



Informationstechnik und Organisation in der Produktion

**Aspekte von Computer Integrated Manufacturing
und Lean Production**

herausgegeben von

Prof. Dr. Hermann Krallmann

Technische Universität Berlin

Prof. Dr.-Ing. Bernd Scholz-Reiter

Technische Universität Cottbus

Produktionsmanagement in modularen Organisationsstrukturen

Reorganisation der Produktion und
Objektorientierte Informationssysteme
für verteilte Planungssegmente

von
Dr. Michael Rohloff

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Rohloff, Michael:

Produktionsmanagement in modularen Organisationsstrukturen

: Reorganisation der Produktion und objektorientierte

Informationssysteme für verteilte Planungsinstrumente /

Michael Rohloff. - München ; Wien : Oldenbourg, 1995

(Informationstechnik und Organisation in der Produktion)

ISBN 3-486-23390-4

© 1995 R. Oldenbourg Verlag GmbH, München

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.

Gesamtherstellung: WB-Druck, Rieden

ISBN 3-486-23390-4

Inhalt

Vorwort des Herausgebers	9
Vorwort	11
1 Wettbewerbsfähigkeit durch modulare Organisationsstrukturen	13
2 Gestaltung industrieller Produktion	21
2.1 Produktionsmanagement und Produktionsplanung	22
2.1.1 Anforderungen und Zielsetzungen einer Produktionsplanung	22
2.1.2 Fertigungstypen	27
2.2 Organisationsstrukturen in der Produktion	41
2.2.1 Von tayloristischer Arbeitsteilung zu neuen Formen der Arbeitsstrukturierung	41
2.2.2 Inselkonzepte	47
2.2.3 Fertigungssegmentierung	52
2.2.4 "lean production"	54
2.3 Neue Organisationskonzepte und Anforderungen an die Produktionsplanung	60
3 Informationssysteme für die Produktion	67
3.1 Das Konzept eines Computer Integrated Manufacturing	67
3.1.1 Computer Aided Design	70
3.1.2 Computer Aided Planning	71
3.1.3 Computer Aided Manufacturing	73
3.1.4 Computer Aided Quality Assurance	76
3.2 Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung	77
3.2.1 Hauptfunktionsbereiche von PPS-Systemen	77
3.2.2 Das Sukzessivplanungskonzept	78
3.2.3 Datenstruktur	83
3.2.4 Software zur Produktionsplanung und -steuerung	89

3.3	Zusammenfassende Kritik an den traditionellen PPS-Systemen	91
3.3.1	Planungskonzept	91
3.3.2	Fertigungstyp spezifischer Funktionsumfang	94
3.3.3	Softwarearchitektur	96
3.4	Anforderungen an eine Neugestaltung von PPS-Systemen	98
4	Ansätze für eine Neugestaltung der Produktionsplanung	101
4.1	Planungs- und Steuerungskonzepte	102
4.1.1	Konzepte zur Gestaltung des Gesamtplanungsablaufes	102
4.1.1.1	Manufacturing Resource Planning (MRP-II)	103
4.1.1.2	Produktionszellenkonzept	107
4.1.2	Logistikorientierte Konzepte	110
4.1.2.1	Kanban, Just-In-Time	110
4.1.2.2	Fortschrittszahlenkonzept	113
4.1.2.3	Strukturierung der Produktion in Steuerbereiche	116
4.1.3	Konzepte zur Auftragsveranlassung	119
4.1.3.1	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe	119
4.1.3.2	Retrograde Terminierung	124
4.1.4	Engpaßorientierte Konzepte	128
4.1.4.1	Optimized Production Technology	128
4.1.4.2	Bestandsgeregelte Durchflußsteuerung	133
4.1.5	Weitere Ansätze zu Einzelaspekten einer Produktionsplanung und -steuerung	136
4.2	Anwendungsbereiche der Planungs- und Steuerungskonzepte	140
4.3	Entwicklung dezentraler Informationssysteme	145
4.3.1	Funktionsverteilung auf Basis verteilter Datenbestände	145
4.3.2	Leitstandsysteme	147
4.3.3	Verteilte Auftragsbearbeitung	152
4.4	Eignung der Ansätze zur Entwicklung dezentraler Informationssysteme	154

5	Konzeption eines dezentralen Produktionsmanagements in Planungssegmenten	157
5.1	Dezentralisierung des Produktionsmanagements	158
5.1.1	Begründung für eine dezentrale Planung	159
5.1.2	Gestaltungsgrundsätze für das Produktionsmanagement	164
5.2	Planungssegmente als organisatorisches Strukturierungskonzept	166
5.2.1	Merkmale von Planungssegmenten	166
5.2.2	Aufgabenstruktur von Planungssegmenten	168
5.3	Organisatorische Gestaltung des dezentralen Produktionsmanagements	173
5.3.1	Bildung und Abgrenzung von Planungssegmenten	174
5.3.2	Entscheidungsebenen der Produktionsplanung	180
5.3.2.1	Produktergebnisplanung	180
5.3.2.2	Produktionsrahmenplanung	182
5.3.2.3	Grobterminierung	184
5.3.2.4	Feindisposition	187
5.3.3	Das Aufgabenspektrum von Planungssegmenten	
5.4	Gesamtplanung und Koordination der Planungssegmente	192
5.4.1	Koordination und Abstimmung der Planungssegmente	192
5.4.2	Steuerungsgrößen für Planungssegmente	194
5.5	Umsetzung des dezentralen Produktionsmanagements in die Unternehmenspraxis	199
5.5.1	Unternehmensreorganisation und Anforderungen	199
5.5.2	Betriebliche Umsetzung am Beispiel eines auftragsorientierten Serienfertigers	203
5.6	Beurteilung des dezentralen Produktionsmanagements	210

6	Gestaltung eines Informationssystems für Planungssegmente	221
6.1	Anforderungen an die Systemgestaltung	222
6.2	Objektorientierte Softwareentwicklung	224
6.2.1	Prinzipien objektorientierter Programmierung	224
6.2.2	Vorteile objektorientierter Softwareentwicklung	233
6.2.3	Methoden für einen objektorientierten Entwurf	237
6.3	Entwicklung des Informationssystems für Planungssegmente	242
6.3.1	Vorgehen bei der Anwendungsentwicklung	242
6.3.2	Entwurf eines generischen Objektmodells	245
6.3.3	Anpassung an die spezifischen Anforderungen einzelner Planungssegmente	251
6.4	Objektorientierte Modellierung der Materialbedarfsplanung	255
6.4.1	Beschreibung des Anwendungsbereichs	255
6.4.2	Objektmodell der Materialbedarfsplanung	261
6.4.3	Dynamisches Modell der Bedarfsplanung	264
6.4.4	Funktionales Modell der Bedarfsplanung	281
6.5	Gestaltung der Architektur des Informationssystems	290
6.5.1	Verteilte Systemarchitektur	290
6.5.2	Objektorientierte Benutzerschnittstelle	295
7	Einordnung des Gestaltungskonzepts	297
	Verzeichnis der Abbildungen	305
	Verzeichnis der Abkürzungen	309
	Literatur	311
	Register	340

Vorwort des Herausgebers

Ein Schlüssel zur Wiedererlangung und langfristigen Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit unserer Produktionsunternehmen liegt darin, unter Ausnutzung der Möglichkeiten der integrativen Informationstechnologien neue Ansätze in der Organisation insbesondere der Produktionsorganisation zu schaffen. Dieses führt zu neuen Formen der Zusammenarbeit: Auflösung funktionaler Arbeitsteilung und Bildung beispielsweise kundenorientierter Organisationseinheiten, Teamstrukturen, Gruppenarbeit und daraus resultierend neuen Führungsformen und -strukturen des Managements. Den Managern wie den Mitarbeitern wird dabei eine andere Art der Zusammenarbeit abgefordert, die sich auszeichnet durch mehr Kommunikation, mehr Konsensfähigkeit und mehr Vertrauen.

In die an Prozessen und nicht an Funktionen ausgerichteten modularen Organisationsstrukturen in der Produktion werden Management-Aufgaben eingegliedert. Dieses führt vor allem zu einer starken Veränderung der Produktionsplanungs- und -steuerungsaufgaben, die bisher auf hierarchisch strukturierte Systeme ausgerichtet waren. Es wird ein dezentrales Produktionsmanagement in Planungssegmenten aufgebaut, die mit den modularen Organisationseinheiten in der Produktion identisch sind. Die Produktion wird „intelligent“. Zwangsläufig ergeben sich dadurch andere Anforderungen an die in der Produktion eingesetzten Informationssysteme. Die meisten der herkömmlichen Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme können diesen veränderten Anforderungen nicht genügen.

Die Gestaltung neuer Organisationsstrukturen kann heute vielfach mit sogenannten Business Reengineering Werkzeugen unterstützt werden. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, die Modellierung von Informationssystemen direkt auf den bereits modellierten organisatorischen Strukturen aufzubauen. So wird ein Gesamtsystem geschaffen, in dem Organisationsstrukturen und Informationssysteme miteinander harmonisieren.

In diesem Buch wird ein organisatorisches Gestaltungskonzept vorgestellt, welches konsequent heutige Anforderungen des Wettbewerbs an flexible und modulare Organisationsstrukturen durch Integration von Produktionsmanagementaufgaben in kooperierende Planungssegmente umsetzt. Planungssegmente stellen weitgehend selbständige Organisationsbereiche dar und sind für einen definierten ganzheitlichen Aufgabenbereich der Produktionsplanung zuständig. Jedes Segment ist durch die Selbstorganisation seiner Mitglieder und eine eigenverantwortliche Ausführung der übertragenen Aufgaben geprägt. Durch diese Strukturierung werden Konzepte

teamorientierter Gruppenarbeit auf alle Bereiche und Entscheidungsebenen der Produktion übertragen. Gleichzeitig wird demonstriert, wie eine objektorientierte Modellierung von Informationssystemen das Gesamtkonzept wirkungsvoll ergänzt und eine effiziente Softwareentwicklung mit einer hohen Flexibilität und Anpaßbarkeit an spezifische Gegebenheiten eines Unternehmens ermöglicht.

Dem Feld „zwischen *Computer Integrated Manufacturing* und *Lean Production*“ widmet sich diese Reihe im R. Oldenbourg Verlag. Themen zu *Informationstechnik und Organisation in der Produktion* und den produktionsnahen Bereichen bilden den Schwerpunkt der Reihe, die unter anderem die Fachzeitschrift CIM MANAGEMENT durch umfassendere und tiefergehendere Darstellungen, als sie in Zeitschriftenbeiträgen möglich sind, ergänzen soll. Die Reihe ist ausgerichtet auf innovative Praktiker in den Führungsebenen von Produktionsunternehmen, Betrieben und Werken. Sie wendet sich aber auch an praxisorientierte Wissenschaftler und Studierende.

