



Managementwissen für Studium und Praxis

Herausgegeben von
Professor Dr. Dietmar Dorn und
Professor Dr. Rainer Fischbach

Bisher erschienene Werke:

- Arrenberg · Kiy · Knobloch · Lange*, Vorkurs in Mathematik
Baršauskas · Schafir, Internationales Management
Behrens · Kirspel, Grundlagen der Volkswirtschaftslehre, 2. Auflage
Behrens, Makroökonomie – Wirtschaftspolitik
Bichler · Dörr, Personalwirtschaft – Einführung mit Beispielen aus SAP® R/3® HR®
Blum, Grundzüge anwendungsorientierter Organisationslehre
Bontrup, Volkswirtschaftslehre
Bontrup, Lohn und Gewinn
Bontrup · Pulte, Handbuch Ausbildung
Bradtko, Mathematische Grundlagen für Ökonomen, 2. Auflage
Bradtko, Übungen und Klausuren in Mathematik für Ökonomen
Bradtko, Statistische Grundlagen für Ökonomen, 2. Auflage
Bradtko, Grundlagen im Operations Research für Ökonomen
Breitschuh, Versandhandelsmarketing
Busse, Betriebliche Finanzwirtschaft, 5. A.
Camphausen, Strategisches Management
Clausius, Betriebswirtschaftslehre I
Clausius, Betriebswirtschaftslehre II
Dinauer, Allfinanz – Grundzüge des Finanzdienstleistungsmarkts
Dorn · Fischbach, Volkswirtschaftslehre II, 4. Auflage
Dorsch, Abenteuer Wirtschaft · 75 Fallstudien mit Lösungen
Drees-Behrens · Kirspel · Schmidt · Schwanke, Aufgaben und Lösungen zur Finanzmathematik, Investition und Finanzierung
Drees-Behrens · Schmidt, Aufgaben und Fälle zur Kostenrechnung
Ellinghaus, Werbewirkung und Markterfolg
Fank, Informationsmanagement, 2. Auflage
Fank · Schildhauer · Klotz, Informationsmanagement: Umfeld – Fallbeispiele
Fiedler, Einführung in das Controlling, 2. Auflage
Fischbach · Wollenberg, Volkswirtschaftslehre I, 12. Auflage
Fischer, Vom Wissenschaftler zum Unternehmer
Fradl, Dienstleistungslogistik
Götze, Techniken des Business-Forecasting
Götze, Mathematik für Wirtschaftsinformatiker
Götze · Deutschmann · Link, Statistik
Götze · van den Berg, Techniken des Business Mapping
Gohout, Operations Research
Haas, Kosten, Investition, Finanzierung – Planung und Kontrolle, 3. Auflage
Haas, Marketing mit EXCEL, 2. Auflage
Haas, Access und Excel im Betrieb
Hans, Grundlagen der Kostenrechnung
Hardt, Kostenmanagement, 2. Auflage
Heine · Herr, Volkswirtschaftslehre, 3. Aufl.
Hildebrand · Rebstock, Betriebswirtschaftliche Einführung in SAP® R/3®
Hofmann, Globale Informationswirtschaft
Hoppen, Vertriebsmanagement
Koch, Marketing
Koch, Marktforschung, 3. Auflage
Koch, Gesundheitsökonomie: Kosten- und Leistungsrechnung
Krech, Grundriß der strategischen Unternehmensplanung
Kreis, Betriebswirtschaftslehre, Band I, 5. Auflage
Kreis, Betriebswirtschaftslehre, Band II, 5. Auflage
Kreis, Betriebswirtschaftslehre, Band III, 5. Auflage
Laser, Basiswissen Volkswirtschaftslehre
Lebefromm, Controlling – Einführung mit Beispielen aus SAP® R/3®, 2. Auflage
Lebefromm, Produktionsmanagement, 5. Auflage
Martens, Betriebswirtschaftslehre mit Excel
Martens, Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows, 2. Auflage
Martin · Bär, Grundzüge des Risikomanagements nach KonTraG
Mensch, Investition
Mensch, Finanz-Controlling
Mensch, Kosten-Controlling
Müller, Internationales Rechnungswesen
Olivier, Windows-C – Betriebswirtschaftliche Programmierung für Windows
Peto, Einführung in das volkswirtschaftliche Rechnungswesen, 5. Auflage
Peto, Grundlagen der Makroökonomik, 12. Auflage
Peto, Geldtheorie und Geldpolitik, 2. Aufl.
Piontek, Controlling, 2. Auflage
Piontek, Beschaffungscontrolling, 2. Aufl.
Piontek, Global Sourcing
Plümer, Logistik und Produktion
Posluschny, Kostenrechnung für die Gastronomie
Posluschny · von Schorlemer, Erfolgreiche Existenzgründungen in der Praxis
Reiter · Matthäus, Marktforschung und Datenanalyse mit EXCEL, 2. Auflage
Reiter · Matthäus, Marketing-Management mit EXCEL
Reiter, Übungsbuch: Marketing-Management mit EXCEL
Rothlauf, Total Quality Management in Theorie und Praxis, 2. Auflage
Rudolph, Tourismus-Betriebswirtschaftslehre, 2. Auflage
Rüth, Kostenrechnung, Band I
Sauerbier, Statistik für Wirtschaftswissenschaftler, 2. Auflage
Schaal, Geldtheorie und Geldpolitik, 4. Auflage
Schambacher · Kiefer, Kundenzufriedenheit, 3. Auflage
Schuchmann · Sanns, Datenmanagement mit MS ACCESS
Schuster, Kommunale Kosten- und Leistungsrechnung, 2. Auflage
Schuster, Doppelte Buchführung für Städte, Kreise und Gemeinden
Specht · Schmitt, Betriebswirtschaft für Ingenieure und Informatiker, 5. Auflage
Stahl, Internationaler Einsatz von Führungskräften
Steger, Kosten- und Leistungsrechnung, 3. Auflage
Stender-Monhemius, Marketing – Grundlagen mit Fallstudien
Stock, Informationswirtschaft
Strunz · Dorsch, Management
Strunz · Dorsch, Internationale Märkte
Weeber, Internationale Wirtschaft
Weindl · Woyke, Europäische Union, 4. Aufl.
Wilhelm, Prozessorganisation
Wörner, Handels- und Steuerbilanz nach neuem Recht, 8. Auflage
Zwerenz, Statistik, 2. Auflage
Zwerenz, Statistik verstehen mit Excel – Buch mit CD-ROM

Produktions- management

Von
Uwe Lebefromm
Diplom-Kaufmann

5., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage

R. Oldenbourg Verlag München Wien

SAP ist ein eingetragenes Warenzeichen der SAP Aktiengesellschaft Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung, Neurtstr. 16, D-69190 Walldorf. Der Verlag bedankt sich für die freundliche Genehmigung der SAP Aktiengesellschaft, das Warenzeichen im Rahmen des vorliegenden Titels zu verwenden. Die SAP AG ist jedoch nicht Herausgeberin des vorliegenden Titels oder sonst dafür presserechtlich verantwortlich.

Gleiches gilt für die weiteren eingetragenen Warenzeichen der SAP, nämlich „R/2“, „R/3“, „ABAP/4“, „SAP Early Watch“, „SAPOFFICE“, „SAP Business Workflow“ und „SAP Archivelink“.

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.

© 2003 Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH
Rosenheimer Straße 145, D-81671 München
Telefon: (089) 45051-0
www.oldenbourg-verlag.de

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

Gedruckt auf säure- und chlorfreiem Papier
Druck: Grafik + Druck, München
Bindung: R. Oldenbourg Graphische Betriebe Binderei GmbH

ISBN 3-486-27352-3

Vorwort

Die vorliegende 5. Auflage stellt eine vollständige Überarbeitung und Erweiterung gegenüber der vorherigen Auflage dar. Der direkte Bezug zum System SAP R/3 wurde aus dem Buch genommen, da zwischenzeitlich entsprechende Publikationen der SAP Presse verfügbar sind.

In diesem Buch wird der Schwerpunkt auf die Konzepte zur Materialwirtschaft, Produktion und Logistik gelegt, mit denen die Planung und Steuerung der genannten Bereiche erfolgt. Es handelt sich um eine entscheidungsorientierte Darstellung der Themen, mit alternativen Szenarien und deren Bewertung.

Der Aufbau des Buches richtet sich nach den Planungsstufen der Produktionsplanung. Vorab erfolgt ein Überblick über die Produktionsplanung nach betriebswirtschaftlichen-, organisatorischen –und technischen Gesichtspunkten. Ein besonderes Kapitel stellt die Produktionstheorie dar. Hier erfolgt die Darstellung der wichtigsten Produktionsfunktionen und deren mathematische Berechnung. Es folgen die Planungsstufen von der Programmplanung, Bedarfsplanung, Kapazitätsplanung bis zur Produktionssteuerung. Erweitert wurde das Buch um das Kapitel Produktionslogistik, in dem die dynamischen Methoden zur Produktionsplanung vorgestellt werden. Aufgaben und Lösungen dienen der Übung und Vertiefung des Stoffes.

Die Inhalte entstammen aus Vorlesungen zum Grund- und Hauptstudium an den Berufsakademien Mannheim und Karlsruhe, der Fachhochschule Worms und der Verwaltungs- und Wirtschafts-Akademie Mannheim.

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. Franz Steffens für die ersten produktionswirtschaftlichen Kenntnisse, welche ich bei ihm erworben habe. Weiterhin bedanke ich mich bei Fachleitern und Studenten der Institute für die Hinweise und Anregungen zu den Vorlesungen. Insbesondere danke ich Herrn Dipl.-Volkswirt Martin Weigert, Cheflektor für Wirtschaft und Soziales beim Oldenbourg-Verlag, für die vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Mannheim

Uwe Lebefromm

Inhaltsverzeichnis

1	PRODUKTIONSMANAGEMENT IM BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN UMFELD	1
1.1	Aufgaben des Produktionsmanagements	1
1.2	Ziele des Produktionsmanagements	3
1.3	Funktionen in der Produktionsplanung	10
1.4	Organisatorische Einbettung	14
1.4.1	Aufbauorganisation des Produktionsmanagements	14
1.4.2	Ablauforganisation im Produktionsmanagement	19
1.5	Computer Integrated Manufacturing - CIM-	24
1.5.1	Computer Aided Design	25
1.5.2	Computer Aided Planning	26
1.5.3	Computer Aided Manufacturing	28
1.6	Übungsaufgaben zur Produktionsplanung	31
1.7	Lösungen zu den Übungsaufgaben zur Produktionsplanung	32
2	PRODUKTIONSFUNKTIONEN ALS GRUNDLAGE EINES ENTSCHEIDUNGSORIENTIERTEN PRODUKTIONSMANAGEMENTS	35
2.1	Produktionsfunktionen und Homogenitätsgrad	35
2.2	Substitutionale Produktionsfunktionen	37
2.2.1	Produktionsfunktion Typ A mit partieller Faktorvariation	37
2.2.1.1	Partielle Faktorvariation	38
2.2.1.2	Beispiel zur partiellen Faktorvariation der Produktionsfunktion Typ A	40
2.2.2	Produktionsfunktion Typ A mit totaler Faktorvariation	41
2.2.3	Schlussfolgerungen aus der Produktionsfunktion Typ A	46
2.3	Limitationale Produktionsfunktion	47
2.3.1	Produktionsfunktion Typ B	47
2.3.1.1	Technische und ökonomische Verbrauchsfunktion	47
2.3.1.2	Optimaler Intensitätsgrad bei einem Einsatzfaktor	49
2.3.1.3	Optimaler Intensitätsgrad bei mehreren Einsatzfaktoren	50
2.3.1.4	Die Anpassung der Produktionskapazitäten	52
2.3.1.5	Schlußfolgerungen aus der Produktionsfunktion Typ B	57
2.3.2	Produktionsfunktion Typ C	58
2.3.2.1	Berechnung der Produktionsfunktion über das bestimmte Integral	59
2.3.2.1.1	Momentanleistung	59

