netzwerkstufen des pyramidal aufgebauten Netzwerks	175	Netzwerk
t	Systemzustand eines Arbeitssystems	$0 < t < 1$ für verschiedene, durch das jeweilige Netzwerkunternehmen wählbare Arbeitssystemzustände	133	Arbeits-system
TA_i	Terminabweichung des Auftrags i	Differenz zwischen der geplanten Lieferzeit und der tatsächlichen Lieferzeit des Auftrags i	188	Netzwerk und Unternehmen
TEG	Termineinhaltegrad	durch die Auftragszeit gewichtete Termintreue (Anzahl der zu früh oder rechtzeitig beim Abnehmer eingetroffenen Auftragszeiteinheiten im Verhältnis zu allen Auftragszeiteinheiten der Planungsperiode)	132	Unternehmen
TW_+	Obere Terminwarngrenze	Zeitpunkt, von der mittleren gewichteten Durchlaufzeit aus gesehen, an dem eine Auftragszeiteinheit als zu spät gilt	132	Unternehmen
V	Anzahl der Leistungen im vorläufigen Produktionsplan	Anzahl der in die Produktionsprogrammplanung einbezogenen Leistungen	165	Netzwerk
$ZA_{U,i,j}$	Auftragszeit eines Auftrags i im Netzwerkunternehmen j	Produktionszeit im Netzwerk oder im Netzwerkunternehmen (mit j als Index) als Summe von Rüst- und Bearbeitungszeit, Differenz zwischen auftragsindividueller Durchlaufzeit sowie Lager- und Transportzeit	31	Arbeits-system
$Z_{i,j}$	Durchlaufzeit des Auftrags i im Netzwerkunternehmen j	auftragsindividuelle Durchlaufzeit (Lagern vor dem Arbeitssystem, Produzieren am Arbeitssystem sowie Lagern und Transportieren nach dem Arbeitssystem)	30	Unternehmen
α	Streckfaktor	durch ein Netzwerkunternehmen vorgegebener Faktor zur Bestimmung des Pufferbestandes: mittlerer Pufferbestand = $MB_{\min} \cdot \alpha \cdot t$	133	Arbeits-system

ΔPR_d	Steigung der Tangentialgeraden der Lieferanpassungsfunktion für den durchschnittlichen Preis pro Auftrag	in der Produktionsprogrammplanung als konstant angenommene Veränderung des Preises bei Lieferzeitveränderung im als realistisch bewerteten Ausschnitt der Lieferanpassungsfunktion	164	Netzwerk
π	$\approx 3,14$	Zahl Pi	132	Arbeits-system
$\sigma_{g,j}$	gewichtete Standardabweichung im Netzwerkunternehmen j	durchschnittliche Abweichung einer Auftragszeiteinheit von der angegebenen mittleren gewichteten Durchlaufzeit	131	Unternehmen
$\sigma_{g,N}$	gewichtete Standardabweichung im Netzwerk	durchschnittliche Abweichung einer Auftragszeiteinheit von der mittleren gewichteten Lieferzeit	144	Netzwerk
σ_{ZAU}	Standardabweichung der Auftragszeiten	normalverteilte Streuung der Auftragszeiten	33	Arbeits-system
Φ	Verteilungsfunktion	Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung	132	Arbeits-system