Bernd Scholz-Reiter

Vorwort

Im Hinblick auf die veränderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen werden verstärkt organisatorische Gestaltungsmaßnahmen diskutiert, um die Unternehmen wieder stärker am Markt auszurichten und eine flexible Reaktion auf Veränderungen zu ermöglichen. Insbesondere die industrielle Produktion befindet sich im Umbruch. Dies wird besonders in der Debatte über eine "lean production" deutlich. Vor allem Kundennähe und hohe Anforderungen an die Flexibilität und Qualität erfordern neue dezentrale Organisationsstrukturen. Die Schaffung ganzheitlicher Aufgabeninhalte und die eigenverantwortliche Arbeit im Team ist dabei ein wesentlicher Erfolgsfaktor.

Diese Entwicklungen gehen einher mit der zur Zeit geführten Diskussion eines Business Reengineering und der Ausrichtung der Unternehmen an Geschäftsprozessen. Für die erfolgreiche Umsetzung einer prozessorientierten Strukturierung der Organisation ist eine Unterstützung durch Informationssysteme, die im Einklang mit den gewählten Organisationsprinzipien stehen, entscheidend. Viele der derzeit diskutierten Konzepte berücksichtigen jedoch diese Integration zwischen einer organisatorischen Gestaltung und der Entwicklung von Anwendungssystemen noch zu wenig.

Das in diesem Buch vorgestellte Gestaltungskonzept greift diesen Integrationsaspekt auf und gibt Empfehlungen für ein am Wettbewerb orientiertes Produktionsmanagement. Es stellt ein integriertes Maßnahmenbündel einer modularen Strukturierung der Produktion, Dezentralisierung der Produktionsplanung sowie einer objektorientierten Entwicklung unterstützender Informationssysteme dar.

Den Kernbereich bildet die Einführung von Planungssegmenten als elementares Strukturierungskonzept für eine modulare Produktion. Ein Planungssegment stellt einen weitgehend selbständigen Organisationsbereich dar und ist für einen definierten ganzheitlichen Aufgabenbereich der Produktionsplanung zuständig. Ein Segment ist durch die Selbstorganisation seiner Mitglieder und eine eigenverantwortliche Ausführung der übertragenen Aufgaben geprägt. Diese werden in teamorientierter Gruppenarbeit gemeinschaftlich bewältigt. Die Koordination der Planungssegmente erfolgt im Rahmen einer dezentralen Planung, die Vorgaben nur in Form von Eckwerten vornimmt und den Segmenten eindeutige Dispositionsspielräume zuweist. Der Aufbau und die Gesamtplanung der Produktion gestalten sich als Interaktion miteinander kooperierender Planungssegmente. Auf diese Weise werden Konzepte teamorientierter Gruppenarbeit auf alle Bereiche und Entscheidungsebenen der Produktion übertragen. Gleichzeitig wird die Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche betriebliche Organisationsstrukturen verbessert.

In enger Abstimmung mit diesem Ansatz eines modularen Produktionsmanagements wird im zweiten Teil ein Weg zur objektorientierten Entwicklung von Informationssystemen vorgestellt, der die Planungssegmente durch lokal verfügbare Informationssysteme unterstützt. Es wird gezeigt, wie mit Hilfe objektorientierter Technologie das Prinzip der Vererbung genutzt werden kann, um ähnliche Planungsabläufe innerhalb der Produktionsplanung für die Anwendungsentwicklung wiederzuverwenden. Auf diese Weise werden Systemkomponenten bereitgestellt, welche effizient und mit wesentlich geringerem Aufwand als bei traditioneller Softwareentwicklung an die spezifischen Bedürfnisse des Anwenders angepaßt werden können. Damit wird eine flexible Anpassung der Informationssysteme an die jeweils gegebenen Organisationsstrukturen und betrieblichen Abläufe ermöglicht und eine enge Verbindung zwischen der DV-Architektur und dem organisatorischen Gestaltungskonzept erreicht. Auf diese Weise können betriebswirtschaftliche Anwendung und informationstechnische Realisierung zusammengeführt und Synergieeffekte wirkungsvoll genutzt werden.

Die grundlegenden Arbeiten zur Konzeption eines modularen Produktionsmanagements entstanden während meiner wissenschaftlichen Tätigkeit an der Technischen Universität München am Lehrstuhl für Allgemeine und Industrielle Betriebswirtschaftslehre bei Herrn Prof. Reichwald. Mein Dank gilt allen, die durch ihre Anregungen in zahlreichen Diskussionen zum Gelingen dieses Buches beigetragen haben, insbesondere Frau Kröger, die bei der objektorientierten Modellierung des Informationssystems wesentlich mitgewirkt hat.

Das Buch widme ich meinem Vater. Er hat mit viel Verständnis meine berufliche Entwicklung gefördert und mir immer mit Rat zur Seite gestanden und damit letztlich auch zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

München, im Juli 1994

Michael Rohloff

1 Wettbewerbsfähigkeit durch modulare Organisationsstrukturen

Veränderungen des Marktes und des Wettbewerbs zwingen Industriebetriebe, die sich verändernden Rahmenbedingungen des Marktes zu berücksichtigen und sich anzupassen. Dabei wird die Produktion zunehmend als bestimmender Wettbewerbsfaktor gesehen, der entscheidenden Einfluß auf die Marktstellung ausübt. Der Markt für Industriebetriebe unterlag in den letzten Jahren einem rapiden Wandel, der am deutlichsten in der Tendenz von Verkäufer- zu Käufermärkten zum Ausdruck kommt. Da in vielen Märkten mittlerweile Sättigungserscheinungen zu verzeichnen sind, erfolgt ein Wechsel weg vom quantitativen Wachstum in Richtung einer Produktindividualisierung und Erhöhung des Kundennutzens. Diese Tendenz zur Produktindividualisierung wird in zunehmendem Maße wettbewerbsbestimmend, bei einer Vielzahl von Produkten ist eine deutliche Erhöhung der Variantenvielfalt festzustellen. Immer häufiger tritt auch für Produkte, die früher eher für den anonymen Käufermarkt gefertigt wurden, der direkte Kundenkontakt und die gemeinsame Produktspezifikation in den Mittelpunkt.

Gleichzeitig ist der Markt durch eine zunehmende Innovationsdynamik gekennzeichnet. So nehmen Zahl und Geschwindigkeit von Innovationen zu. Der Produktlebenszyklus vieler Produkte verändert sich; insgesamt ist häufig eine Abnahme der Produktlebensdauer festzustellen. Teilweise unterschreitet diese sogar die Produktentwicklungszeit. Hierbei kommt auch deutlich die gestiegene Bedeutung des Wettbewerbsfaktors Zeit zum Ausdruck. Letztendlich bedingen und fördern diese Entwicklungstendenzen, insbesondere die steigende Variantenvielfalt und Innovationsdynamik, eine zunehmende Komplexität industrieller Leistungserstellung. Verstärkt wird dies durch eine Vervielfachung der zu bewältigenden Informationen. Trotzdem wird von am Markt erfolgreichen Industriebetrieben eine schnelle Reaktion auf Marktveränderungen verlangt.

Dem Produktionsmanagement stellen sich damit neue Anforderungen, um die steigende Komplexität der Produktionsprozesse und die vom Markt geforderte Flexibilität gewährleisten zu können. Einer zukunftsweisenden Gestaltung der Produktion sowie der Planung und Lenkung des Produktionsprozesses durch das Produktionsmanagement kommt deshalb eine entscheidende Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit zu. Viele Unternehmen versuchen, diesen Entwicklungen durch eine zunehmende DV-technische Vernetzung zu begegnen. Vielfach werden in diesem Zusammenhang die Vorteile und die Notwendigkeit eines Computer Integrated Manufacturing (CIM) hervorgehoben. Die Tatsache jedoch, daß mit einer effizienten organisatorischen Gestaltung der industriellen

Leistungserstellung die grundlegenden Bedingungen für eine wettbewerbsorientierte Produktion gelegt werden, wird dabei allzuoft vernachlässigt. Oft fehlt es hier an einer strategischen Ausrichtung, die den erhöhten Flexibilitätsbedarf gebührend berücksichtigt. Die Erfahrungen mit der Realisierung von CIM zeigen, daß die ökonomischen Möglichkeiten vertan werden, wenn den technischen Lösungsansätzen nicht die geeigneten organisatorischen Gestaltungsmaßnahmen vorausgehen. Neben der Informationstechnologie bieten deshalb vor allem neue Ansätze zur organisatorischen Gestaltung der Produktion die Grundlage, in nahezu sämtlichen Unternehmensbereichen Kostensenkung, Leistungssteigerung, Flexibilitätserhöhung und eine Verbesserung der Produktqualitäten zu erzielen.

Durch eine am Wettbewerb ausgerichtete organisatorische Strukturierung der Produktion und eine an den entscheidenden unternehmerischen Zielgrößen orientierte Gestaltung organisatorischer Aufbau- und Ablaufstrukturen können die wesentlichen Faktoren für eine positive Beeinflussung der Prozeßgestaltung erfaßt werden. Die Effektivität heutiger Prozeßgestaltung wird in entscheidendem Maße durch den gewählten Grad der Arbeitsteilung bestimmt, da dieser erheblichen Einfluß auf Flexibilität, Komplexität und die erforderlichen Koordinations- und Abstimmungsprozesse industrieller Leistungserstellung hat. Eine optimale Organisationsgestaltung ist hier bestimmend und wettbewerbsentscheidend. Informationssysteme haben, innerhalb der durch die Organisationsgestaltung vorgegebenen Grenzen, eine wichtige Unterstützungsfunktion (vgl. z.B. Davenport 1993, S. 37 ff.). Viele Unternehmen setzen dagegen weitgehend auf alten Organisationsstrukturen auf oder investieren vorrangig in die Informationstechnologie. Sie vernachlässigen damit das eigentliche Flexibilitätspotential neuer, durch die Mitarbeiter getragener Organisationsstrukturen. Für kostenorientierte Konzepte der Organisationsgestaltung bilden insbesondere neue Formen der Arbeitsteilung, des Managements von Komplexität im Rahmen der Aufgabenerfüllung sowie die Qualität des Faktors Arbeit und der technischen Ausstattung die wesentlichen Einflußgrößen (Reichwald 1989, S. 316 ff.).