2.3.2.1.2	Momentanverbrauch	60
2.3.2.2	Mehrstufige Produktionsprozesse	64
2.3.2.3	Schlußfolgerungen aus der Produktionsfunktion Typ C	66
2.3.3	Linear-limitationale Produktionsfunktion	67
2.3.3.1	Lineare Optimierung der Produktion über den Simplex-Algorithmus	67
2.3.3.2	Nichtlineare Optimierung durch Anwendung des Lagrange-Ansatzes	72
2.4	Übungsaufgaben zu Produktionsfunktionen	75
2.5	Lösungen zu den Übungsaufgaben	76
3	STRATEGISCHES PRODUKTIONS-MANAGEMENT	78
3.1	Merkmale des strategischen Produktmanagements	78
3.2	Technologiestrategie	80
3.2.1	Produkt-Lebenszyklus-Analyse	80
3.2.2	Produktentwicklung	82
3.2.3	Eigene Ressourcenstärke und Technologie-Portfolio	84
3.3	Kapazitätsstrategie	86
3.3.1	Erweiterung und Konzentration der Produktionskapazität	87
3.3.2	Strategie der Fertigungstiefe	88
3.3.3	Das Lean Production Konzept	90
3.4	Standortstrategie	93
3.4.1	Unternehmensbezogene Standortplanung	94
3.4.2	Innerbetriebliche Standortplanung (Layoutplanung)	97
3.4.2.1	Werkstattfertigung	99
3.4.2.2	Fließfertigung	102
3.4.2.3	Gruppenfertigung	107
3.5	Übungsaufgaben zur Produktionsstrategie	111
3.6	Lösungen zu den Übungsaufgaben	114
4	PRODUKTIONSPROGRAMMPLANUNG	120
4.1	Absatz- und Produktionsgrobplanung (SOP)	120
4.1.1	Abstimmung von Absatz und Produktion	121
4.1.2	Berechnung der SOP-Mengen	122
4.1.3	SOP-Planung für Produktgruppen	123
4.1.4	Übergabe der Grobplanung an die Primärbedarfsplanung	124
4.2	Primärbedarfsplanung	125
4.2.1	Planungsstrategien	125
4.2.1.1	Vorplanung mit Endmontage	127

4.2.1.2	Anonyme Lagerfertigung	128
4.2.1.3	Kundeneinzelfertigung	129
4.2.2	Leitteileplanung (MPS)	130
4.2.3	Variantenkonfiguration	133
4.3	Übungsaufgaben zur Produktionsprogrammplanung	135
4.4	Lösungen zu den Aufgaben	137
5	MATERIALBEDARFSPLANUNG UND MATERIALBESCHAFFUNG	139
5.1	Methoden der Materialbeschaffung	140
5.1.1	Beschaffungsmarktforschung	140
5.1.1.1	Art und Umfang der Beschaffungsmarktforschung	140
5.1.1.2	Informationsquellen der Beschaffungsmarktforschung	141
5.1.1.3	Preisstrukturanalyse	142
5.1.2	ABC-Analyse	143
5.1.3	XYZ-Analyse	147
5.1.4	Wertanalyse	150
5.1.5	Eigenfertigung oder Fremdbezug	152
5.2	Optimierung der Bestellmengen	155
5.2.1	Grundmodell der optimalen Losgröße	155
5.2.2	Optimale Bestellmenge bei Lieferantenrabatt	158
5.2.3	Optimale Bestellmenge bei Preiserhöhung	159
5.2.4	Gleitende wirtschaftliche Losgröße	161
5.2.5	Berechnung der optimalen Losgröße nach Groff	162
5.3	Bedarfsplanung mit mathematisch-statistischen Verfahren	164
5.3.1	Mittelwerte	165
5.3.1.1	Einfaches arithmetisches Mittel	165
5.3.1.2	Gewogenes arithmetisches Mittel	165
5.3.1.3	Gleitender Mittelwert	166
5.3.1.4	Geometrischer Mittelwert	166
5.3.2	Bedarfsplanung mit Schätzfunktionen	167
5.3.2.1	Exponentielle Glättung 1. Ordnung	167
5.3.2.2	Lineare Einfachregression	168
5.3.2.3	Exponentielle Glättung 2. Ordnung	170
5.3.3	Bedarfsplanung mit Bestellpunktverfahren	172
5.3.3.1	Berechnung der Bestandsarten	172
5.3.3.2	Bestellpunktdisposition unter Berücksichtigung der Lagerreichweite	174
5.4	Bedarfsplanung über Stücklistenauflösung	176
5.4.1	Dispositionsstufen-Verfahren	176
5.4.1.1	Stücklisten	177
5.4.1.2	Ablauf des Dispositionsstufen-Verfahrens	180
5.4.1.3	Bedarfsplanung bei fremdbeschafften Teilen	182

5.4.1.4	Berücksichtigung von geplantem Ausschuss	183
5.4.1.5	Berechnung der Ecktermine	184
5.4.1.6	Durchlaufterminierung	185
5.4.2	GOZINTO-Verfahren	187
5.5	Übungsaufgaben zur Bedarfsplanung und Beschaffung	191
5.6	Lösungen zu den Übungsaufgaben	196
6	KAPAZITÄTSPLANUNG	204
6.1	Berechnung des Kapazitätsangebots	205
6.2	Berechnung des Kapazitätsbedarfs	207
6.3	Auftragsterminierung und Kapazitätsabgleich	210
6.3.1	Die Berechnung der Anfangs- und Endtermine im Auftrag	211
6.3.2	Auftragsfreigabe	213
6.3.3	Kapazitätsabgleich	215
6.3.3.1	Erhöhung der Taktrate	216
6.3.3.2	Überlappende Fertigung	218
6.3.3.3	Reihenfolgeplanung nach Johnson-Algorithmus	222
6.3.3.4	Auftragsreihenfolge nach Prioritätsregeln.	224
6.3.3.5	Sonstige Reduzierungsstrategien	226
6.4	Übungsaufgaben zur Kapazitätsplanung	227
6.5	Lösungen zu den Übungsaufgaben	231
7	FERTIGUNGSSTEUERUNG	234
7.1	Aufgaben und Ziele der Fertigungssteuerung	234
7.2	Regelkreisbetrachtung der Fertigungssteuerung	235
7.2.1	Regelkreis bei anonymer Lagerfertigung	235
7.2.2	Regelkreis bei Kundenauftragsfertigung	237
7.3	Fertigungsaufträge	239
7.3.1	Stammdaten des Fertigungsauftrags	240
7.3.2	Bearbeitungsfunktionen des Fertigungsauftrags	241
7.3.2.1	Verfügbarkeitsprüfung	241
7.3.2.2	Terminierung der Arbeitsvorgänge	242
7.3.2.3	Kalkulation der Auftragskosten	243
7.3.2.4	Freigabe des Fertigungsauftrags	243
7.4	Rückmeldung zum Fertigungsauftrag	244

7.5	Grundlagen eines Fertigungsinformations-Systems	246
7.5.1	Materialanalyse	246
7.5.2	Arbeitsplatzanalyse	247
7.6	KANBAN	248
7.6.1	Grundlagen für den Einsatz von KANBAN	250
7.6.2	Impuls und KANBAN Tafel	251
7.6.3	Optimierungsansätze	253
7.6.3.1	Optimale Losgröße im KANBAN	254
7.6.3.2	Optimale Anzahl an KANBAN Behältern	259
7.6.3.3	Organisatorische Optimierung	261
7.7	Übungsaufgaben zur Fertigungssteuerung und KANBAN	262
7.8	Lösungen zu den Übungsaufgaben	264
8	PRODUKTIONSLOGISTIK	267
8.1	Grundlagen	267
8.2	Logistik-Ansätze in der Beschaffung	268
8.2.1	Logistisch optimierte Beschaffungswege	269
8.2.1.1	Global Sourcing	269
8.2.1.2	e-Procurement	269
8.2.2	Dynamische Bestellmengen	270
8.2.2.1	Optimale Losgröße nach Silver-Meal	271
8.2.2.2	Optimale Bestellmenge mit mengenabhängigen Faktorpreisen	272
8.2.2.3	Optimale Bestellmenge bei Preis-Absatz-Funktion	274
8.3	Produktions-Logistik	276
8.3.1	Planungsfunktionen der Produktionsplanung und Produktionslogistik	276
8.3.2	Reihenfolgeplanung	277
8.3.2.1	Branch & Bound Methode	277
8.3.2.2	Toyota-Goal Chasing Methode	281
8.3.2.3	Toyota Goal Chasing Methode bei zweistufiger Fertigung	284
8.3.3	Produktionssteuerung über Betriebskennzahlen	288
8.3.3.1	Kennzahlen am Produktions-Arbeitsplatz	289
8.3.3.1.1	Durchführungszeit	289
8.3.3.1.2	Einfache und gewichtete mittlere Durchlaufzeit - Arbeitsplatz	291
8.3.3.2	Kennzahlen zum Produktionsauftrag	294
8.3.3.2.1	Einfache und gewichtete mittlere Durchlaufzeit - Auftrag	294
8.3.3.2.2	Durchführungszeitanteil (Flussgrad)	295
8.3.4	Produktionssteuerung über Fortschrittszahlen	296
8.3.4.1	Basiskennzahlen	296
8.3.4.2	Mittelwerte	299
8.3.4.3	Mittlere Bestandswerte	300
8.3.4.4	Terminabweichung	306

8.4	Übungsaufgaben zu Produktion und Logistik	309
8.5	Lösungen zu den Übungsaufgaben zu Produktion und Logistik	315
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	328
10	LITERATURVERZEICHNIS	330
11	STICHWORTVERZEICHNIS	338

