

Hierarchisch integrierte Produktionsplanung und -steuerung



Schriften zur Quantitativen Betriebswirtschaftslehre

Band 1: Martin Kühn
Flexibilität in logistischen Systemen
1989. 240 Seiten. DM 65,-
ISBN 3-7908-0450-9

Band 2: Christoph Schneeweiß/
Volkmar Söhner
**Kapazitätsplanung bei moderner
Fließfertigung**
1991. 126 Seiten. DM 65,-
ISBN 3-7908-0576-9

Band 3: Lothar Lillich
Nutzwertverfahren
1992. 208 Seiten. DM 68,-
ISBN 3-7908-0580-7

Band 4: Heinz Häfner
**Ein Warteschlangenansatz zur
integrierten Produktionsplanung**
1992. 244 Seiten. DM 79,-
ISBN 3-7908-0579-3

Band 5: Christoph Schneeweiß (Hrsg.)
**Kapazitätsorientiertes
Arbeitszeitmanagement**
1992. 315 Seiten. DM 78,-
ISBN 3-7908-0650-1

Band 6: Jürgen Faißt
**Hierarchische Planung unter Einsatz
Neuronaler Netze**
1993. 264 Seiten. DM 85,-
ISBN 3-7908-0685-4

Band 7: Maria Decker
Variantenfließfertigung
1993. 229 Seiten. DM 79,-
ISBN 3-7908-0688-0

Band 8: Bernhard Wild
**Die Flexibilität von Betriebsvereinbarungen
zur Arbeitszeit**
1995. 269 Seiten. DM 90,-
ISBN 3-7908-0867-9

Volkmar Söhner

Hierarchisch integrierte Produktions- planung und -steuerung

Mit 42 Abbildungen

Physica-Verlag

Ein Unternehmen
des Springer-Verlags

Reihenherausgeber

Prof. Dr. Christoph Schneeweiß, Universität Mannheim

Autor

Dr. Volkmar Söhner

Universität Mannheim

Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre
und Unternehmensforschung

Schloß

D-68131 Mannheim

ISBN 978-3-7908-0868-1 ISBN 978-3-642-51089-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-51089-2

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Söhner, Volkmar:

Hierarchisch integrierte Produktionsplanung und -steuerung/

Volkmar Söhner. – Heidelberg: Physica-Verl., 1995

(Schriften zur quantitativen Betriebswirtschaftslehre; Bd. 9)

ISBN 978-3-7908-0868-1

NE: GT

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendungen, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Physica-Verlag Heidelberg 1995

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.

88/2202-543210 - Gedruckt auf säurefreiem Papier

Geleitwort

Seit einer Reihe von Jahren wird immer deutlicher, daß traditionelle Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung (sog. PPS-Systeme) erhebliche konzeptionelle Schwächen aufweisen. Diese Unzulänglichkeiten treten besonders in der wichtigen Kleinserienfertigung zu Tage, wie man sie beispielsweise in der industriellen Teile- und Komponentenfertigung antrifft. Die auffälligsten Schwachstellen zeigen sich in der unzureichenden Berücksichtigung von Kapazitäten und der weitgehenden Vernachlässigung des heute so wichtigen Zeitaspektes. Moderne Konzepte wie MRP II (Material Resource Planning) oder der JIT (Just in Time)-Gedanke versuchen wenigstens in Teilbereichen Abhilfe zu schaffen. Nach wie vor bauen diese Konzepte jedoch auf der traditionellen Planungshierarchie auf, die sich aus den Moduln Aggregierte Produktionsplanung (APP), Master Production Schedule (MPS), Materialbedarfsplanung (MRP) und Kapazitätsabstimmung (CRP) zusammensetzt.

Zentraler Angelpunkt des in dieser Arbeit vorgestellten Neuentwurfes ist die aggregierte Planung. In ihr kulminieren die Schwächen der bisherigen Vorgehensweise. Weder ist diese Planung in der Lage, den Kapazitätsbedarf richtig zu erfassen, noch berücksichtigt sie den Zeitaspekt. Formal ausgedrückt verwendet die heutige aggregierte Produktionsplanung einen in vielen Fällen ungeeigneten Aggregationsmechanismus. Geht man von der Tatsache aus, daß in der Kleinserienfertigung Umrüstkapazitäten nach wie vor eine wichtige Rolle spielen, so sollte man sie in der Aggregation auch adäquat berücksichtigen. Das bedeutet, daß die Losgrößenplanung nicht erst im MRP-Modul, sondern bereits früher erfolgen muß, mit der Konsequenz, daß Endproduktarten nicht aggregiert werden sollten. Dies wiederum hat zur Folge, daß aus der Informationslage der aggregierten Planung heraus eine stochastische Beschreibung des Produktionsgeschehens unumgänglich wird. M.a.W., aggregierte Planung kann zwar das Zeitraster vergrößern, sollte jedoch Endprodukte nicht zusammenfassen und somit nicht mit aggregierten Prognosen, sondern mit Schätzwerten der vollen Wahrscheinlichkeitsverteilung der individuellen Enderzeugnisnachfrage arbeiten. Nur so lassen sich Kapazitäten an jener Stelle der Planung

berücksichtigen, an der sie noch ohne größeren Aufwand veränderbar sind. Die planerische Konsequenz hieraus ist, daß anstelle der deterministischen aggregierten Planung der Produktionsablauf der losweisen Teilefertigung stochastisch zu beschreiben ist.