In einer zukunftsweisenden Organisationsgestaltung liegt das Potential, um Marktanforderungen nach Flexibilität und einem effizienten Management der Komplexitätsreduktion industrieller Prozesse durch Bildung von überschaubaren Produktionsstrukturen gerecht werden zu können. Nur dadurch lassen sich eindeutige Wettbewerbsvorteile erzielen. Ein darauf ausgerichtetes Produktionsmanagement erfordert aber gleichzeitig neue dezentrale Konzepte zur Planung des Produktionsprozesses, die auf die veränderten Aufgabeninhalte und Dispositionsspielräume neuer Organisationsstrukturen eingehen.

Neben der Entwicklung eines dezentralen Planungskonzeptes, welches im Einklang mit den neuen Organisationsstrukturen steht und deren Leistungspotential voll entfaltet, ist die

Unterstützung durch geeignete Informationssysteme zur Produktionsplanung und -steuerung (PPS-Systeme) wesentlich. Diese sind zumeist nach dem Sukzessivplanungskonzept aufgebaut, das die komplexe Aufgabe der Produktionsplanung in Teilprobleme zerlegt. Die dadurch entstehenden Planungsstufen werden schrittweise und aufeinanderfolgend durchlaufen. Mit den gewachsenen Erfahrungen setzte sich die Erkenntnis durch, daß der Implementierungsstand der einzelnen Planungsstufen unterschiedlich stark entwickelt ist. So enthalten die Systeme zwar eine ausgeprägte Auftragsbearbeitung; eine Grobplanung, die den für den weiteren Planungsablauf entscheidenden Primärbedarf ermittelt, wird hingegen nur wenig unterstützt. Die Implementierung der Planungsstufen nimmt mit zunehmender Realisierungsnähe ab. Eine Durchgängigkeit von Planung und Steuerung wird damit nur bedingt realisiert.

Auch wurde immer häufiger das Konzept der Sukzessivplanung an sich kritisiert, da es kaum Rückkoppelungen zwischen den Planungsstufen zuläßt. Hinzu kommt die Ausrichtung der Systeme auf spezielle Produktionsstrukturen (Scheer 1990a, S. 29 f.). Die derzeit verfügbaren Informationssysteme sind kaum flexibel für neue Organisationsstrukturen und Planungsverfahren einsetzbar und zementieren damit weitgehend traditionelle Organisationsabläufe.

Obwohl die Diskussion schon seit einigen Jahren im Gange ist und es inzwischen eine Vielzahl von Weiterentwicklungen und Lösungsansätzen gegeben hat, von denen einige in dieser Arbeit vorgestellt werden, ist die aufgeworfene Fragestellung nach einer zweckmäßigen Architektur zukünftiger PPS-Systeme noch nicht endgültig beantwortet. Durch die zunehmenden organisatorischen Veränderungen in der Produktion und die in den letzten Jahren zu verzeichnende rasante Weiterentwicklung der DV-Technologie erhält sie sogar neue Aktualität.

Diese Arbeit greift den aktuellen Stand der Diskussion auf und stellt ein Konzept für eine an modularen Organisationsstrukturen ausgerichtete Gestaltung eines dezentralen Produktionsmanagements vor. Dabei konzentrieren sich die Ausführungen auf die folgenden drei Bereiche:

- Die Schaffung modularer Organisationsstrukturen durch die Übertragung von Produktionsmanagementaufgaben auf Planungssegmente.
- Die Dezentralisierung der Produktionsplanung durch eine an Eckwerten orientierte Rahmenplanung.
- Die Gestaltung objektorientierter Informationssysteme zur Unterstützung der Planungssegmente

Durch das in dieser Arbeit vorgestellte Konzept eines dezentralen Produktionsmanagements in Planungssegmenten werden aktuelle Entwicklungen und Diskussionen zur Bildung kleiner selbständiger Einheiten in der Produktion aufgegriffen (siehe z.B. Tress 1986, die "fraktale Fabrik" nach Warnecke 1992 oder die "Fabrik als Labor" nach Wildemann 1990b). Diesen Ansätzen gemeinsam ist eine Strukturierung der Produktion in kleine überschaubare Organisationsformen, die sich durch lernende Eigenschaften und ein hohes Maß an Selbstorganisation auszeichnen. Besondere Aktualität erhält diese Entwicklung durch die zur Zeit intensiv geführte Diskussion der "lean production" (Womack et al. 1990). Auch bei der "lean production" wird neben anderen Elementen die Arbeit im Team als ein wesentlicher Erfolgsfaktor herausgestellt.

Im ersten Teil der Arbeit wird deshalb ein Organisationskonzept entworfen, das bei einer marktorientierten Ausrichtung zu einer neuen Aufgabenteilung und zu einem geschlossenen Gesamtkonzept teamorientierter Gruppenarbeit in der Produktion führt. Mit dessen Realisierung soll die Flexibilität erhöht und die Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche betriebliche Organisationsstrukturen verbessert werden. Das wesentliche Kennzeichen ist die Bildung von Planungssegmenten als Kernelement eines dezentralen Produktionsmanagements. Jedes Planungssegment umfaßt nicht nur planende, ausführende und kontrollierende Aufgaben des Produktionsprozesses, sondern integriert auch Aufgaben der indirekten Produktionsbereiche. Den Planungssegmenten werden dadurch eindeutige Dispositionsspielräume zugewiesen. Durch die Aufgabenintegration wird die Mitarbeitermotivation und die Flexibilität gefördert; die Bedeutung menschlicher Arbeit als primärer Produktionsfaktor (Reichwald 1992a, S. 4 ff.) wird dadurch wieder in den Mittelpunkt gestellt.

Der Aufbau und die Gesamtplanung der Produktion gestaltet sich als Interaktion miteinander kooperierender Planungssegmente. Auf diese Weise werden Konzepte teamorientierter Gruppenarbeit auf alle Bereiche und Entscheidungsebenen der Produktion übertragen. Dies führt gleichzeitig zu einem Abbau betrieblicher Hierarchien. Das Konzept eines dezentralen Produktionsmanagements in Planungssegmenten führt damit bei seiner konsequenten Realisierung zu einer neuen Qualität in der Organisation der Produktion. Es entspricht in hohem Maße den Anforderungen des Wettbewerbs nach Flexibilität und realisiert eine effektive Umsetzung auch der anderen ökonomischen Zielgrößen wie Kosten, Zeit und Qualität bei gleichzeitiger Integration der Mitarbeiter als eine der wichtigsten Unternehmensressourcen.

Auf Grundlage des dezentralen Produktionsmanagements in Planungssegmenten wird im zweiten Teil der Arbeit aufgezeigt, wie ein Informationssystem für diesen organisatorischen Gestaltungsansatz konzipiert werden kann, das auf flexible Weise die Gruppen-

mitglieder in den Planungssegmenten in ihrem erweiterten Aufgabenspektrum unterstützt. Hierbei wird auf aktuelle Entwicklungen der Informationstechnik zurückgegriffen, mit dem Ziel, eine enge Verbindung der DV-Architektur zum betriebswirtschaftlichen Organisationskonzept zu erreichen.

Scheer führt hierzu z.B. an: "die entwickelte Architektur der PPS-Systeme neigt eher zu vernetzten Teilsystemen, in denen individueller auf die produktbezogenen Planungs- und Problemstrukturen eingegangen wird, als zu einem monolithischen Großsystem... Einen Ausweg zwischen den beiden Alternativen - vernetzte getrennte produktspezifische Systeme und dispositionsbereichsweise Nutzung eines monolithischen Gesamtsystems - bildet eine Konfiguration, bei der wichtige Basisfunktionen als Programmbausteine von allen Teilsystemen genutzt werden, die produktbezogenen Dispositions- und Entwicklungsfunktionen aber pro Produktklasse individuell konfiguriert werden. Diese Konzeption kommt der für die 90iger Jahre zu erwartenden Architektur von Anwendungssystemen entgegen. Es wird nicht mehr die 'harte Programmierung' im Vordergrund stehen, sondern die logische Modellierung von Anwendungssystemen durch Vorgangs- und Datenmodelle... Die PPS-Software ist somit nicht am Ende einer Entwicklung, sondern steht gerade in den 90iger Jahren vor einem interessanten Neuanfang." (Scheer 1991b, S. 19).

Der in dieser Arbeit eingeschlagene Weg zur Entwicklung eines Informationssystems für Planungssegmente weist in der Zielsetzung viele Gemeinsamkeiten mit dem oben skizzierten Architekturkonzept auf. In der Vorgehensweise unterscheidet er sich jedoch wesentlich. Den Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bildet die Nutzung der Potentiale objektorientierter Softwareentwicklung, bei der Objekte die realen betrieblichen Gegenstände des Untersuchungsbereichs repräsentieren und Funktionen und Daten zusammenfassen. Damit steht nicht eine Vorgangs- und Datenmodellierung, wie oben angeführt, im Mittelpunkt, sondern diese wird durch die ganzheitliche Sichtweise einer Objektmodellierung ersetzt. Gerade hierdurch können, wie noch gezeigt wird, die angesprochenen Entwicklungsprinzipien besonders effizient umgesetzt werden.

Durch die Strukturierung eines Problembereichs in miteinander kommunizierende Objekte wird eine bessere Anwendernähe erreicht. Die Tendenz zur Objektorientierung wird als ein Kriterium zur Entwicklung integrierter Informationssysteme genannt (Krcmar 1991, S. 9). Es wird sogar eine Ergänzung der Objektorientierung in der Ablauforganisation (z.B. Fertigungsinsel) und der Aufbauorganisation (z.B. Spartenbildung) durch die Objektorientierung der DV gesehen (Becker 1991b, S. 142, Kotz 1993, S. 163). Gerade für den Bereich der Anwendungsentwicklung betrieblicher Informationssysteme bietet ein objektorientiertes Vorgehen vielfältige Vorteile.

Es ist "zu untersuchen, inwieweit sich zwischen Informationssystemen, die nach den Prinzipien der Objektorientierung gestaltet wurden und solchen, die 'klassisch' unter Trennung von Daten, Funktion und Prozeß gestaltet wurden, technische und organisatorische Koexistenz oder Ausschließlichkeit ergibt. Eine Antwort auf diese Frage bestimmt die Ablösungsstrategie für heute bestehende integrierte Informationssysteme." (Krcmar 1991, S. 10).