1 Produktionsmanagement im betriebswirtschaftlichen und technischen Umfeld

1.1 Aufgaben Produktionsmanagements

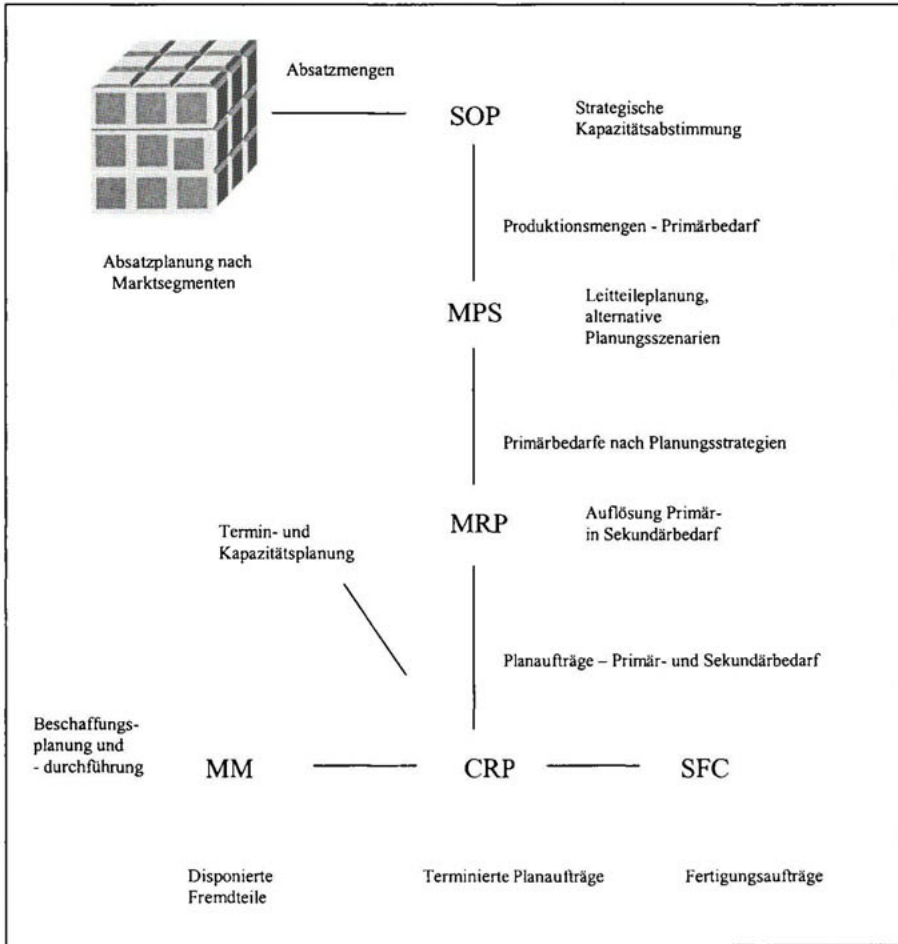
Produktionsmanagement ist die Planung und Steuerung der logistischen Prozesse im gesamten Wertschöpfungsprozess des Unternehmens. Produktion ist die Veränderung von Gütern in mindestens einer Eigenschaft mit dem Ziel der Herstellung verkaufsfähiger Erzeugnisse. Die Planung der Produktion erfolgt in einer Planintegration mit allen anderen Planungen des Unternehmens. Dazu werden Schnittstellen zwischen der betrieblichen Leistungserstellung und allen anderen Bereichen des Unternehmens benötigt. Die Planung in der Produktion wird in mehreren Planungsstufen vorgenommen.

Ausgangslage für die Planung in der Produktion ist die Absatzplanung im Vertriebswesen. Die geplanten Absatzmengen werden auf der Basis vorhandener Kundenaufträge, statistischen Auswertungen und der Produktstrategie neu geplanter Produkte bzw. Änderungen des Produktprogramms erstellt. Mit Blick auf den Absatzmarkt erfolgt eine Differenzierung nach Marktsegmenten. Ein Marktsegment ist ein Teil des Absatzmarktes des Unternehmens und wird durch eine Kombination von Vertriebsmerkmalen gekennzeichnet, zum Beispiel Kundengruppe, Warengruppe und Vertriebswege.

Die Absatzmengen der Absatzplanung werden an die Absatz- und Produktionsgrobplanung (SOP – Sales Operations Planning) übergeben. Dort erfolgt eine Planung auf Basis einer sachlichen und zeitlichen Aggregation und eine erste Abstimmung mit den vorhandenen bzw. geplanten Produktionskapazitäten. Unter Einbezug der Ergebnisrechnung erfolgt eine Berechnung der geplanten Erlöse bzw. der Herstellkosten des geplanten Umsatzes unter Auswertung der Kalkulationen.

Die mit der Produktion und der Kostenrechnung abgestimmten Produktionsmengen werden dann im Rahmen einer Produktionsprogrammplanung auf der Basis gewünschter Planungsstrategien in Planaufträge umgesetzt. Im Rahmen eines MPS (Master Production Schedule) werden wichtige Teile vorab in die Produktion eingeplant (Leitteile) bzw. unterschiedliche Planungsstrategien angewendet. Beispiele für Planungsstrategien sind anonyme Lagerfertigung oder Kundeneinzelfertigung.

Die geplanten Produktionsmengen aus der SOP-Planung (Primärbedarf) werden in der Bedarfsrechnung in den Bedarf an Vorprodukten aufgelöst. Ein Bedarfsplanungslauf (MRP – Material Requirement Planning) liefert alle Primär- und Sekundärbedarfe,



1. Abbildung: Planungsgebiete der Produktionsplanung

indem auf Basis der Mengenbeziehungen in der Erzeugnisstruktur zu den geplanten Produktionsmengen der Primärbedarfe der Bedarf an Vorprodukten berechnet wird. Diese plangesteuerte Bedarfsrechnung wird ergänzt durch eine verbrauchsorientierte Bedarfsrechnung, mit der die Produktionsmengen unter Anwendung mathematisch-statistischer Verfahren aus dem vergangenen Bedarf berechnet wird, oder bei Anwendung des Bestellpunktverfahrens bei Erreichen eines Meldebestands im Lager.

Die Terminierung der benötigten Produkten einschließlich Sekundärbedarf erfolgt auf der Basis der gewünschten Verfügbarkeitstermine (Ecktermine) und unter Auswertung der noch freien Ressourcen an Maschinen- und Personalkapazität. Die Aufgabe wird in der Kapazitätsplanung (CRP – Capacity Requirement Planning) wahrgenommen. Dabei kann eine maschinelle Kapazitätsplanung bereits vom MRP-Lauf durchgeführt werden, die Feinabstimmung bzw. Vorgabe einzelner Abstimmstrategien zur Erreichung der gewünschten Verfügbarkeitstermine erfolgt in der Kapazitätsplanung. Typische Methoden der Kapazitätsabstimmung sind überlappende Fertigung und Planung der Auftragsreihenfolge.

Für fremdbeschaffte Materialien werden vom MRP-Lauf – gegebenenfalls terminlich abgestimmt – Planaufträge oder Bestellanforderungen erzeugt, welche dann in der Materialwirtschaft (MM – Material Management) bearbeitet werden. Dazu werden im Vorfeld unter Anwendung der Methoden der Beschaffungsmarktforschung Beschaffungsalternativen untersucht und im Einkauf Rahmenverträge (Kontrakte) vereinbart.

Die benötigten Eigenproduktionsteile werden in der Fertigungssteuerung (SFC – Shop Floor Control) mit Fertigungsaufträgen konkret auf Arbeitsplätze eingeplant und der Produktionsablauf gesteuert. Hier erfolgt der Ausdruck der benötigten Arbeitspapiere und die Rückmeldung der gefertigten Produktmengen.

Die Planung des Einsatzes an Personal in der Fertigung erfolgt in Abstimmung mit der Planung im Personalwesen. Die Materialeinsatzplanung erfolgt über die Bedarfsrechnung und Verfügbarkeitsprüfung in der Materialwirtschaft. Der Einsatz an Maschinen und Werkzeugen wird in Zusammenarbeit mit der Instandhaltungsplanung bestimmt. Für die Kostenträgerrechnung wird das Mengengerüst in der Produktion und das Wertegerüst (Preise, Tarife) im internen Rechnungswesen geplant. Voraussetzung für eine effektive Produktionsplanung und -steuerung (PPS) ist daher der Einsatz eines integrierten Systems zur Produktionsplanung- und -steuerung.

1.2 Ziele des Produktionsmanagements

Ziel des Produktionsmanagements ist die Minimierung der entscheidungsrelevanten Produktionskosten unter den Bedingungen von Kapazität und Lieferbereitschaft. Die Kosten setzen sich aus den Fremdleistungs-, Fertigungs-, Transport- und Lagerkosten zusammen. Die Beeinflussbarkeit der Kosten hängt davon ab, wie flexibel der

Produktionsbereich auf Änderungen in der Nachfrage und Störungen im Produktionsablauf reagieren kann. Die Flexibilität lässt sich durch den Einsatz einer computerunterstützten Produktionstechnik erreichen. Die als CAx-Faktoren (CA - Computer Aided) bezeichnete Produktionstechnik umfasst die computer-unterstützte Konstruktion von Erzeugnissen (CAD - Computer Aided Design), die computer-unterstützte Arbeitsvorbereitung (CAP - Computer Aided Planning) und die computerunterstützte Fertigung (CAM - Computer Aided Manufacturing) durch den Einsatz automatischer Fertigungsanlagen (NC-Maschinen, NC - Numeric Control).

Das Ziel der Kostenminimierung wird unterstützt durch zeitbezogene Ziele in der Produktion:

- **Minimale Durchlaufzeit**

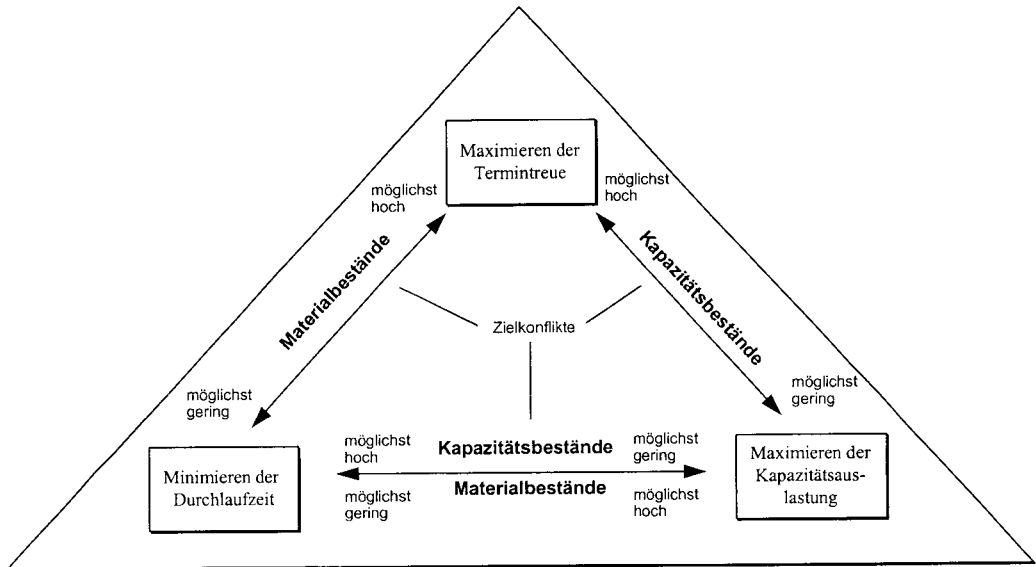
Durch die minimale Durchlaufzeit eines Betriebsauftrages in der Produktion wird auch das Ziel unterstützt, die Zeit, in der das mit der Fertigung benötigte Material im Unternehmen verfügbar ist, zu minimieren. Damit werden Lagerkosten und Kosten der Kapitalbindung verringert.

- **Maximale Termintreue**

Insbesondere bei kundenauftragsbezogener Fertigung ist die Einhaltung der zugesagten Auslieferungstermine die Voraussetzung zur Vermeidung von Konventionalstrafen und der Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit. Die mit der Verzögerung von Aufträgen verbundenen Kosten entstehen kurzfristig durch zusätzliche organisatorische Kosten und Kosten durch die Verzögerung anderer, abhängiger Betriebsaufträge. Auch Kosten für die Fremdvergabe von Fertigungsleistungen aufgrund des Termindrucks bei Auftragsverzögerung sind zu den kurzfristigen Kosten zu zählen. Langfristig können die Kosten durch so entstandene Wettbewerbsnachteile noch ein Vielfaches der kurzfristigen Kosten ausmachen.