Konsequenterweise beschreibt daher der vorliegende Neuentwurf aus mittelfristiger Sicht den Produktionsablauf als allgemeines Warteschlangennetzwerk. Dadurch läßt sich nicht nur der Kapazitätsbedarf schon frühzeitig hinreichend genau erfassen, sondern es wird auch möglich, den wichtigen Zeitaspekt durch Minimierung von Durchlaufzeiten zu berücksichtigen. Doch damit nicht genug: Die Arbeit paßt sämtliche Planungsmoduln bis hinein in die Ablaufplanung der neuen Sichtweise an, wobei besonders hervorzuheben ist, daß die klassische Top-down-Vorgehensweise zugunsten einer stärker antizipierenden Planung aufgegeben wird. Unter Ausnutzung der in den letzten Jahren erfolgten Weiterentwicklung auf dem Gebiet der allgemeinen Warteschlangennetze und unter Berücksichtigung neuerer Einsichten in die Struktur hierarchischer Planungsabläufe liegt nunmehr eine konzeptionell und mathematisch wohlbegründete Theorie vor, die im Bereich der Kleinserienfertigung die unzureichenden klassischen PPS-Systeme abzulösen in der Lage ist.

Mannheim, im Februar 1995

Ch. Schneeweiß

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Gang der Untersuchung	5
2	Hierarchische Produktionsplanung und -steuerung	8
2.1	Hierarchische und simultane Produktionsplanung	9
2.2	Die Ebenen der Hierarchischen Produktionsplanung und -steuerung	10
2.2.1	Produktionsprogrammplanung	10
2.2.2	Primärbedarfsplanung	13
2.2.3	Materialbedarfsplanung	15
2.2.4	Kapazitätsbedarfsplanung	17
2.2.5	Werkstattsteuerung	20
2.3	Grundlagen der hierarchischen Planung	21
2.3.1	Das Problem der Integration	21
2.3.2	Das allgemeine Schema hierarchischer Planung . . .	23
2.3.3	Hierarchische Produktionsplanung aus der Sicht der hierarchischen Planung	25
2.4	Probleme der Produktionsprogrammplanung	26
2.4.1	Probleme bei der Kapazitätsbedarfsermittlung . . .	27

2.4.2	Das Problem bei der Festlegung der Auslastung . . .	29
2.4.3	Bestimmungsfaktoren der mittleren Durchlaufzeit . .	33
2.4.3.1	Bestimmungsfaktoren der mittleren Bearbeitungszeit	33
2.4.3.2	Bestimmungsfaktoren der mittleren Wartezeit	34
2.4.3.3	Ursachen der Variabilität bei mehrstufiger Fertigung	36
2.4.4	Ermittlung der mittleren Durchlaufzeit	37
2.4.5	Auswirkungen mangelnder Integration	39
2.5	Probleme der Primärbedarfsplanung	41
2.6	Probleme der Materialbedarfs- und Kapazitätsbedarfsplanung	42
2.6.1	Probleme der Losgrößenplanung	43
2.6.2	Probleme der Vorlaufverschiebung	44
2.6.3	Auswirkungen der Losgrößen auf zentrale Kriterien der Produktionsplanung	48
2.6.4	Ziele der Losgrößenplanung	51
2.6.5	Probleme der Kapazitätsbedarfsplanung	54
2.7	Probleme der Werkstattsteuerung	55
2.7.1	Probleme der Auftragsfreigabe	55
2.7.2	Probleme der Reihenfolgeplanung	57
2.7.3	Ziele der Werkstattsteuerung	58
2.8	Zusammenfassung der Probleme und Mängel der Hierarchi- schen Produktionsplanung und -steuerung	60
3	Grundlagen der Warteschlangentheorie	63
3.1	Das Grundmodell der Warteschlangentheorie	64