Der objektorientierte Entwurf eines verteilten Informationssystems für Planungssegmente versucht, einen Beitrag zur Beantwortung dieser Fragestellung zu leisten und zeigt das Anwendungspotential objektorientierter Softwareentwicklung auf. So wird z.B. demonstriert, wie das mit Hilfe der objektorientierten Programmierung realisierbare Prinzip der Vererbung genutzt werden kann, um prinzipiell ähnliche Planungsabläufe innerhalb der PPS von deren spezifischem Aggregationsniveau zu abstrahieren und so ein allgemeines Planungskonstrukt zu entwerfen, welches für die Softwareentwicklung wiederverwendet werden kann. Damit wird ein Baukasten für die PPS zur Verfügung gestellt, welcher effizient und mit wesentlich geringerem Aufwand als bei traditioneller Softwareentwicklung an die spezifischen Bedürfnisse des Anwenders angepaßt werden kann. Die objektorientierte Softwareentwicklung unterstützt damit gleichzeitig die Möglichkeit zur flexiblen Anpassung der zu gestaltenden Informationssysteme an die jeweils gegebenen Organisationsstrukturen und betrieblichen Abläufe.

Heutige Forschung lebt in weiten Bereichen von der Integration verschiedener Teilbereiche einer Wissenschaftsdisziplin, wenn nicht sogar von der Integration zwischen unterschiedlichen Disziplinen. In diesem Sinne ist die Arbeit als Versuch der Integration betriebswirtschaftlicher Anforderungen an die Gestaltung industrieller Produktion mit Lösungsansätzen aus der (Wirtschafts-)Informatik zu verstehen. Ziel ist es deshalb, neben der Gestaltung wettbewerbsorientierter modularer Organisationsstrukturen ein betriebswirtschaftlich fundiertes dezentralen Planungskonzeptes zu entwerfen und dessen informationstechnische Realisierung aufzuzeigen, um auf diese Weise auch die Interdependenzen zwischen diesen Bereichen zu verdeutlichen. Der inhaltliche Aufbau der Arbeit gliedert sich demnach wie folgt:

In *Kapitel 2* werden nach einer kurzen Einführung in die Aufgaben des Produktionsmanagements betriebliche Anforderungen an die Produktionsplanung erarbeitet. Neben den Zielsetzungen der Produktion werden vier verschiedene Fertigungstypen abgeleitet, die unterschiedliche Anforderungen an das Produktionsmanagement und die Gestaltung der Produktionsplanung und -steuerung stellen.

In einem eigenen Abschnitt werden ausführlich die Organisationskonzepte einer Inselbildung, Fertigungssegmentierung und "lean production" diskutiert und das ihnen zugrundeliegende Prinzip einer objektorientierten Strukturierung der Produktion durch Bildung ganzheitlicher Aufgabenbereiche hervorgehoben. Das Kapitel schließt mit den Auswirkungen dieser organisatorischen Entwicklungen auf die Gestaltung der Produktionsplanung. Es wird verdeutlicht, daß die Abkehr vom Taylorismus zu ganzheitlichen Aufgabenstrukturen in Richtung teamorientierter Gruppenarbeit und die Realisierung der obigen Organisationskonzepte eine Dezentralisierung des Produktionsmanagements verlangt.

Kapitel 3 gibt einen Überblick über Stand und Probleme derzeitiger Informationssysteme zur Produktionsplanung und -steuerung. Zunächst wird eine Einordnung in das Konzept des Computer Integrated Manufacturing vorgenommen, bevor der Aufbau und die Struktur derzeitiger PPS-Systeme erläutert wird. Dazu wird das Sukzessivplanungskonzept vorgestellt und in die Datenstruktur der Produktionsplanung eingeführt. Es folgt eine Beschreibung der Systemarchitektur von PPS-Systemen. Das Kapitel schließt mit einer zusammenfassenden Kritik an den derzeitigen PPS-Systemen. Es zeigt, daß diese die neuen Organisationskonzepte nur unzureichend unterstützen und eine Neugestaltung der PPS sich, neben der Eignung für die herausgearbeiteten Fertigungstypen, insbesondere an einer dezentralen Planung und der Entwicklung einer geeigneten Systemarchitektur zu orientieren hat.

Bisherige Lösungsansätze für eine Neugestaltung der Produktionsplanung und -steuerung werden in *Kapitel 4* vorgestellt. Diese konzentrieren sich um neuere Ansätze zur Produktionsplanung und um Lösungen, welche die Entwicklung dezentraler Informationssysteme betreffen. Hierbei wird deutlich, daß die Lösungsansätze in der Regel isoliert einen dieser beiden Aspekte aufgreifen und kaum eine Integration und sinnvolle gegenseitige Ergänzung anstreben. Für die Lösungsansätze aus beiden Bereichen wird aufgezeigt, welche Funktionalbereiche der Produktionsplanung sie jeweils abdecken und für welche Fertigungstypen eine Eignung gegeben ist. Ergänzt wird dies durch eine Beurteilung des Planungsansatzes bzw. der Charakteristika der dezentralen Informationssysteme.

Das *Kapitel 5* beschreibt den eigenen Ansatz eines dezentralen Produktionsmanagements in Planungssegmenten. Ausgangsbasis bilden die in Kapitel 2 diskutierten Organisationskonzepte und die in Kapitel 3 erarbeiteten Schwachstellen der PPS-Systeme mit den jeweiligen Anforderungen an eine Produktionsplanung sowie die Auswertung bisheriger Lösungsansätze des 4. Kapitels. Als Schwerpunkt wird der Fertigungstyp des auftragsorientierten Serienfertigers gewählt.

Im Mittelpunkt steht die Beschreibung des Konzeptes einer modularen Strukturierung der Produktion in Planungssegmente. Der Aufbau der Produktion aus Planungssegmenten und deren Bildung und Abgrenzung wird aufgezeigt. Es folgt die Beschreibung der Gesamtplanung und Koordination der Planungssegmente. Hierzu werden Entscheidungsebenen der Produktionsplanung eingeführt. Diese verdeutlichen das hierarchische Konzept der dezentralen Planung, zeigen aber andererseits die Ähnlichkeit der Planungsaktivitäten zwischen den Ebenen. Anschließend werden die Methoden und Steuerungsgrößen zur Realisierung der Koordinationsbeziehungen zwischen den Planungssegmenten beschrieben.

Der Gesamtplanungsablauf wird am Beispiel eines Unternehmens der auftragsorientierten Serienfertigung exemplarisch dargestellt. Hierdurch wird die praxisorientierte Umsetzung des vorgeschlagenen Gestaltungskonzeptes demonstriert. Abschließend wird das Konzept eines dezentralen Produktionsmanagements in Planungssegmenten gegenüber dem klassischen Sukzessivplanungskonzept beurteilt, indem die Vorteile anhand der wesentlichen Charakteristika hervorgehoben werden.

Die informationstechnische Realisierung des dezentralen Produktionsmanagements in Planungssegmenten wird in *Kapitel 6* beschrieben. Zunächst werden die Anforderungen und allgemeinen Gestaltungsrichtlinien an das zu entwickelnde Informationssystem dargelegt. Es folgt eine Beschreibung objektorientierter Programmierung und ihrer Vorteile für die Entwicklung betrieblicher Informationssysteme. Weiter werden Methoden für eine objektorientierte Modellierung vorgestellt. Anschließend wird das eigene Vorgehen zum Entwurf des Informationssystems im Überblick beschrieben. Dieses basiert auf der Entwicklung eines generischen Objektmodells, welches eine allgemeine Struktur der Objektklassen als Baukasten zur Verfügung stellt. Dieser wird für die Entwicklung der lokalen Informationssysteme für Planungssegmente jeweils an die spezifischen Gegebenheiten eines Planungssegments angepaßt. Es schließen sich die Ergebnisse der objektorientierten Modellierung für das generische Informationssystem an. Dessen Anpaßbarkeit an spezifische Planungssegmente wird exemplarisch aufgezeigt. Abschließend wird die Gesamtarchitektur des verteilten Informationssystems dargestellt.

Kapitel 7 gibt eine kritische Gesamtbeurteilung des vorgeschlagenen Gestaltungsansatzes. Fragestellungen, die im Rahmen der Arbeit nicht in gebührendem Umfange behandelt werden konnten, aber dennoch von gewisser Bedeutung sind, werden angesprochen. Außerdem wird aufgezeigt, wie darauf aufbauend eine Weiterentwicklung des dezentralen Produktionsmanagements in Planungssegmenten anzustreben ist.

2 Gestaltung industrieller Produktion

Die Umsetzung der durch die strategische Unternehmensplanung vorgegebenen Wettbewerbsstrategie ist eine elementare Aufgabe des Produktionsmanagements. Innerhalb der getroffenen Rahmenbedingungen, auf welchen Märkten und Leistungsfeldern ein Unternehmen tätig sein will, obliegt diesem die Gestaltung des an diesen Zielsetzungen orientierten Produktionssystems. Dem Produktionsmanagement sind damit, neben der Führung der Mitarbeiter, alle Aufgaben im Bereich der industriellen Erstellung von Sachgütern oder Dienstleistungen zugeordnet, sowohl was die physische Leistungserstellung als auch alle damit zusammenhängenden informationsverarbeitenden Aktivitäten zur Lenkung des Produktionsprozesses betrifft.

Die mit dem Führungs- und Lenkungsprozeß zusammenhängenden Aufgaben sind vielfältig und von unterschiedlicher Tragweite für das Unternehmen. Die produktionswirtschaftlichen Aufgaben stellen sich auf zwei Ebenen, den Strukturentscheidungen und den Prozeßentscheidungen (vgl. Reichwald/Dietel 1991, S. 401-403). Andere Autoren unterscheiden zwischen strategischen, taktischen und operativen Aufgaben des Produktionsmanagements (vgl. z.B. Zäpfel 1989a, S. 2-6, Corsten 1990, S. 27-29 oder Hahn/Laßmann 1990, S. 59-64).

Strukturentscheidungen sind langfristiger Natur und legen die Rahmenbedingungen für die industrielle Leistungserstellung fest. Typische Aufgaben in diesem Zusammenhang sind z.B. die Entscheidung über die Leistungstiefe, die organisatorischen Strukturen in der Produktion sowie die Arbeitsorganisation, die Ausstattung mit Maschinen, die informationstechnische Infrastruktur, Beschaffungspolitik etc. Alle diese genannten Faktoren bestimmen und begrenzen das Leistungspotential einer Unternehmung.