- **Maximale Kapazitätsauslastung**

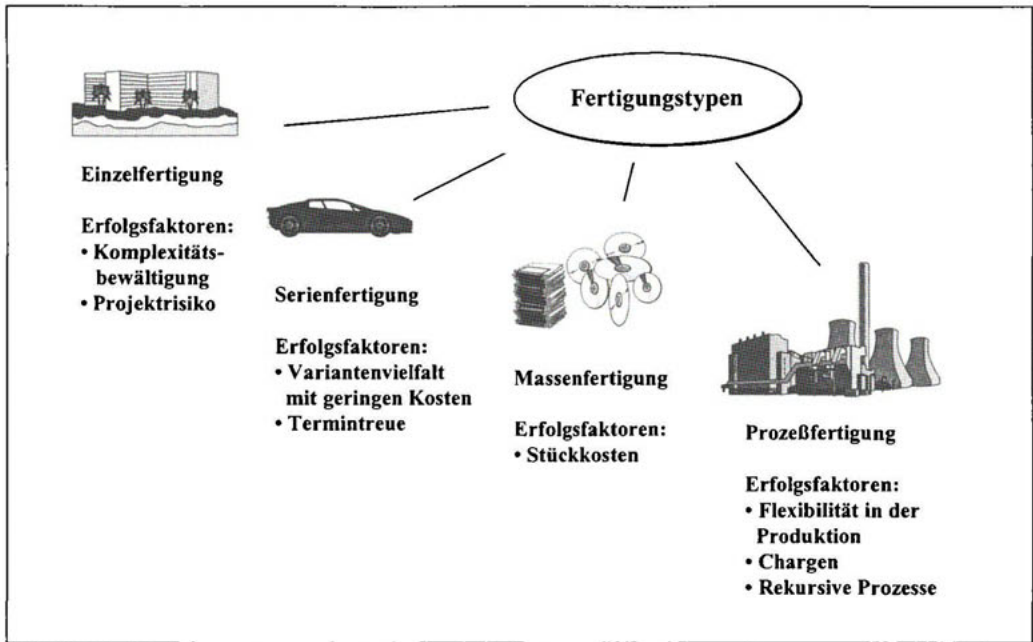
Je geringer die Kapazitätsauslastung in der Produktion ist, umso höher wird der Anteil an den Kosten der Betriebsbereitschaft, den jede einzelne Erzeugniseinheit zu tragen hat. Die mit steigenden Produktionsmengen geringer werdenden fixen Kosten pro Stück werden als *Skaleneffekt* bezeichnet. Bereits bei der Fabrikplanung ist zu berücksichtigen, welche Produktionskapazitäten einerseits notwendig sind, um zu wettbewerbsfähigen fixen und variablen Kosten pro Stück produzieren zu können. Andererseits muss der Ausbau der eigenen Kapazitäten mit Blick auf die künftige Marktentwicklung vorgenommen werden.



2. Abbildung: Zielkonflikte im Produktionsmanagement

Ein gleichzeitige vollständige Zielerreichung aller drei produktionswirtschaftlichen Ziele ist jedoch nicht möglich. Daher müssen Prioritäten gesetzt werden. Die Priorität der Ziele hängt davon ab, um welchen Fertigungstyp es sich bei dem Unternehmen handelt.

Ein Unternehmen mit *Einzelfertigung* konstruiert und fertigt nach explizit kundenspezifischen Vorgaben. Insbesondere im Anlagenbau wird unter Verwendung eines Projektverwaltungssystems die Planung und Verwaltung der Kundenaufträge durchgeführt. Der Erfolgsfaktor für diese Unternehmen liegt in einer exakten Einhaltung der technischen Vorgaben. Die Durchlaufzeiten der Betriebsaufträge sind in der Regel technisch bedingt. Die Kapazitätsauslastung ist wichtig, da im Anlagenbau teure Spezialmaschinen zum Einsatz kommen. Die Planung der Kapazitätsauslastung erfolgt aufgrund der speziellen, kundenauftragsbezogenen Anforderungen i.d.R. in einem mittelfristigen Zeitraum. Kritisch ist die Termineinhaltung der Kundenaufträge, da im Anlagenbau z.T. hohe Vertragsstrafen fällig werden. Die Einhaltung der Termintreue unter Beachtung der zeitlichen und technischen Abhängigkeiten ist das wichtigste Ziel eines Unternehmens mit Einzelfertigung. Solche Unternehmen werden in der Regel bei Auswahl eines PPS-Systems vordringlich auf die Funktionalität in den Stammdaten (Komplexität von Stücklisten und Arbeitsplänen) und die Verfügbarkeit eines Projektverwaltungssystems achten.



3. Abbildung 3: Fertigungstypen

Ein Unternehmen der *Serienfertigung* fertigt Erzeugnisse in einer mittleren bis großen Produktionsmenge (Fertigungslos), die kundenspezifische Merkmale aufweisen. Serienerzeugnisse mit kundenspezifischen Merkmalen werden auch als Variantenerzeugnisse bezeichnet. Die Zuordnung gleicher Merkmale (Komponenten) zu einem Erzeugnis erfolgt durch die Verwendung einer Seriennummer, die mit den entsprechenden Komponenten mitgeführt wird, z.B. im Materialstammsatz der Komponente. Die variantenbezogenen Komponenten müssen explizit als zulässige Variante eines Serienerzeugnisses gekennzeichnet werden. Dies erfolgt durch die Verwendung variantenbezogener Fertigungsunterlagen.

Für ein Unternehmen der Serienfertigung kommt es nun darauf an, einerseits die Kundenanforderungen nach speziellen Ausführungen (Varianten) zu erfüllen, ohne dass andererseits für die Variantenabwicklung zu hohe Zusatzkosten entstehen, die von den Kunden nicht bezahlt werden. Für die unter scharfen Wettbewerbsbedingungen am Markt agierenden Unternehmen hat die Erfüllung des Terminzieles oberste Priorität. Durch die kundenspezifische Ausgestaltung der Erzeugnisse ist es nicht möglich, Erzeugnisse einer Serie auszutauschen. Die Terminverschiebung eines Kundenauftrages führt unweigerlich zur Terminverschiebung der nachfolgenden Erzeugnisse. Auch die Durchlaufzeiten sind ein wichtiges Ziel, um mit wettbewerbsfähigen Stückkosten zu arbeiten.

Kundenauftragsfertiger mit Serienerzeugnissen stellen die höchsten Anforderungen an die Flexibilität eines einzusetzenden PPS-Systems und setzen das Ziel der Termintreue auf die höchste Priorität.

Unternehmen, die Serienerzeugnisse ohne kundenspezifische Varianten herstellen, werden als *Werkstattfertiger* bezeichnet. Hier liegt der Schwerpunkt in einer möglichst geringen Durchlaufzeit. Ein Termindruck gegenüber den Kunden besteht nur bedingt, da der Verkauf von Werkstatt-Erzeugnissen in der Regel aus dem Auslieferungslager erfolgt. Werkstattfertiger setzen die Priorität neben der kurzen Durchlaufzeit auf eine möglichst hohe Kapazitätsauslastung, um die Stückkosten gering zu halten. Für die Kaufentscheidung hat, im Gegensatz zum Serienfertiger, der Preis ein höheres Gewicht.

Ein Unternehmen der *Massenfertigung* fertigt Erzeugnisse ohne kundenspezifische Merkmale in hoher Stückzahl. Der entscheidende Wettbewerbsfaktor liegt hier in minimalen Stückkosten. Dieses Ziel ist nur durch den Einsatz einer hohen Automation in der Fertigung erreichbar. Um mit der durch die Automation erforderlichen kapitalintensiven Produktion zu minimalen Stückkosten produzieren zu können, muss das Ziel der maximalen Kapazitätsauslastung oberste Priorität haben. Massenfertiger stellen insbesondere Anforderungen an die materialwirtschaftlichen Funktionen eines PPS-Systems, insbesondere an die Funktionen eines Einkaufs-Moduls und der Lagerverwaltung. Da der Preis für das eigene Erzeugnis den entscheidenden Wettbewerbsfaktor darstellt, sind detaillierte Lieferanten-Informationen und ein kostenorientiertes Bestellwesen besonders wichtig. Das in der Regel hohe Materialaufkommen erfordert den Einsatz automatischer Lagerverwaltungssysteme, z.B. Hochregallager. Das PPS-System muss hierzu die Funktionalität eines chaotischen Lagerverwaltungssystems zur Verfügung stellen, über das ein Material je nach Bedarf an mehreren Lagerorten ein- und ausgelagert werden kann.

Prozessfertigung ist dadurch gekennzeichnet, dass nur zum Teil eine feste Zuordnung zwischen Planauftrag, Betriebsauftrag und dem Mengengerüst des Erzeugnisses hergestellt werden kann. Über Teilstrecken des Produktionsprozesses wird kundenanonym gefertigt, ab einer bestimmten Fertigungsstufe (z.B. Abfüllen chemischer Erzeugnisse) erfolgt dann eine Zuordnung zum Kundenauftrag. Prozessfertigung ist in der chemischen Industrie verbreitet. Die besonderen Merkmale liegen hier in der Anforderung an eine äußerst flexible Planbarkeit der Produktion. Dies liegt an folgenden Einflussfaktoren einer Prozessfertigung:

Die Steuerung eines Prozessauftrages wird nach jeder Fertigungsstufe neu entschieden. Im Gegensatz zum Maschinenbau, bei dem das Produktionsergebnis jeder

Fertigungsstufe eindeutig feststeht, ist dies in der Prozessfertigung nicht unbedingt der Fall. Je nach Beschaffenheit der einzelnen Komponenten zur Herstellung des Erzeugnisses hat das Erzeugnis nach der Durchführung des Produktionsprozesses bestimmte Qualitätsmerkmale. Aufgrund der analysierten Qualitätsmerkmale werden dann das Verfahren und die Komponenten des nächsten Produktionsprozesses entschieden.

Beispiel: Zementwerk

Bei einem Zementwerk besteht der Produktionsprozess aus den Fertigungsstufen:

- Abbau des Zementgesteins im Tagebau,
- Zerkleinerung des Rohgesteins,
- Klinkerproduktion, d.h. Brennen des Rohzements unter Zugabe von Altreifen zur Beimengung von Stahl in den Zement,
- Feinmahlung unter Beigabe von Zusatzstoffen wie z.B. Gips zur Erhöhung der Viskosität (Verzögerung der Erstarrung des Zements) und dem
- Abfüllen.

Die Beschaffenheit eines Zements ist genormt. Je nach Beschaffenheit des Rohgesteins (Analyseergebnisse des Labors) und der Altreifen (Stahlanteil) müssen bestimmte Mengen an Zusatzstoffen in den nachfolgenden Produktionsstufen beigemischt werden, um einen Zement mit einer bestimmten Beschaffenheit (z.B. PZ34) zu erzeugen. Daher kann nicht mit *einer* Stückliste über den gesamten Produktionsprozess - wie beim Maschinenbau - gearbeitet werden. Vielmehr erfolgt die Produktion nach sogenannten Rezepten, die einer ständigen Änderung - auch während des Produktionsprozesses - unterliegen.

Während der Fertigung können ggf. Änderungen in der Zusammensetzung des Erzeugnisses erforderlich werden, weil die chemischen Reaktionen im Fertigungsprozess von äußeren Einflüssen wie Luftfeuchtigkeit und Temperatur abhängen.

Beispiel: Textilfertigung

In der Textilfertigung erfolgt in der ersten Produktionsstufe die Herstellung des Stoffes. Das *Zusammenfließen* der Stoffbestandteile ist extrem abhängig von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit in der Produktionsstätte. Gleiches gilt für den Prozess des Färbens. Auch bei diesem Fertigungstyp steht nicht zu Beginn der Fertigung eine Stückliste

(Komponenten zur Fertigung) und ein Arbeitsplan (Bearbeitungsvorgänge) fest. Rezept und Arbeitsplan werden vielmehr für jede Fertigungsstufe auf Basis des Ergebnisses der vorhergehenden Fertigungsstufe festgelegt.