3.1.1	Der Ankunftsprozeß	65
3.1.2	Der Bedienungsprozeß	66
3.1.3	Der Warteprozeß	67
3.1.4	Die Notation von Kendall	67
3.1.5	Der stationäre Zustand eines Wartesystems	69
3.1.6	Leistungsgrößen von Wartesystemen	70
3.2	Analytische Ergebnisse	71
3.2.1	Eigenschaften der mittleren Wartezeit	71
3.2.2	Das M/M/1-Modell	73
3.2.3	Das M/G/1-Modell	74
3.2.4	Das G/G/1-Modell	76
3.3	Warteschlangennetze	78
3.3.1	Einführung	78
3.3.2	Approximation allgemeiner Warteschlangennetze	81
3.3.2.1	Der "Queueing Network Analyzer"	82
3.3.2.2	Analyse des "Queueing Network Analyzer"	87
3.4	Grenzen der Anwendbarkeit der Warteschlangentheorie	89
4	Hierarchisch integrierte Produktionsplanung und -steuerung	93
4.1	Einleitung	93
4.1.1	Konzeptionelle Darstellung des Ansatzes	93
4.1.2	Grundlegende Annahmen	97
4.1.3	Das Konzept der Echelon-Stückbearbeitungszeiten	99
4.2	Hierarchisch integrierte Produktionsprogrammplanung	102
4.3	Antizipation der mittleren Durchlaufzeit	109

4.3.1	Modellierung einer Wechselfertigung durch Warteschlangennetze	109
4.3.1.1	Modellierung grundlegender Merkmale	109
4.3.1.2	Jackson- und allgemeine Netze	110
4.3.2	Berechnung der mittleren Durchlaufzeit	112
4.4	Hierarchisch integrierte Losgrößenoptimierung	122
4.4.1	Einfluß der Richtlosgrößen auf die mittlere Durchlaufzeit	122
4.4.2	Optimierung der Richtlosgrößen	124
4.4.2.1	Heuristische Berechnung durchlaufzeitoptimaler Richtlosgrößen	124
4.4.2.2	Empirische Analyse der Zielfunktion	125
4.4.2.3	Interpretation der Zielfunktion und der Lösungen	129
4.4.3	Abschließende Bemerkungen zur Losgrößenplanung	133
4.4.4	Modellierung spezieller Aspekte	134
4.4.4.1	Maschinenausfälle und Wartungsarbeiten	134
4.4.4.2	Auf Produktwechsel beschränkte Umrüstungen	135
4.4.4.3	Montagearbeitsgänge und Zwischenlager	135
4.4.4.4	Modellierung sonstiger Aspekte	137
4.5	Primärbedarfsplanung	137
4.6	Losanpassung	141
4.6.1	Probleme der Losanpassung	141
4.6.2	Festlegung der Anpassungsparameter	144
4.6.3	Ein Verfahren zur Losanpassung	147
4.7	Antizipation der Losanpassung	151

4.7.1	Formale Beschreibung der Antizipation	151
4.7.2	Ermittlung der Antizipationsfunktionen	158
4.8	Grobterminierung	164
4.9	Werkstattsteuerung bei hierarchisch integrierter Produktionsplanung	171
4.9.1	Festlegung der Freigabereihenfolge	171
4.9.2	Die Strategie der Auftragsfreigabe	175
4.9.3	Antizipation der externen Ankunftsvariabilität . . .	178
4.9.4	Strategie der Reihenfolgeplanung	180
4.9.5	Zur Antizipation der Verspätungsregel	184
4.10	Bewertung der hierarchisch integrierten Produktionsplanung	185
4.10.1	Hierarchisch integrierte Produktionsplanung im Überblick	185
4.10.2	Allgemeine Anmerkungen	189
4.10.3	Probleme und offene Fragen	192
5	Ergänzende Konzepte zur Hierarchischen Produktionsplanung und -steuerung	194
5.1	Klassische Losgrößenverfahren	195
5.1.1	Das MLCLSP-Modell von Tempelmeier und Derstroff	195
5.1.2	Beurteilung des MLCLSP	198
5.1.3	Vergleich von HILO- und MLCLSP-Lösen	201
5.1.3.1	Versuchsaufbau	201
5.1.3.2	Simulationsergebnisse	205
5.2	Verfahren der Auftragsfreigabe	209

5.2.1	Das grundlegende Prinzip einer kontrollierten Auftragsfreigabe	209
5.2.2	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe	210
5.2.3	Analyse der BOAF	212
5.2.4	Abschließende Beurteilung der BOAF	214
5.3	Der Ansatz von Missbauer	216
5.3.1	Konzeptionelle Darstellung	216
5.3.2	Losgrößenplanung	217
5.3.3	Analyse der Losgrößenplanung	219
5.3.4	Beauftragungsplanung	220
5.3.5	Analyse der Beauftragungsplanung	224
5.4	Kanban-Steuerung	226
5.4.1	Beschreibung der Kanban-Steuerung	226
5.4.2	Analyse der Kanban-Steuerung	228
5.4.3	Abschließende Beurteilung der Kanban-Steuerung	232
6	Zusammenfassung	233
	Anhang	237
	Literaturverzeichnis	238