Prozeßentscheidungen betreffen die mittelfristige Planung und Durchführung des Produktionsprozesses, dessen Rahmenbedingungen weitgehend durch die Strukturentscheidungen festgelegt werden. Das zu realisierende Produktionsprogramm bildet die Ausgangsbasis der mit einer Produktionsplanung und -steuerung zusammenhängenden Aufgaben des Produktionsmanagements.

Eine an den Anforderungen des Wettbewerbs orientierte Führung und Gestaltung der Produktion wird in beiden Bereichen auf zukunftsorientierte Konzepte zurückgreifen. Dabei hängt der Erfolg wesentlich von einer abgestimmten und sich gegenseitig ergänzenden Realisierung sowohl der Struktur- als auch der Prozeßentscheidungen ab.

Dieses Kapitel geht zunächst auf die Prozeßentscheidungen ein, indem Anforderungen und Zielsetzungen einer Produktionsplanung und -steuerung diskutiert werden. In einem eigenem Abschnitt wird anschließend ausführlich auf die innerhalb der Strukturentscheidungen wichtige organisatorische Gestaltung der Produktion eingegangen. Es werden moderne Organisationskonzepte für die Produktion vorgestellt und die zugrundeliegenden Prinzipien und Erfolgsfaktoren herausgearbeitet sowie die zu verzeichnenden organisatorischen Entwicklungen bewertet. Schließlich wird aufgezeigt, welche Konsequenzen sich daraus für die Gestaltung der Produktionsplanung ergeben.

2.1 Produktionsmanagement und Produktionsplanung

Dieser Abschnitt erörtert die wesentlichen betrieblichen Gegebenheiten und Randbedingungen sowie die sich daraus ergebenden Anforderungen an das Produktionsmanagement und setzt diese in Zusammenhang zu der Gestaltung der Produktionsplanung. Hierzu werden zunächst die mit einer Produktionsplanung und -steuerung verfolgten Zielsetzungen abgeleitet. Anschließend werden in differenzierter Form Anforderungen diskutiert, die sich aus unterschiedlichen Produktionssituationen ergeben, indem eine Klassifizierung in verschiedene Fertigungstypen vorgenommen wird. Diese Fertigungstypen decken das Spektrum produktionswirtschaftlicher Aufgabenstellungen von einer kundenorientierten Einzelfertigung bis zu einer Massenfertigung ab. Jeder Fertigungstyp beschreibt eine Produktionssituation, charakterisiert durch eine spezifische Ausprägung von Produktionsmerkmalen, mit den sich daraus ergebenden Anforderungen an eine Produktionsplanung.

2.1.1 Anforderungen und Zielsetzungen einer Produktionsplanung

Die mit einer Produktionsplanung verfolgten Zielsetzungen leiten sich aus den Anforderungen der Produktionsaufgabe und ihrer ökonomischen Erfüllung ab. Im Rahmen des Leistungserstellungsprozesses sind insbesondere die folgenden Zielsetzungen zu realisieren:

- Maximierung der Kapazitätsauslastung,
- Minimierung der Bestände und Kapitalbindung,
- Minimierung der Durchlaufzeiten,
- Minimierung der Abweichungen von den Lieferterminen.

Zu den Zielsetzungen in der Produktionsplanung und -steuerung wird auf die Übersicht der Nennungen in der Literatur bei Hackstein verwiesen (Hackstein 1989, S. 1, 17 ff., Baitella 1987, S. 63 ff., Ellinger/Wildemann 1985, S. 41 ff., Hahn o.J., Hahn/Laßmann 1989, S. 45 ff., Kernler 1991, S. 100 ff., Kurbel 1993, S. 18 ff., Wiendahl 1987, S. 17 ff., 1989, S. 212 ff. Eine empirische Untersuchung zur Bedeutung der PPS-Zielsetzungen geben Glaser et al. 1991, S. 304 ff.).

Für die Produktionsplanung stand lange Zeit eine möglichst *hohe und gleichmäßige Auslastung* der vorhandenen Kapazitäten an maschinellen Anlagen und Personal im Vordergrund, um so die Kosten pro Erzeugnis gering zu halten. Dies führt jedoch oft zu Warteschlangen vor den Ressourcen und damit zu verlängerten Durchlaufzeiten. Deshalb wird zunehmend die Forderung einer Abkehr vom Auslastungsprimat gestellt (z.B. Sauerbrey 1991, S. 91), um das weiter unten dargestellte Durchlaufzeitsyndrom zu vermeiden.

Außer diesen primär kostenorientierten Faktoren sind deshalb insbesondere auch zeitliche Aspekte zu berücksichtigen. Für den Fertigungsprozeß werden möglichst *kurze Durchlaufzeiten* angestrebt. Kurze Durchlaufzeiten ermöglichen die Zusage kürzerer Lieferfristen gegenüber dem Kunden. Dies ist oft für Industriebetriebe mit ausgeprägt kundenorientierter Produktion ein entscheidendes Wettbewerbskriterium. Es werden durch kurze Durchlaufzeiten auch *geringere Bestände* an Halbfabrikaten und damit auch eine *verminderte Kapitalbindung* erreicht.

Neben kurzen Durchlaufzeiten und guter Auslastung ist die *Einhaltung von vereinbarten Lieferterminen* eine entscheidende Zielsetzung, die aufgrund stärkerer Marktorientierung der Produktion eine zunehmende Bedeutung erlangt. Kürzere Durchlaufzeiten dürfen deshalb nicht nur als Durchschnittswert realisiert werden, sondern sie müssen für den jeweiligen Auftrag umgesetzt werden können.

Vor allem für kundenorientierte Industriebetriebe in Einzel- und Kleinserienfertigung ist die gleichzeitige Erreichung dieser Zielsetzungen entscheidend, aber aufgrund der bestehenden Zielkonkurrenz nur schwer realisierbar. So besteht z.B. die Wahl, höhere Herstellkosten durch Überkapazität in Kauf zu nehmen, dafür aber den durch die vermehrte Kapazität verfügbaren Spielraum zur Realisierung kürzerer Durchlaufzeiten und besserer Termineinhaltung zu nutzen. Sind ausreichend Kapazitäten vorhanden, so müssen Aufträge nicht um die Kapazitäten konkurrieren. Warteschlangen vor einzelnen Kapazitätsgruppen werden vermieden und kurze Durchlaufzeiten können realisiert werden. Allerdings bedingt ein Überschuß an Kapazitäten eine schlechte Auslastung der Produktionsanlagen.

Knappe Ressourcen und damit niedrigere Herstellkosten führen dagegen zu längeren Lieferzeiten und Terminabweichungen, denn die vorhandenen Kapazitäten werden zwar weitgehend ausgelastet, jedoch machen dadurch entstandene Kapazitätsengpässe eine zeitliche Verschiebung von Aufträgen notwendig und führen damit zu einer Verlängerung der Durchlaufzeit.

Aufgrund der allgemeinen Marktentwicklungen ist allerdings eine deutliche Verschiebung zwischen den Zielsetzungen festzustellen. Der wachsende Wettbewerb zwingt Unternehmen zu einer immer stärkeren Ausrichtung am Markt. Die Zusicherung und Einhaltung kurzer Liefertermine gewinnt dabei immer mehr an Bedeutung. Es ist deshalb eine Tendenz zugunsten kürzerer Liefertermine und Durchlaufzeiten durch Bereitstellung ausreichender Kapazitäten festzustellen, auch wenn dadurch unter Umständen eine geringere Kapazitätsauslastung und höhere Fertigungskosten in Kauf genommen werden müssen (vgl. z.B. Adam 1988a, S. 6, Koffler 1987, S. 2, Wiendahl 1987, S. 17, 18). Der Einsatz moderner kapitalintensiver Fertigungstechnologien, wie z.B. flexible Fertigungssysteme, wird diese Entwicklung jedoch relativieren.

Die Komplexität und Schwierigkeit der Lösung dieses Zielkonfliktes erhöht sich, wenn man berücksichtigt, daß nicht nur einer, sondern mehrere Aufträge zu erfüllen sind. Die Konfliktlösung gestaltet sich insbesondere für kundenorientierte Industriebetriebe in Einzel- und Kleinserienfertigung als besonders schwierig. Die schwankende Auftragsituation und die damit verbundene Unsicherheit erschweren die Planung und Abstimmung der Kapazitäten. Bei einer kundenunabhängigen Fertigung dagegen verfügt der Produktionsprozeß über eine höhere Stabilität und erleichtert eine Abstimmung zwischen Terminen, Kapazitätsauslastung und Durchlaufzeiten.

Theoretisch wäre ein simultaner Planungsansatz sinnvoll. Um die Vielzahl der Entscheidungsmöglichkeiten jedoch bewältigen zu können, hat sich in der betrieblichen Praxis eine Zerlegung in Einzelschritte mit zunehmender Konkretisierung durchgesetzt, die in den gängigen PPS-Systemen durch ein Vorgehen entsprechend dem in Abschnitt 3.2.2 dargestellten Sukzessivplanungskonzept realisiert wird.

Für die Produktionsplanung müssen deshalb aktuelle und aussagekräftige Informationen über diese Zielgrößen zur Verfügung stellen. Gleichzeitig sollen sie den Planungs- und Steuerungsprozeß mit einem möglichst geringen Aufwand ermöglichen (Wiendahl 1989, S. 214). Eine Optimierung der Informationsversorgung ist deshalb elementare Grundlage zur Erfüllung der dargestellten betrieblichen Zielsetzungen. Für PPS-Systeme wesentlich ist deshalb eine Aufbereitung der Informationen über den Stand der Aufträge sowie die benötigten und verfügbaren Kapazitäten. Der strukturellen Verknüpfung der Arbeitsgänge und der Bestimmung der jeweiligen Durchlaufzeiten kommt dabei besondere Bedeutung

zu. Am Beispiel der Durchlaufzeiten soll die Problematik der Planung und Steuerung der Produktion verdeutlicht werden.

Bei den Durchlaufzeiten wird unterschieden zwischen Auftragsdurchlaufzeit und der Durchlaufzeit von Arbeitsgängen. Als *Auftragsdurchlaufzeit* wird der gesamte Zeitraum vom Eingang des Auftrages bis zur Fertigstellung bezeichnet. Alle an der Durchführung des Auftrages beteiligten Bereiche von der Konstruktion bis zur Montage sind darin eingeschlossen.