Auch die Auftragsverwaltung eines Unternehmens der Prozessindustrie erfordert eine wesentlich höhere Flexibilität als beim Maschinenbau. Das Einrichten der Maschinen zur Durchführung der Färbung der Stoffe erfordert nicht selten einen Zeitraum von bis zu 2 Tagen. Daher ist es notwendig, die Betriebsaufträge zur Färbung der Stoffe so hintereinander zu schalten, daß dunklere Farben nach helleren Farben zum Einsatz kommen (Teilefamilien). Dies minimiert ganz erheblich die zwischen den Aufträgen notwendigen Reinigungsprozesse.

In der Prozessindustrie erfolgt häufig der Einsatz wiederverwertbarer Stoffe. Der Einsatz von wiederverwendbarem Material muss bei der Berechnung der Materialbedarfsmengen und der Produktionsmengen berücksichtigt werden.

Beispiel: Gießerei

Im Schmelzbetrieb einer Gießerei zur Herstellung von Kurbelgehäusen für die Motorenproduktion erfolgt die Berechnung des Bedarfs an Eisenerz und Legierungsstoffen auf der Basis des Fassungsvermögens des Schmelzofens. Neben der Verwendung von Eisenerz erfolgt die Zugabe von Legierungsstoffen wie z.B. Nickel und Chrom, um die für einen Verbrennungsmotor notwendigen Eigenschaften wie Hitzebeständigkeit und Festigkeit zu erreichen. Stellt sich bei der Qualitätsprüfung der Kurbelgehäuse ein Qualitätsmangel heraus (z.B. Haarriss), so wird das Werkstück wieder dem Schmelzprozess beigegeben. Dies erfordert eine neue Berechnung der Zusatzmengen für die Zusatzstoffe.

Zum Bereich der chemischen Fertigung zählt auch die *Kuppelproduktion*. Hier entstehen im Fertigungsprozess technisch bedingt mehrere, verkaufsfähige Erzeugnisse. Daraus resultiert die Anforderung, in der Planung der Produktionsmengen auch die Kuppelprodukte zu berücksichtigen.

Beispiel: Produktion von Leuchtgas

Bei der Produktion von Leuchtgas werden zwangsläufig die Produkte Koks, Teer und Ammoniak hergestellt [*Wöhe*]. Geänderte Produktionsbedingungen, z.B. Temperatur,

führen dazu, dass die Relation der Produktionsmengen der Kuppelprodukte variiert. Die konkrete Festlegung der Bearbeitungsvorgänge (Arbeitsplan) führt zu abhängigen Produktionsergebnissen. Hier muss der direkte Zusammenhang zwischen der Planung der Absatzmengen verkaufsfähiger Erzeugnisse und der Produktionsplanung berücksichtigt werden. Ein ähnlicher Sachverhalt ergibt sich bei der Kraftstoffproduktion. Je nachdem, bis zu welcher Temperatur das Rohöl aufgeköcht wird, fällt eine bestimmte Menge an Kraftstoffsorten (Schweröl, leichtes Heizöl, ... Kerosin) und Nebenprodukten an. Gleiches gilt auch für die Abfallstoffe, die im Hinblick auf eine wirtschaftliche Verwertung auch Kuppelprodukte darstellen.

1.3 Funktionen in der Produktionsplanung

Die Funktionen in der Produktionsplanung orientieren sich an einem Stufenkonzept. Das Stufenkonzept bezieht sich auf eine sukzessive Top-Down-Planung, ausgehend von der strategischen Planungsebene bis hin zur Steuerung der Fertigungsaufträge in der Produktion.

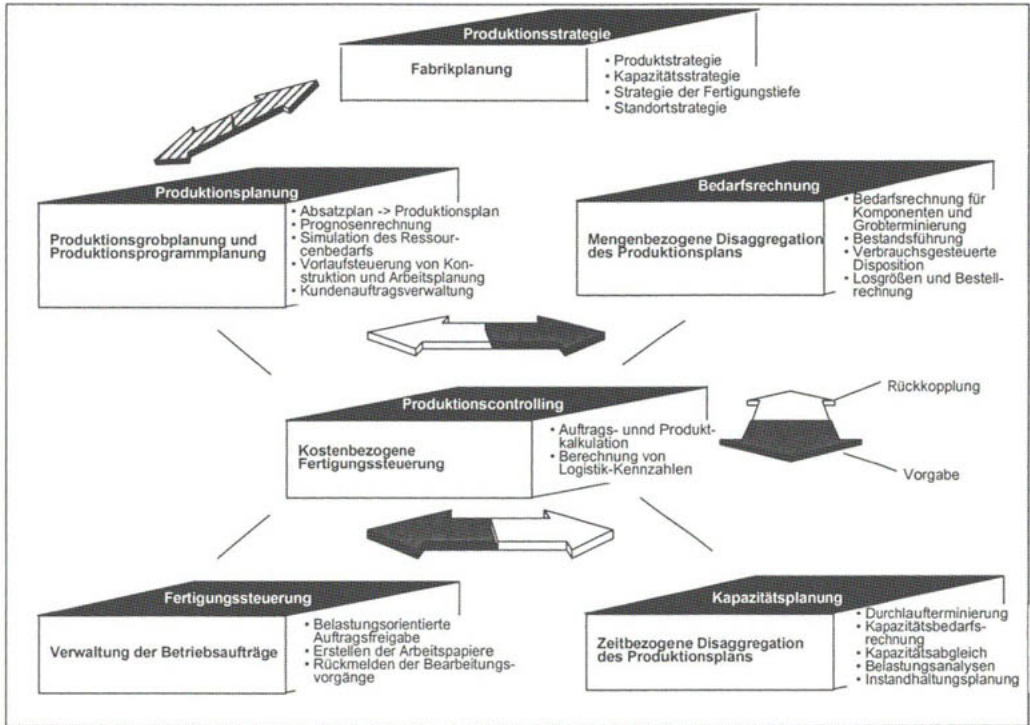
Das Stufenkonzept wird auch als MRP-Konzept (MRP - *Material Requirement Planning*) bezeichnet (*Adam*). Besteht zwischen den Planungsebenen ein Rückkoppelungsmechanismus, der zur Neuberechnung der Planwerte der höheren Planungsebene führt, wird von einem MRP II - Konzept (MRP II - *Material - Ressource - Planning*) gesprochen [*Scheer*].

Die Produktionsstrategie ist die langfristige, unternehmensbezogene Planung der für die Produktstrategie notwendigen Kapazitäten. Weiterhin sind Entscheidungen über Eigenfertigung oder Fremdbezug (Strategie der Fertigungstiefe) und die Wahl der Produktionsstandorte Aufgabe der Produktionsstrategie.

Zwischen der Absatz- und Produktionsgrobplanung und der Produktionsstrategie besteht eine gegenseitige Abhängigkeit. Einerseits fordert der Markt vom Unternehmen ein bestimmtes Absatzprogramm und begründet damit indirekt die strategischen Entscheidungen des Produktionsmanagements: Es wird *dort* produziert, wo die Nachfrage ist, es wird *das* produziert, wofür ein Marktvolumen vorhanden ist.

Andererseits sind Kapazitäten, Standort und Fertigungstiefe kurzfristig nicht wesentlich änderbar, und damit eine Restriktion für die Produktionsplanung. Daraus folgt, dass

strategische Entscheidungen in der Produktion immer auch in enger Abstimmung mit dem Vertrieb erfolgen müssen.



4. Abbildung: Funktionen des Produktionsmanagements

Die Absatz- und Produktionsgrobplanung erfolgt auf einer sachlich und zeitlich verdichteten Ebene. Das heißt, die Planung erfolgt als Quartals-, Halbjahres- bzw. Jahresplanung für Produktgruppen. Basis der Absatzplanung sind die Aussagen der Vertriebsorganisation über erwartete Kundenaufträge, Erfahrungen über die Absatzentwicklung in den zurückliegenden Geschäftsperioden und die Ergebnisse aus Prognoserechnungen bezüglich der langfristigen Entwicklung von Produktion und Absatz der Erzeugnisse.

Die Ergebnisse der Absatz- und Produktionsgrobplanung werden mit der Kapazitätsstrategie abgestimmt. Das mit der Kapazitätsstrategie verbundene Investitionsrisiko soll insbesondere durch Einsatz einer Simulationsrechnung (s. Kapitel *Kapazitätsstrategie*) kalkulierbar werden. Auf Basis einer mathematisch-statistischen Funktion (Schätzfunktion) wird berechnet, welche Werte sich für die Funktion unter Variation von Einflussfaktoren der Funktion, zum Beispiel Entwicklung der Nachfrage,

Entwicklung der Zinsen, usw., ergeben. Als Verfahren der Simulationsrechnung führt insbesondere das von J. Forrester am „Massachusetts Institute of Technology MIT“ entwickelte Programm „System Dynamics“ zu fundierten Ergebnissen [von Kortzfleisch]. Mit dem Produkt POWERSIM[®] können komplexe Zusammenhänge im Rahmen einer graphischen Modellierung abgebildet und die Ergebnisse an die strategische Planung – auch im Umfeld der Logistik – übermittelt werden.

Aus dem Produktionsgrobplan wird durch Auflösung der Produktgruppen in die einzelnen Erzeugnisse das Produktionsprogramm berechnet. Für die Auslieferungstermine der Enderzeugnisse (Primärbedarf) ist insbesondere bei neuen Erzeugnissen die benötigte Zeit für die Konstruktion und Einplanung der Fertigung in die bestehenden Kapazitäten zu berücksichtigen. Die Zusammenfassung mehrerer Kundenaufträge in periodische Bedarfe erfordert eine Kundenauftragsverwaltung, in der eine Fortschreibung des Auftragsstatus mit Bezug bis in die einzelnen Betriebsaufträge der zu produzierenden Komponenten und Baugruppen möglich ist.

Die Auflösung des Bedarfs an verkaufsfähigen Erzeugnissen in die einzelnen Bestandteile (Sekundärbedarf) erfolgt auf Basis von Stücklisten, in denen die Zusammensetzung des Produktes dokumentiert ist. Für den Bedarf an Eigenproduktionsteilen erfolgt die Terminierung der dazu notwendigen Betriebsaufträge zunächst ohne Abstimmung mit den vorhandenen Kapazitäten. Ergebnis dieser Grobterminierung sind die sogenannten Ecktermine. Im Rahmen der Berechnung der Produktionsmengen erfolgt zunächst eine Verrechnung mit dem verfügbaren Lagerbestand. Basis dazu ist die Bestandsführung, in der alle Lagerbewegungen pro Material fortgeschrieben werden.

Die Berechnung des Sekundärbedarfs an Materialien, die einen relativ geringfügigen Wert haben (sog. C-Teile), erfolgt in der Regel über die Anwendung von Prognoseverfahren. Diese Art der Bedarfsrechnung wird als *verbrauchsorientierte* Bedarfsrechnung bezeichnet, da hier - im Gegensatz zur *programmorientierten* Bedarfsrechnung - nicht ein Produktionsprogramm die Basis darstellt, sondern der Verbrauch des Materials in der Vergangenheit.

Die Festlegung der Produktionsmengen bzw. Bestellmengen erfolgt unter Bildung von Losgrößen. Eine Losgröße ist die Menge, die auf einmal bestellt (Kaufteile) bzw. ohne Unterbrechung produziert wird (Eigenproduktionsteile). Hierzu können mathematische Verfahren angewendet werden mit dem Ziel, die stückbezogenen fixen und variablen Kosten eines Loses zu minimieren (vgl. Kapitel zur *Bedarfsrechnung*).

In der Kapazitätsplanung erfolgt in der Durchlaufterminierung die Bestimmung der Anfangs- und Endtermine aller Bearbeitungsvorgänge, die im Fertigungsbereich für die Betriebsaufträge des Produktionsprogramms durchzuführen sind. Mit der Funktion des Kapazitätsabgleichs erfolgt eine Anpassung des Kapazitätsangebots an die Kapazitätsnachfrage und umgekehrt. Dazu werden konzeptionelle Ansätze wie Erhöhung der Betriebszeit, Splitten der Betriebsaufträge auf mehrere Maschinen oder Reduzierung der Transportzeiten zwischen den einzelnen Produktionsplätzen durch die Bildung entsprechender Parameter bei den Terminberechnungen berücksichtigt. Über Belastungsanalysen wird berechnet, welche Planbelastung sich einerseits auf den Produktionsplätzen durch die Betriebsaufträge ergibt, und welches Kapazitätsangebot der Produktionsplätze der Planbelastung gegenübersteht. Für die Wartung der Maschinen ist vor der Instandhaltungsmaßnahme eine Mehrproduktion (Bevorratung) einzuplanen, um in den Leerzeiten die nachfolgenden Produktionsplätze im Fertigungsprozess weiter versorgen zu können.

Nachdem eine Abstimmung des Produktionsprogramms mit den Produktionskapazitäten stattgefunden hat, erfolgt die Freigabe der Betriebsaufträge. Damit erfolgt die konkrete Reservierung der Produktionsplätze und das für die Produktion benötigte Material. Die Freigabe der Betriebsaufträge erfolgt so, dass eine möglichst hohe Auslastung der Kapazitäten erreicht wird. In der *belastungsorientierten* Auftragsfreigabe erfolgt die Freigabe pro Arbeitsplatz. Das heißt, wenn ein Bearbeitungsvorgang eines Betriebsauftrages auf einem Produktionsplatz auszuführen ist, der bereits voll ausgelastet und damit für die Planungsperiode gesperrt ist, wird der Betriebsauftrag nicht freigegeben. Nach der Auftragsfreigabe werden die Fertigungspapiere ausgedruckt und den Abteilungen im Fertigungsbereich übergeben. Die Materialentnahmescheine dienen zur Ausfassung des benötigten Materials aus dem Lager, die Lohnscheine zur Erfassung der tatsächlich benötigten Arbeitszeiten.

Die Vorgangsbeschreibungen werden in den Arbeitsplänen geführt und dienen als Vorgabe für die durchzuführenden Bearbeitungsvorgänge. Die durchgeführten Vorgänge werden mit der produzierten Menge, den benötigten Ist-Produktionszeiten und Zusatzangaben wie z.B. Ausschussmenge zum Betriebsauftrag rückgemeldet. Nach der Erfassung der letzten Rückmeldung der Produktionsmenge oder auch von Teilmengen erfolgt die Buchung der Produktionsmenge auf den Lagerbestand und des wertmäßigen Bestandes auf ein Konto der Finanzbuchhaltung.

Das Produktions-Controlling beinhaltet in der Sicht der Kostenrechnung die Kostenträgerrechnung, aus der Sicht des Produktionsprozesses werden Kennzahlen über Durchführungszeiten, Kapazitätsauslastung und Ausschuss in der Produktion berechnet.

In der Kostenträgerstückrechnung erfolgt die Kalkulation der Erzeugnisse zu Planmengen und Planpreisen in der Plankalkulation. Die Ist-Kosten ergeben sich aus der Multiplikation der Ist-Verbrauchsmengen benötigter Vorprodukte mit den zum Zeitpunkt des Verbrauchs gültigen Planpreisen. In der Kostenträgerzeitrechnung erfolgt die Ermittlung der Periodenergebnisse, zum Beispiel der Monats- oder Jahresergebnisse. Dazu wird die bisher erbrachte Produktionsleistung eines Betriebsauftrages zu Herstellkosten bewertet, und von den gesamten Ist-Kosten der Kostenträger (Betriebsaufträge) subtrahiert. Die noch verbleibenden, am Kostenträger gebundenen Kosten werden als Ware in Arbeit (WIP - Work in Process) periodisch abgegrenzt und nach Fertigstellung des Betriebsauftrages und Buchung der Produktionsmengen auf Lager wieder aufgelöst.

1.4 Organisatorische Einbettung

Die Organisation im Produktionsmanagement ist dadurch definiert, dass Verantwortungsbereiche im Unternehmen (Cost Center, Profit Center) für Produktionsaufgaben zuständig sind (Aufbauorganisation) und dabei ein Leistungsaustausch zwischen den Organisationseinheiten des Unternehmens stattfindet, der technisch begründet ist (Ablauforganisation) [*Steffens*].

1.4.1 Aufbauorganisation des Produktionsmanagements

Die Aufbauorganisation im Produktionsmanagement wird durch Organisationseinheiten festgelegt, denen die Objekte der Produktion (Materialstammsätze, Arbeitsplätze, Arbeitspläne, Stücklisten, Produktionsaufträge) zugeordnet werden. Ziel ist die Regelung klarer Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten für die Erzeugnisse und deren Herstellungsprozess.

Oberste Organisationseinheit ist der Produktionsbereich, der aus buchhalterischer Sicht durch den Geschäftsbereich, aus logistischer Sicht durch das Werk bestimmt wird. Der Produktionsbereich wird auf Unternehmensebene definiert und bezieht sich in der Regel

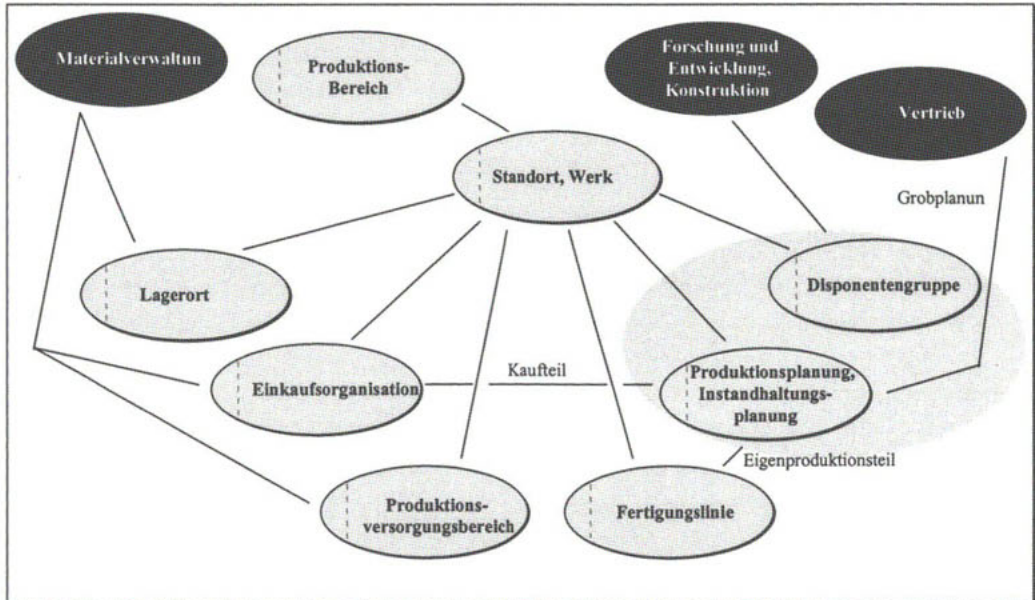
auf bestimmte Erzeugnisse, zum Beispiel die Geschäftsbereiche *Personenkraftwagen* und *Nutzfahrzeuge* eines Automobilherstellers oder auch *Gasturbinen*, *Wasserkraftturbinen* und *Dampfturbinen* eines Anlagenbauers für Kraftwerke. Produktions- bzw. Geschäftsbereiche werden durch ihre unternehmensweite Bedeutung auch als *strategische Geschäftseinheiten* bezeichnet.

In den Stammdaten ist ein Produktionsbereich im Finanzwesen in der Regel durch einen Geschäftsbereich, in der Produktion durch die Organisationselemente Werk, Lagerort und Lagerplatz festgelegt.

Die Produktion der Erzeugnisse findet in den Werken eines Unternehmens statt, wobei mehrere Werke einem Produktionsstandort zugeordnet sein können. Die Erzeugnisse und Materialien, die in den einzelnen Werken produziert und bestandsmäßig geführt werden, haben einen werksbezogenen Materialstammsatz. Ein Erzeugnis, dass in mehreren Werken produziert wird, hat je Werk einen Materialstammsatz.

Produziert ein Werk für den Bestand eines anderen Werkes, erfolgt werksbezogene Umbuchung des Bestandes. Einen Werksbezug haben auch folgende Stammdaten in der Produktion: Stücklisten sind werksbezogen, sie dokumentieren die Zusammensetzung der Erzeugnisse. Arbeitspläne enthalten die Beschreibung der Arbeitsvorgänge für die Herstellung der Erzeugnisse, die Bearbeitungsvorgänge können werkspezifisch unterschiedlich gestaltet sein. Schließlich sind auch die Arbeitsplätze, die den Vorgängen im Arbeitsplan zugeordnet werden, werksbezogen definiert (Terminangebot, Kapazitäten und Kostensätze).

Die Bestandsführung der Erzeugnisse und Materialien erfolgt in werksbezogenen Lagern, innerhalb der Lager in Lagerorten und bei Anwendung eines chaotischen Lagerhaltungssystems in Lagerplätzen. Bei Anwendung einer chaotischen Lagerhaltung erfolgt die Lagerung nicht an fest vorgegebenen Lagerorten, sondern an mehreren Lagerplätzen. Die Einlagerung wird davon bestimmt, wo gerade freie Lagerflächen zur Verfügung stehen und wie häufig Lagerbewegungen für das Material stattfinden. Häufig benötigtes Material wird in Lagerflächen mit schnellem Zugriff (Picking-Lager, Hochregallager), Material mit geringerem Bedarf in Vorratslager gelagert (ABC-Belegungsstrategie). Zuständig für die Buchung der Lagerbewegungen, die Überwachung der Lagerbestände und die Bewertung des Materials ist die Lagerverwaltung bzw. das Lagerverwaltungssystem bei chaotischer Lagerverwaltung.



5. Abbildung: Organisations-Einheiten in der Produktionsplanung

Die Materialdisposition regelt die Verfügbarkeit der für das Produktionsprogramm benötigten Materialien. Die von den Einkaufsabteilungen ausgehandelten Lieferverträge werden hier für das Tagesgeschäft zugrundegelegt. Welche Materialien in welcher Stückzahl benötigt werden, ist Ergebnis der Auflösung des Produktionsprogramms. Die für die benötigten Materialien angelegten Bestellanforderungen werden von der Materialdisposition in Bestellungen umgesetzt. Dazu wird einer Bestellanforderung die Liefervereinbarung (Einkaufsinfosatz) des Lieferanten zugeordnet, bei dem das benötigte Material bestellt werden soll. Nach erfolgter Bestellung wird der Beschaffungsvorgang überwacht und der Wareneingang gebucht. Insbesondere bei Materialengpässen (fehlendes Material in der Produktion) wird die Materialdisposition aktiv. In Gesprächen mit den Lieferanten wird versucht, das fehlende Material per Express (unter Umständen per Luftfracht) zu beschaffen, bevor es zu einem Produktionsstillstand kommt.