Betrachtet man die Durchlaufzeiten im eigentlichen Produktionsprozeß, so läßt sich die *Durchlaufzeit von Arbeitsgängen* als der Zeitraum zwischen dem Beginn eines Arbeitsganges und dem Beginn des unmittelbar nachfolgenden Arbeitsganges definieren. Die Durchlaufzeit für jeden einzelnen Arbeitsgang setzt sich aus Maschinenbelegungszeiten und Übergangszeiten zusammen. Diese werden aus der Erfahrung mit früheren Arbeitsgängen oder durch Schätzungen gewonnen. Die Maschinenbelegungszeit kann weiter in die Rüst- und Bearbeitungszeit, die Übergangszeit in Transport- und Liegezeiten vor und nach der Ausführung eines jeden Arbeitsganges sowie Kontrollzeiten gegliedert werden.

Empirische Untersuchungen für Betriebe der metallverarbeitenden Industrie mit Einzel- und Kleinserienfertigung (Stommel/Kunz 1973, S. 12, vgl. die Angaben in Kurbel 1993, S. 154) zeigen, daß die eigentlichen Bearbeitungszeiten nur etwa 10% der Durchlaufzeit beanspruchen und ein Großteil der Durchlaufzeit aus Übergangszeiten besteht (Liegezeiten 85 %, Kontrollzeiten 3%, Transportzeiten 2%). Innerhalb der Liegezeiten sind arbeitsablaufbedingte Liegezeiten bestimmend (Anteil von 75%). Die arbeitsablaufbedingte Liegezeit wird durch die Maschinenbelegung determiniert. Da diese erst bei Berücksichtigung der Kapazitäten erfolgen kann, muß im Rahmen der Durchlaufterminierung auf Schätzgrößen zurückgegriffen werden.

Obwohl Bearbeitungs- und Rüstzeiten aus dem Arbeitsplan hinreichend genau ermittelt werden können, hängt die Güte der Durchlaufterminierung von der Genauigkeit der Schätzwerte für die Liegezeiten aufgrund ihres hohen Anteils an der Durchlaufzeit ab. In der Realität stimmen häufig die tatsächlichen nicht mit den geschätzten Durchlaufzeiten überein. Die im Rahmen der Kapazitätsterminierung vorgenommene periodenbezogene Zuordnung der Kapazitätsauslastung entspricht in der Regel nicht der aktuellen Fertigungssituation.

Schwierigkeiten bei der Ermittlung der Durchlaufzeiten zeigen sich insbesondere bei kundenorientierten Industriebetrieben mit Einzel- und Kleinserienfertigung. Aufgrund der vielfältigen Veränderungen und der Unbestimmtheit des Produktionsprozesses sind Vorhersagen schwer möglich, so daß auf Erfahrungswerte ähnlicher Produktionsabläufe

zurückgegriffen werden muß. Die Massenfertigung dagegen weist einen kontinuierlichen Fertigungsprozeß auf, indem die Arbeitsabläufe und Kapazitäten weitgehend aufeinander abgestimmt sind und arbeitsablaufbedingte Liegezeiten seltener auftreten.

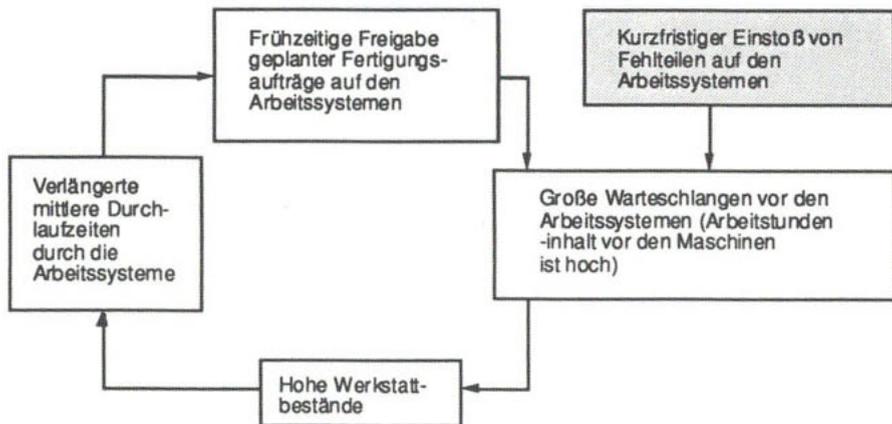


Abb. 2.1: Durchlaufzeitsyndrom (Zäpfel 1989a, S. 218)

Bei kundenorientierten Industriebetrieben in Einzel- und Kleinserienfertigung ist deshalb oft das sogenannte Durchlaufzeitsyndrom (Zäpfel/Missbauer 1988a, S. 77) zu beobachten. Da es in der Regel nicht möglich ist, die von einer konkreten Belastungssituation abhängigen Durchlaufzeiten zu bestimmen, werden Aufträge sicherheitshalber etwas früher als notwendig freigegeben. Dieses Vorgehen führt zu großen Warteschlangen vor den einzelnen Arbeitssystemen und erhöht in Folge die Werkstattbestände und führt zu verlängerten mittleren Durchlaufzeiten. Die Schwierigkeiten der Schätzung der Durchlaufzeiten und die daraus resultierenden Unsicherheiten der Terminplanung und die Tendenz zu überhöhten Beständen sind auf eine mangelhafte Abstimmung der Produktionsprogramm- mit der Mengenplanung und der Kapazitätsterminierung mit der Ablaufplanung zurückzuführen.

Die obige Beschreibung stellt typische Probleme einer kundenorientierten Produktion dar. Daneben gibt es eine Vielzahl weiterer Produktionssituation mit jeweils unterschiedlichen Anforderungen an eine Produktionsplanung. Diese werden differenziert im folgenden Abschnitt erörtert.

2.1.2 Fertigungstypen industrieller Produktion

Industriebetriebe sind durch eine Vielzahl unterschiedlicher produktionswirtschaftlicher Problemstellungen und Bedingungen (z.B. kundenorientierte versus kundenunabhängige Produktion) gekennzeichnet, die auch die Verfolgung der Zielsetzungen einer Produktionsplanung beeinflussen, wie im vorherigen Abschnitt bereits angedeutet. Die jeweils vorliegende Aufgabensituation in der Produktion wirkt damit verschiedenartige Anforderungen an die Gestaltung der Produktionsplanung auf. Es ist deshalb sinnvoll, die Vielfalt der betrieblichen Realität zu differenzieren, zu systematisieren und auf wesentliche Ausprägungsformen hin zu ordnen, um auf diese Weise produktionswirtschaftliche Zusammenhänge zu verdeutlichen, und die sich daraus ergebenden Anforderungen an das Produktionsmanagement aufzeigen zu können.

Die Typologie (zu den Anforderungen siehe Hirt et al. 1991, S. 41) ist "eine leistungsfähige, anwendungsbezogene wissenschaftliche Methode zur Ableitung einer Ordnung von interessierenden Erscheinungen... Hierbei wird durch Heranziehen eines Merkmals oder mehrerer Merkmale, die zur Charakterisierung von realen Erscheinungen geeignet sind, eine zweckorientierte (zielorientierte) Ordnung der betrachteten Objekte gebildet, z.B. der hier interessierenden betrieblichen Produktion in ihren vielfältigen realen Ausprägungsformen." (Hahn/Laßmann 1990, S. 33).

Zur Beschreibung von Produktionssituationen haben sich zahlreiche Merkmale herausgebildet, deren Bedeutung zur Beschreibung der Aufgabensituation in der Produktion und mit den sich daraus ergebenden Anforderungen an PPS-Systeme im folgenden dargelegt werden soll (Vergleiche hierzu die Ausführungen in Glaser et al. 1991, S. 376 ff., Grosse-Oetringhaus 1972, Hahn/Laßmann 1990, S. 33 ff., Jost et al. 1991, Kurbel 1993, S. 31 ff., Reichwald/Dietel 1991, S. 404 ff., Scheer 1990a, S. 29 ff., Scheer 1990b, S. 244 ff., Schomburg 1980, Sames/Büdenbender 1990 bzw. Büdenbender 1991, S. 31 ff., Zäpfel 1989a, S. 207 ff.).

Um die Auswahl der Merkmale zu systematisieren, wurden diese zu Gruppen zusammengefaßt. Jede dieser Gruppen bildet ein wesentliches Kriterium zur Beurteilung der Aufgabensituation in der Produktion und weist konkrete Bezüge zu den Anforderungen an eine Produktionsplanung auf. Innerhalb der Gruppen erfolgt eine Unterteilung in weitere Einzelmerkmale. Auf diese Weise wird eine Reduzierung auf einige wenige Merkmale erreicht, die einen wesentlichen Beitrag zur Systematisierung und Beschreibung unterschiedlicher betrieblicher Situationen leisten. Die Auswahl der im folgenden verwendeten Merkmale zur Beschreibung unterschiedlicher Produktionssituationen wird durch empirische Untersuchungen (Glaser et al. 1991, S. 402 ff.) unterstützt, die die "Praxisrele-

vanz" und "Signifikanz in den Unterschieden bezüglich der jeweiligen PPS-Anforderungen" für diese Merkmale hervorhebt.

Die originäre Aufgabe eines Industriebetriebes ist der Leistungserstellungsprozeß, der im realisierten Produktprogramm zum Ausdruck kommt. Die Beschreibung des Produktprogrammes bildet deshalb die wesentliche Merkmalsgruppe und ist zugleich die Ausgangsbasis für die Bildung der weiteren Merkmalsgruppen: Kundenbezug, Fertigungsorganisation und Änderungen während der Produktion (siehe Abbildung 2.2).

Das *Produktprogramm* kann in Art und Zusammensetzung vielfältige Ausprägungen aufweisen und wird durch die Merkmale Erzeugnispektrum und Erzeugnisstruktur charakterisiert.

Das *Erzeugnispektrum* beschreibt die Art der hergestellten Produkte. Nimmt man bei der Zusammensetzung des Produktprogrammes eine Einteilung des Erzeugnispektrums nach dem Grad der Kundenorientierung vor, so kann zwischen den Extremen der Fertigung von Individual- und von Standardprodukten unterschieden werden.

Die Wahl des Erzeugnispektrums wird maßgeblich durch die jeweils beabsichtigte Wettbewerbsstrategie beeinflusst (vgl. Porter 1989, S. 31 ff. bzw. 1987, S. 62 ff.). Verfolgt ein Unternehmen die Strategie der Kostenführerschaft, so ist das dominierende Merkmal des Produktes im Wettbewerb der Preis, andere Eigenschaften des Produktes treten in den Hintergrund. Kostenvorteile lassen sich insbesondere bei Produkten gewinnen, die in hoher Stückzahl gefertigt werden, da bei diesen über Automatisierungsprozesse ein entsprechendes Rationalisierungspotential genutzt werden kann. Es handelt sich hierbei um Standardprodukte. Das Produkt ist mit seinen Eigenschaften an einem großen Kundenkreis ausgerichtet und wird vom Unternehmen am anonymen Markt angeboten. Es erfolgt keine Ausrichtung an speziellen Kundenwünschen. Die Ausführung der Produkte wird vom Unternehmen selbst unter Berücksichtigung der Marktbedürfnisse festgelegt. Ein Unterscheiden von Wettbewerbern, vergleichbare Produkteigenschaften und Qualität vorausgesetzt, wird weitestgehend über den Preis verfolgt.