Die Arbeitsvorbereitung ist zuständig für die Verwaltung der Stammdaten in der Produktion. Die Stammdaten beziehen sich auf die zu produzierenden Erzeugnisse, das im Produktionsprozess eingesetzte Material und die einzusetzenden Betriebsmittel. In Industriebetrieben sind in der Regel einzelne Organisationsbereiche für bestimmte Erzeugnisse zuständig, daher werden die Stücklisten sogenannten Planergruppen und auch Disponentengruppen zugeordnet. Zu den Stücklisten sind auch die Unterlagen der Konstruktion, zum Beispiel Zeichnung und Dokumentationen zugeordnet. Die Arbeitspläne enthalten eine Beschreibung der einzelnen Arbeitsgänge zur Herstellung eines Erzeugnisses. In den Arbeitsplänen werden die Arbeitsplätze zugeordnet, an denen die Produktionsleistung zu erbringen ist. Die Arbeitspläne und Arbeitsplätze werden einzelnen Planergruppen zugeordnet. Damit wird die Zuständigkeit einzelner Produktionsbereiche eindeutig geregelt. Im System SAP™ R/3™ kann unterhalb der Planergruppe ein Plangruppenzähler geführt werden, um die Zuständigkeit und Gültigkeit organisatorisch im Detail zu bestimmen.

Die Produktionsplanung ist zuständig für die Planung des Primärbedarfs an verkaufsfähigen Erzeugnissen und der dazu notwendigen Kapazitäten. Ausgangsbasis ist die Absatz und Produktionsgrobplanung, die in der Regel durch den Vertriebsbereich erstellt wird. Die Auflösung der Produktionsgrobplanung führt zum Produktionsprogramm, das heißt zur Definition der Produktionsmengen einzelner Erzeugnisse im Planungszeitraum. Die Zuständigkeit einzelner Organisationseinheiten ergibt sich aus den technischen Rahmenbedingungen. Die Kapazitäts- und Instandhaltungsplanung wird für bestimmte Fabrikbereiche organisatorisch festgelegt. Beispiele solcher Fabrikbereiche sind z.B. in einer Motorenfertigung die Fertigungslinien zur Herstellung bestimmter Baureihen (LKW- und PKW-Motoren).

Nach Abstimmung des Produktionsprogramms mit den vorhandenen Kapazitäten im Fabrikbereich erfolgt die Eröffnung von Bestellanforderungen für Kaufteile und die Freigabe von Fertigungsaufträgen für die Eigenproduktionsteile. Mitarbeiter der Kapazitäts- und Instandhaltungsplanung sind Disponenten, die über eine entsprechende Erfahrung in der Produktion bestimmter Erzeugnisse in den im Zuständigkeitsbereich liegenden Fabrikbereich verfügen. Das Know-how erfahrener Disponenten für die Produktionsplanung ist auch bei Einsatz von PPS-Systemen unverzichtbar. Nur die Disponenten können kurzfristig dispositive Entscheidungen bei Störungen im Fertigungsablauf treffen, zum Beispiel durch Verschieben von Fertigungsaufträgen auf andere Fertigungslinien, Änderungen in der Bearbeitungsreihenfolge oder Verwendung alternativer Einsatzmaterialien für die Produktion. Dazu wird dem Material im Materialstammsatz eine Disponentengruppe zugeordnet. Dem Disponent wird eine sogenannte Dispositionsliste zur Verfügung gestellt, in der die Fertigungssituation der

ihm zugeordneten Erzeugnisse dokumentiert wird. Eine Dispositionsliste enthält geplante, freigegebene und sich im Fertigungsprozess befindliche Fertigungsaufträge.

Der Status der Fertigungsaufträge wird durch Ausnahmemeldungen dokumentiert, zum Beispiel „Endtermin liegt nach dem geplanten End-Ecktermin, Transportzeitreduzierung um 50% oder auch Starttermin liegt in der Vergangenheit. Aufgrund der Angaben in der Dispositionsliste trifft der Disponent seine Entscheidungen.

Die Fertigungssteuerung ist für die Überwachung der technischen Produktionsvorgänge und der Rückmeldungen der hergestellten Erzeugnismengen zuständig. Insbesondere Störungen im Produktionsablauf bei kurzfristigen Änderungen des Produktionsprogramms, Ausschussproduktion oder Ausfall von Betriebsmitteln liegen im Zuständigkeitsbereich der Fertigungssteuerung. Die Fertigungssteuerung wird durch die Meisterbüros im Fabrikbereich besetzt. Durch die Mitarbeiter der Meisterbüros erfolgen die konkreten Arbeitsanweisungen an die Mitarbeiter in der Fertigung, die Aufnahme der Ist-Produktionsmengen und Ist-Zeiten sowie die Fertigungsüberwachung vor Ort.

Die Erfassung der rückzumeldenden Produktionsmengen erfolgt zu den Arbeitsgängen Fertigungsaufträge. Die organisatorische Zuordnung erfolgt über die Arbeitsplätze, die in den Verantwortungsbereich einzelner Meister bzw. Gruppenmeister fallen.

Die Zuständigkeitsregelungen erfolgen durch Angaben in den Stammdaten der Produktion und in den Kopfdaten zu den Fertigungsaufträgen. Im System SAP™ R/3™ sind dies

- Disponentengruppe im Materialstammsatz, die für die Disposition (Beschaffung und/oder Fertigung) des Materials bzw. Erzeugnisses zuständig ist, d.h. alle Aktivitäten, die mit der Bestellanforderung, Bestellung bis hin zum Wareneingang für Kaufteile, und für das Anlegen, die Freigabe und Verwaltung der Fertigungsaufträge für Eigenproduktionsteile verbunden sind,
- Planergruppe im Arbeitsplan, unter deren Verantwortung die Pflege des Arbeitsplans erfolgt und die für die Pflege der Daten und den Einsatz einzelner Kapazitäten (z.B. Personalkapazität, Maschinenkapazität) zuständig ist,
- Plangruppenzähler zum Arbeitsplan, der eine weitere organisatorische Detaillierung für die Zuständigkeit ist,

- Personalnummer, die bei der Eingabe der Rückmeldung gefertigter Erzeugnismengen zu einem Fertigungsauftrag mitgegeben werden kann und die für die Ist-Werte verantwortlichen Mitarbeiter identifiziert.

Die Zuständigkeit wird EDV-technisch dadurch geregelt, dass die Organisationselemente in Form von Berechtigungsschlüsseln im Benutzerstammsatz der einzelnen Mitarbeiter eingetragen werden. So kann ein Disponent nur die Materialien bearbeiten, die im Stammsatz den Schlüssel der Disponentengruppe eingetragen worden sind.

Einem logischen System (Produktionsbereich) können mehrere Werke zugeordnet werden, ein Werk ist dagegen exakt einem Produktionsbereich zugeordnet. Ein Standort des Unternehmens, an dem für mehrere, getrennte Geschäftsbereiche produziert wird, ist demzufolge in mehrere Werke zu trennen. Nur so kann ein buchhalterisch eindeutiges, geschäftsbereichsbezogenes Ergebnis ermittelt werden (interne Bilanzen).

Einem Werk sind wiederum mehrere Planergruppen zuordenbar, die für die Verwaltung der Produktionsstammdaten zuständig sind.

Bei der Einführung eines PPS-Systems ist zu klären, ob die bestehende bzw. angestrebte Aufbauorganisation in der Produktion des Unternehmens durch entsprechende Organisationselemente im Produktionssystem abgebildet werden kann. Weiter wird untersucht, ob die Zuordnungen der Organisationselemente zu den Stamm- und Bewegungsdaten im Produktionssystem den Zuständigkeiten in der Aufbauorganisation des Unternehmens entsprechen. Voraussetzung für die Einsatzuntersuchung ist die Entwicklung eines betriebswirtschaftlichen (oder auch semantischen) Datenmodells, das den Anforderungen des Unternehmens an definierbare Organisationseinheiten enthält.

1.4.2 Ablauforganisation im Produktionsmanagement

Die Ablauforganisation in der Produktion bezieht sich auf die Gestaltung logisch aufeinanderfolgender Produktionsprozesse zur Erzielung der Produktionsergebnisse. Durch ständig neue Anforderungen an die technischen Eigenschaften der Erzeugnisse resultiert eine ständige Überarbeitung der Anforderungen an die bestehende Ablauforganisation.

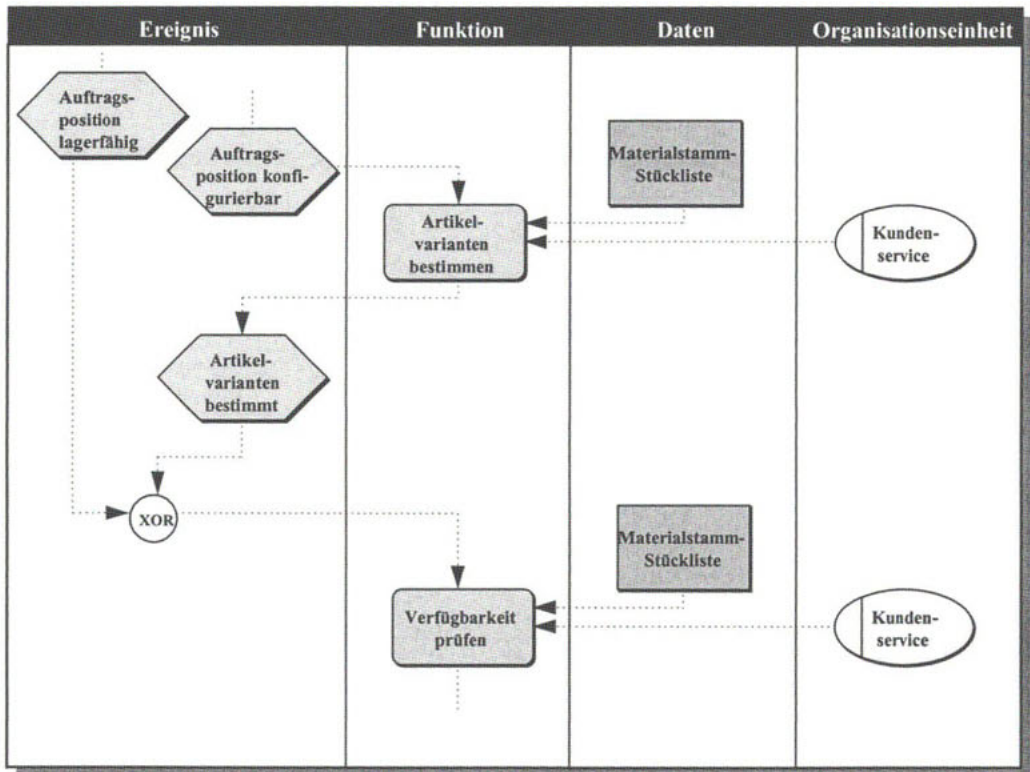
Ziele einer effizienten Ablauforganisation in der Produktion sind die Minimierung der Durchlaufzeiten für die Fertigungsaufträge bei gleichzeitig kostenminimaler Produktion und der Restriktion von Termintreue [vgl. *Küpper: Ablauforganisation ...*]. Die betriebswirtschaftlichen Aufgaben zur Optimierung der Ablauforganisation in der Produktion beziehen sich auf:

- Layoutplanung im Fabrikbereich, d.h. die räumliche Anordnung der einzelnen Produktionsstufen innerhalb des Fabrikbereiches (Produktionsstätte) so, dass eine zeit- und kostenoptimale Fertigung möglich ist, unter der Restriktion baulicher und organisatorischer Nebenbedingung [*Günther, Tempelmeier: Produktionsmanagement*],
- Leistungsverteilung und Fließbandabstimmung bei Fließfertigung in der Produktion, d.h., Optimierung der Taktrate einer Fließproduktion. Ziel ist die Abstimmung der unterschiedlichen Leistungen (Arbeitstempo) der Betriebsmittel einer Produktionslinie, in der die einzelnen Bearbeitungsvorgänge technisch bedingt hintereinander zu durchlaufen sind. [*Günther, Tempelmeier: Produktionsmanagement und Küpper: Ablauforganisation*],
- Bildung optimaler Auftragsgrößen in der Produktion (optimale Losgröße) so, dass die Summe aus stückbezogenen fixen und variablen Kosten minimal sind [*Küpper: Ablauforganisation und Vahrenkamp: Produktions- und Logistikmanagement*],
- Optimale Maschinenbelegungsplanung, d.h., die Fertigungsaufträge werden unter der Restriktion gegebener Fertigstellungstermine so hintereinander geschaltet, dass die Durchlaufzeit der Fertigungsaufträge und Auslastung der Maschinen kostenoptimal sind [*Küpper: Ablauforganisation und Schneeweiß: Produktionswirtschaft*].

Die Themen zur Optimierung der Ablauforganisation werden in den Kapiteln zur Produktionsstrategie (Layoutplanung, Fließbandabstimmung), der Produktionsprogrammplanung (optimale Auftragsgröße) und der Kapazitätsplanung (Maschinenbelegungsplanung) erläutert.

Bei Einführung eines PPS-Systems wird untersucht, ob die im PPS-System vorhandene Funktionalität und Parameterübergabe zwischen den PPS-Funktionen, den Abläufen in der Produktion des Unternehmens entspricht. Es stellt sich die Frage, ob der Informationsfluß im PPS-System den Materialfluß in der Produktion angemessen unterstützt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Darstellung einer Ablauforganisation in Form eines Vorgangs-Ketten-Diagramms. Das Beispiel bezieht sich auf die Konfiguration einer Erzeugnisvariante. Wenn es sich, wie im Beispiel dargestellt, um eine konfigurierbare Artikelposition handelt, so wird von der Organisationseinheit Kundenservice unter Verwendung einer Materialstückliste die konkrete Konfiguration der Auftragsposition bestimmt. Entscheidend für die Ablauforganisation ist also, daß die Funktion *Artikelvarianten bestimmen* die Anforderungen an die Konfiguration erfüllt.



6. Abbildung: Vorgangskettendiagramm

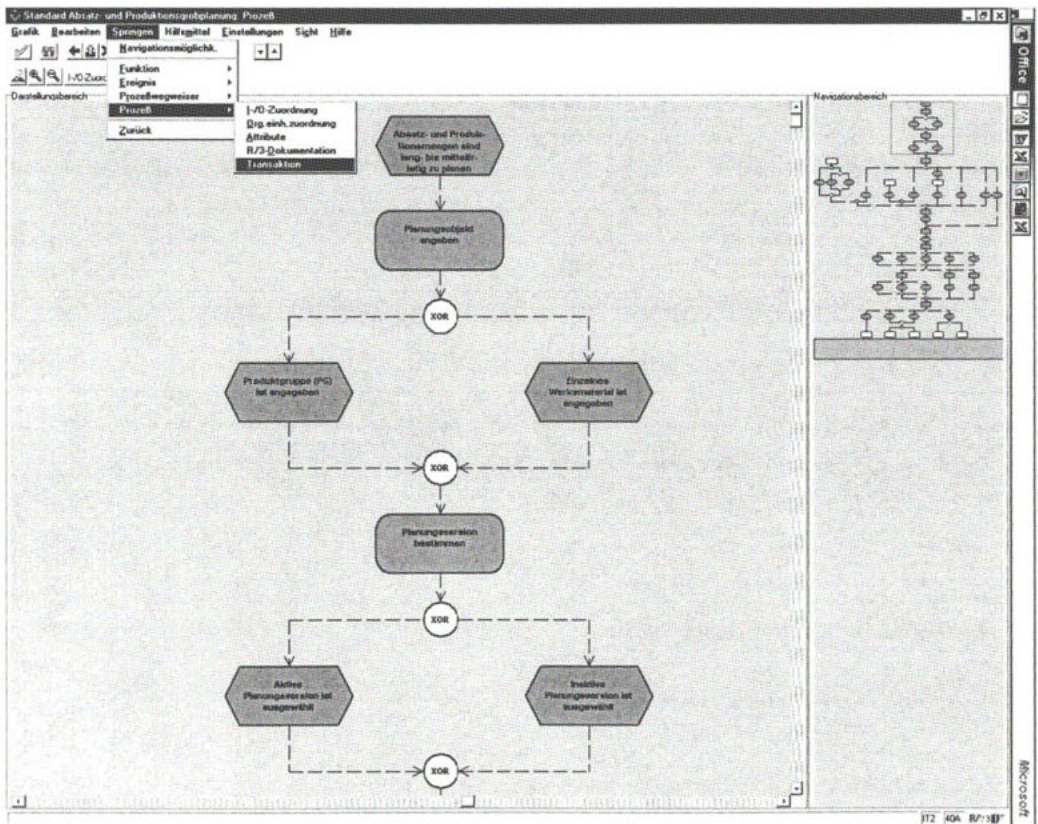
Dazu wird bezüglich der Transaktion untersucht:

- ob die Datenbasis ausreichend und flexibel ist (Abbildung als Maximalstückliste, Abhängigkeiten zwischen den konfigurierbaren Positionen durch Beziehungswissen),
- ob die Einbettung der Funktion in die vor- und nachgelagerten Funktionen im System der Ablauforganisation des Unternehmens entspricht (vorgelagert:

Kundenauftragsbearbeitung, nachgelagert: Planauftragseröffnung) und

- ob die Anforderungen an die Integration der Funktion mit anderen Modulen erfüllt werden (Kostenrechnung: Kalkulation des konfigurierten Auftrags, Materialwirtschaft: Verfügbarkeitsprüfung).

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem Business-Navigator im System SAP R/3. In diesem Beispiel wird der Input zur Bearbeitung der Produktionsgrobplanung im Planungstableau des R/3™-Systems dargestellt. Die Darstellung erfolgt in der Form einer erweiterten, ereignisgesteuerten Prozesskette [Scheer, Architektur integrierter Informationssysteme]. Die aus dem Aufbau von Petri-



7. Abbildung: eEPK im System SAP™ R/3™.

Netzen abgeleitete Darstellung setzt die Anwendungsfunktion des Informationssystems in den Mittelpunkt der Analyse. Bedingung und Ergebnis einer Funktion sind Ereignisse. Die Funktionen werden im Business-Navigator weiter beschrieben (Attribute), bzw. es kann direkt zwecks Analyse auf die R/3-Transaktion gesprungen werden.

In der vorhergehenden Abbildung ist das auslösende Ereignis die lang- bis mittelfristige Planungsnotwendigkeit. Nach Eingabe des Planungsobjektes (Planung für Produktgruppe oder für ein einzelnes Material) erfolgt der weitere Ablauf der Planung. Von den einzelnen Funktionen des Ablaufes kann:

- direkt auf die Transaktion gewechselt werden, um zu analysieren, ob die Funktionalität und die Daten der Funktion den Anforderungen des Anwenders entsprechen,
- aus der R/3™-Dokumentation die Beschreibung zur Funktion gelesen werden,
- auf die Attribute, d.h. die verwendeten Daten und eine Beschreibung zur Funktion gewechselt werden.

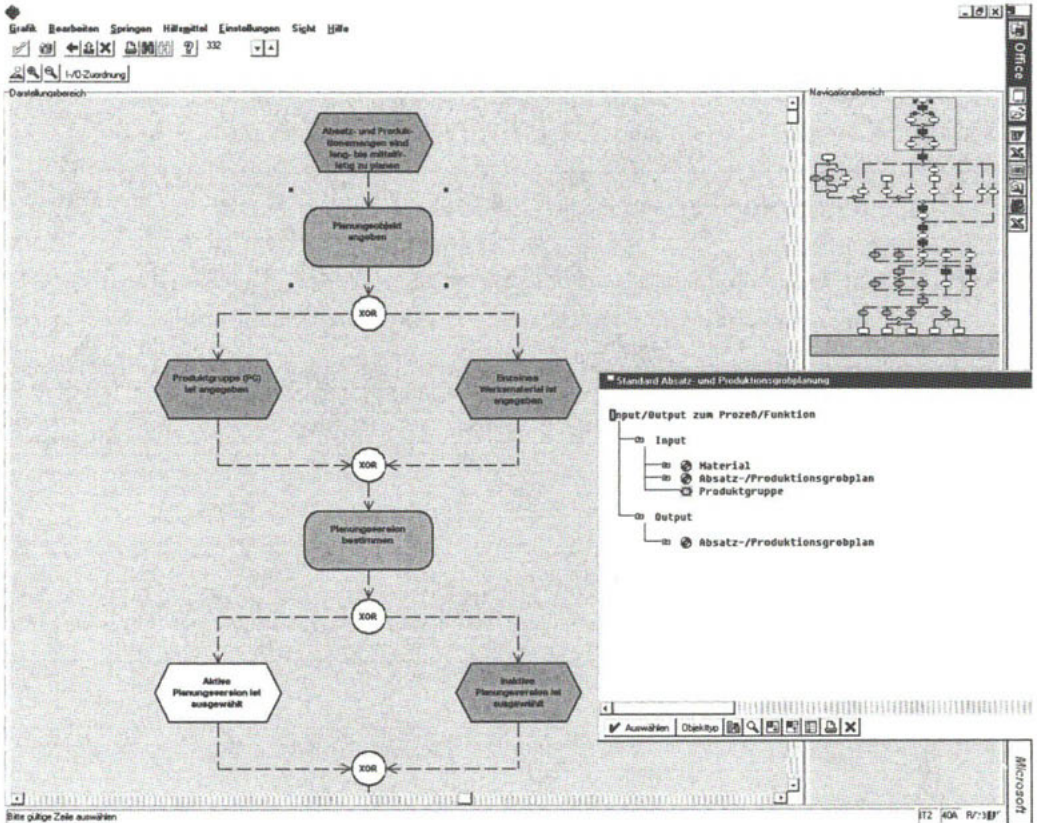
Die nachfolgende Abbildung zeigt die Möglichkeit des Business Navigators im System SAP™ R/3™, den Informationsfluss zu analysieren. Für die Anwendungskomponenten werden sowohl die Informationsquellen als auch die Informationssenken dargestellt. Zum Beispiel sind für die Produktionsprogrammplanung die sachlich und zeitlich verdichteten Daten der Produktionsgrobplanung eine der Datenquellen.

Daneben sind Erfahrungswerte aus Fertigungs- und Prozessaufträgen ebenso Datenquellen wie die für die Produktionsplanung notwendigen Grunddaten (Stammdaten der Erzeugnisse, für die ein Produktionsprogramm erstellt wird).

Input des Prozesses sind:

- die Materialnummern der zu planenden Erzeugnisse
- ein bereits vorhandener Absatz-/Produktionsgrobplan (evt. aus des Vertriebsinformationssystem übernommen)
- die Produktgruppe bei Produktgruppenplanung, welche die einzelnen Material-Nr. 'n und Anteilswerte für die Materialien enthält.

Ergebnis der Planung ist der Absatz-/Produktionsgrobplan.



8. Abbildung: Informationsfluß im System SAP™ R/3™.

1.5 Computer Integrated Manufacturing - CIM-

Ziel des CIM-Konzeptes (Computer *Integrated Manufacturing*) ist es, eine Abstimmung zwischen dem technischen Herstellungsprozess und den damit verbundenen betriebswirtschaftlichen Aufgaben der Produktionsplanung und -steuerung zu erreichen. Dazu ist zwischen den betriebswirtschaftlichen und technischen Komponenten eine gemeinsame Datenbasis zu schaffen. Der Austausch der Daten zwischen der Auftragsverwaltung und dem Fabrikbereich erfolgt in einer CIM-Fabrik durch Schnittstellenprogramme.