Ganz im Gegensatz dazu stehen Produkte, die in sehr hohem Maße an Kundenwünschen orientiert sind; als Extrem sind hier Produkte zu nennen, die einmalig und ausschließlich nach den Wünschen des Kunden gefertigt werden. Die Eigenschaften des Produktes werden gezielt an den Vorstellungen des Kunden ausgerichtet, jeder Kundenauftrag hat somit den Charakter einer Neukonstruktion. Das Unternehmen kann nur einen sehr geringen Teil seiner Komponenten standardisieren. Wettbewerbsvorteile entstehen dabei in erster Linie über die Fähigkeit des Unternehmens, soweit wie möglich mit seiner Fertigung auf Kundenspezifika eingehen zu können. Eine Herstellung derartiger Indi-

vidualprodukte ist vor allem bei der Verfolgung einer Differenzierungsstrategie anzutreffen.

Zwischen diesen beiden Extremen findet sich eine breite Palette von Produkten, deren Orientierung an spezifischen Kundenwünschen aufgrund der gegebenen Möglichkeiten zur Standardisierung unterschiedlich ausgeprägt ist. Es handelt sich dabei meist um teilstandardisierte Erzeugnisse mit kundenspezifischen Varianten. Bei der Realisierung des Produktprogrammes wird jeder Industriebetrieb bemüht sein, seine Produkte im Interesse einer Vereinfachung des Fertigungsprozesses, soweit möglich, zu standardisieren, um so durch Rückgriff auf bekannte Teile kostengünstiger und in kürzerer Zeit produzieren zu können.

Die *Erzeugnisstruktur* kennzeichnet den konstruktionsbedingten Aufbau der Produkte. Dabei kann zwischen Strukturtiefe und -breite unterschieden werden. Die Strukturtiefe gibt die Anzahl der Stufen an, über die sich das Produkt zusammensetzt. Die Strukturbreite gibt Aufschluß über die zur Herstellung des Produktes benötigten Teile. Die Erzeugnisstruktur reicht von einfachen Produkten (geringer Strukturtiefe und -breite) in Form von geringteiligen Erzeugnissen bis zu komplexen Produkten (hohe Strukturtiefe und -breite) in Form mehrteiliger Erzeugnisse. Dazwischen gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Ausprägungen.

Mit den Kriterien Erzeugnispektrum und Erzeugnisstruktur wird demnach die Komplexität des Produktes und der Grad der Standardisierungsmöglichkeit beschrieben. Durch das Produktprogramm kann demzufolge ein sehr unterschiedliches Erzeugnispektrum festgelegt werden mit starken Abweichungen hinsichtlich des Kundeneinflusses auf die Produktion. Das Merkmal der Erzeugnisgeometrie bringt die Komplexität der technisch orientierten Aufgaben in Konstruktion und Planung zum Ausdruck und die Kongruenz der Erzeugnisstruktur die Ähnlichkeit von Konstruktions- und Fertigungsdokumenten.

Der *Kundenbezug* kennzeichnet die Bindung der Produktion an den Absatzmarkt. Die Herstellung von Individualprodukten bedingt eine enge Kundenorientierung, während Standardprodukte für den anonymen Markt produziert werden und in der Regel kein direkter Kontakt zum Kunden besteht. Der Kundenbezug bestimmt die Art der Auftragserteilung und damit gleichzeitig die Art der Auslösung des Primärbedarfs. Diese kann durch Kundenaufträge (Produktion auf Bestellung mit Einzelaufträgen oder Rahmenaufträgen) oder aufgrund von Absatzerwartungen (Produktion auf Lager) erfolgen (Sames/ Büdenbender 1990, S. 3, 4). Dieses Merkmal bestimmt deshalb die Stabilität des Produktionsprogrammes und die damit zusammenhängenden Aufgaben der Zeit- und Kapazitätswirtschaft (Schomburg 1980, S. 52, Frese/Noetel 1990, S. 34).

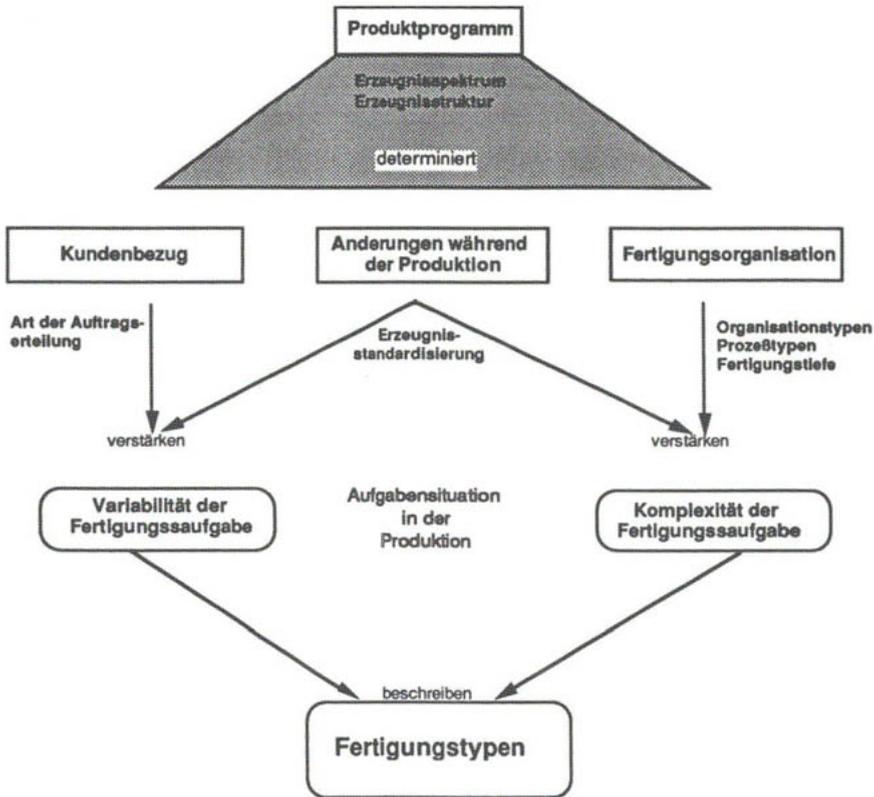


Abb. 2.2: Beschreibende Merkmale einer Produktionssituation

Die Fertigungsorganisation beschreibt die Aufbau- und Ablaufstrukturen in der Produktion. Als beschreibende Merkmale hierzu können die Prozeß- und Organisationstypen der Fertigung herangezogen werden.

Differenzierungskriterium bei den Prozeßtypen der Fertigung ist die Häufigkeit der Wiederholung eines bestimmten Fertigungsvorganges und seine Standardisierbarkeit. Es kann prinzipiell in die Einzel-, Serien- und Massenfertigung unterschieden werden. Eine Einzelfertigung ist bei ausgesprochenen Individualprodukten anzutreffen, während Standardprodukte in Massenfertigung erstellt werden. Die Serienfertigung als Zwischenform weist Produkte mit einem unterschiedlichen Grad an Standardisierung auf.

Die Beschreibung der Organisationstypen der Fertigung erfolgt nach dem Kriterium der räumlichen und zeitlichen Strukturierung der Produktion und charakterisiert die Organi-

sation der Leistungserstellung bezüglich ihrer Merkmale des Zusammenwirkens von Mensch, Material- und Maschineneinsatz.

Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen Prozeß- und Organisationstypen. Die Entscheidung für einen bestimmten Organisationstyp der Fertigung legt gleichzeitig die Einsatzmöglichkeiten der Prozeßtypen der Fertigung fest und umgekehrt. So ist beispielsweise der Organisationstyp der Fließfertigung in der Regel nur mit den Prozeßtypen der Serienfertigung bzw. Massenfertigung vereinbar, der Organisationstyp der Werkstattfertigung und ebenso die Gruppenfertigung vorwiegend mit den Prozeßtypen Einzel- oder Serienfertigung. Auch die Gestaltung der Fertigungsorganisation hängt vom zu realisierenden Produktprogramm ab (Zäpfel 1989b, S. 161), z.B. von:

- Vielfalt und Art der zu erstellenden Produkte: Produktvielfalt führt zu einem häufigen Umrüsten. Hierfür eignen sich Fertigungskonzepte, die vielseitig einsetz- und schnell umrüstbar sind, wie die Werkstattfertigung und flexible Fertigungssysteme.
- Produktionsvolumen und Stabilität im Zeitablauf: Für große Stückzahlen eines Produktes, wie sie für die Serien- und Massenfertigung typisch sind, ist das Fließprinzip am besten geeignet, da geringe Durchlaufzeiten und gute Kapazitätsauslastung bei einer kostengünstigen Produktion gleichzeitig erreicht werden können. Starke Schwankungen in der Auslastung der Produktion aufgrund instabiler Nachfrage können jedoch eher durch eine Werkstatt- oder Gruppenfertigung ausgeglichen werden.
- Konstanz der Prozeßabläufe: Weisen die Produkte in den technologischen Arbeitsvorgangfolgen große Unterschiede auf (vor allem Individualprodukte mit hohem Neukonstruktionsanteil), so ist eine vereinheitlichte Fließfertigung nicht möglich.

Als ergänzendes Beschreibungsmerkmal für die Fertigungsorganisation bietet sich die Fertigungstiefe an. Diese gibt Aufschluß darüber, in welchem Umfange die Fertigung des Produktes im eigenen Unternehmen erfolgt oder durch Fremdbezug realisiert wird. Die Fertigungstiefe ermöglicht damit Aussagen über die Struktur der Fertigung. Die Wahl der Fertigungstiefe ist eine strategische Entscheidung, die eng mit der Entscheidung über Eigen- oder Fremdfertigung zusammenhängt. Für jedes Produkt ist auf allen Produktionsstufen zu prüfen, ob Eigenfertigung oder Fremdbezug bzw. ein vielfältiges Spektrum von Einbindungsformen zwischen diesen Extremen zu wählen ist, ein Entscheidungsprozeß, der durch eine Vielzahl von Kriterien geprägt ist (siehe hierzu z.B. Picot 1991). Das Merkmal beschreibt somit den Anteil an der Wertschöpfung, den ein Unternehmen am gesamten Herstellungsprozeß, also an der Wertschöpfungskette bis zur Erstellung des Endproduktes, innehat. Bei Unternehmen mit großer Fertigungstiefe erfolgt die Herstellung von Endprodukten durch eigene Fertigung von Zwischenkomponenten bis hin-

unter zu den eingesetzten Teilen. Im Extremfall werden nur Rohstoffe bezogen. Eine geringe Fertigungstiefe kann z.B. vorliegen, wenn ein Unternehmen sich auf die Endmontage von Komponenten beschränkt, alle Komponenten also von Lieferanten bezieht.

Drittes wesentliches Merkmal sind die *Änderungen während der Produktion*. Sie sind durch die Möglichkeiten der Einflußnahme des Kunden auf den Auftrag während des Ablaufes der Produktion bestimmt (Frese/Noetel 1990, S. 34, Sames/Büdenbender 1990, S. 17). Diese können sich in qualitativen (konstruktiven), quantitativen und zeitlichen Änderungswünschen äußern. Inwieweit flexibel auf diese reagiert werden kann, hängt unter anderem von der Art der Erzeugnisstandardisierung ab. Je nachdem, zu welchem Zeitpunkt und in welchem Ausmaß Änderungswünsche auftreten, ergeben sich Störeinflüsse für den Fertigungsprozeß, die zu Umplanungsmaßnahmen in der PPS führen.

Die Merkmale Kundenbezug, Änderungen während der Produktion und die Fertigungsart sind demnach durch die Festlegung des Produktprogrammes determiniert und beschreiben die daraus resultierende Aufgabensituation in der Produktion, die durch die Komplexität und Variabilität der Fertigungsaufgabe gekennzeichnet ist (zu den Begriffen Komplexität und Variabilität vgl. Picot 1990, S. 116 ff., Reichwald 1990b S. 438 ff.).

Die *Komplexität* der Aufgabe beschreibt die Anzahl, Verschiedenartigkeit und Interdependenz der zu verknüpfenden Teilaufgaben bzw. Aufgabenelemente. Neben der Komplexität werden auch Merkmale wie Strukturiertheit, Spezifität, Analysierbarkeit zur Aufgabenbeschreibung gebraucht. Sie hängen mit der Komplexität eng zusammen.

Die *Variabilität* der Aufgabe kennzeichnet die Häufigkeit, mit der Anforderungen bezüglich der Erfüllung der Aufgabe wechseln, sowie die Spannweite der Variationen und die Regelmäßigkeit ihres Auftretens. Andere Merkmale, die mit der Variabilität eng zusammenhängen, sind z.B. Dynamik, Veränderlichkeit, Unsicherheit.

Besonders markante Ausprägungsformen der oben aufgeführten Merkmale sollen zu aussagefähigen Typen, im folgenden als Fertigungstypen bezeichnet, zusammengefaßt werden. Diese sind durch eine gewisse Kombination von Merkmalen charakterisiert. Obwohl sie eine Vereinfachung der betrieblichen Realität und eine Reduzierung auf einige Grundtypen darstellen, sind sie dennoch geeignet, um Anforderungen der Produktionsplanung und Aussagen für die Gestaltung von PPS-Systemen abzuleiten.

Die Aufgabensituation in der Produktion läßt sich grundsätzlich, je nach Ausprägung, durch einen der vier nachfolgend erläuterten Fertigungstypen beschreiben. Ausgehend vom Kundenbezug kann in eine kundenauftragsorientierte oder marktorientierte Fertigung unterschieden werden. Als weitere Einteilung ergibt sich aus der Merkmalsgruppe Ferti-

gungsorganisation die am Wiederholungs- bzw. Standardisierungsgrad der Fertigung ausgerichtete Unterscheidung in die Einzel-, Serien- oder Massenfertigung. Daraus ergeben sich die Fertigungstypen der

- kundenauftragsorientierten Einzelfertigung,
- kundenauftragsorientierten Serienfertigung,
- marktorientierten Serienfertigung,
- marktorientierten Massenfertigung.

Eine weitergehende Differenzierung in sieben verschiedenen Betriebstypen nehmen Glaser et al. vor (Glaser et al. 1991, S. 402 ff.). Für jeden dieser sieben Betriebstypen wird ein Soll-Konzept zur Berücksichtigung der jeweiligen Anforderungen an die Produktionsplanung und -steuerung erstellt.

Die *auftragsorientierte Einzelfertigung* zeichnet sich dadurch aus, daß Individualprodukte hergestellt werden. Die Festlegung der Eigenschaften des Produktes erfolgt durch den Kunden und in enger Abstimmung mit diesem. Bis zur Realisierung von Kundenaufträgen sind vielfältige Abstimmungen zwischen Kunden und Unternehmen notwendig. Einer Angebotserstellung kommt deshalb bei diesem Fertigungstyp große Bedeutung zu. Jeder Kundenauftrag bedeutet einen hohen konstruktiven Aufwand, da für jeden Auftrag oft eine erhebliche Modifikation existierender Produkte notwendig ist. Im Extremfall stellt ein Einzelfertiger nur sein Know-How zur Verfügung und das angebotene Produkt konkretisiert sich erst als Ergebnis der Abstimmungen mit dem Kunden. Bei der Angebotserstellung und Auftragsannahme bestehen vielfältige Risiken. Für die Angebotserstellung sind wesentliche konstruktive Festlegungen zu prüfen und eine erste überschlägige Kapazitätsbedarfs- sowie Kostenermittlung durchzuführen, ohne Details zu diesem Zeitpunkt schon zu kennen. Die endgültige Auftragserteilung ist dabei noch nicht sichergestellt, da oft mehrere Wettbewerber ein Angebot unterbreiten. Der Vertrieb und die Konstruktionsabteilung müssen zur Angebotserstellung eng zusammenarbeiten. Die inhaltliche Ausgestaltung des Angebots ist dabei meist sehr aufwendig. Ständige Abstimmungsprozesse zwischen Vertrieb, Konstruktion, Fertigungsplanung und den Fertigungsbereichen über Durchführbarkeit und Terminierbarkeit führen zu langen Zeiten für die Angebotserstellung.

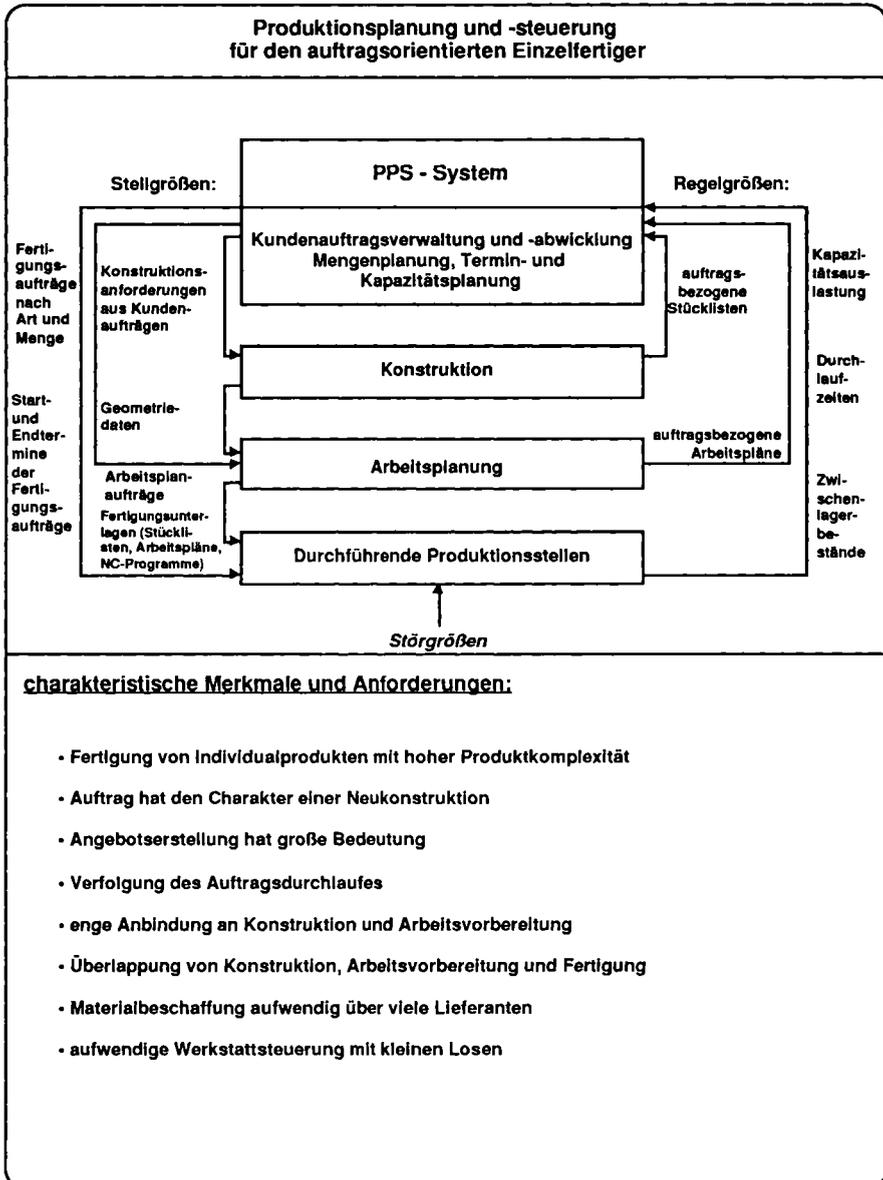


Abb. 2.3: Merkmale des auftragsorientierten Einzelfertigers und Anforderungen an die Produktionsplanung (in Anlehnung an Zäpfel 1989a, S. 210)

Industriebetriebe mit auftragsorientierter Einzelfertigung sind deshalb durch eine unsichere und instabile Planungssituation gekennzeichnet, denn die Auftragsituation ist schwer vorauszusehen und unterliegt häufig Änderungen und erschwert dadurch die Programmplanung erheblich. Als schwierig gestaltet sich deshalb auch die Einplanung und gleichmäßige Auslastung der Kapazitäten. Die Kapazitätsauslastung der Fertigung besitzt eine geringere Bedeutung für die PPS im Gegensatz zu einer Minimierung der Lagerhaltung (auch wegen der großen Ersatzteilkhaltung) oder der Verkürzung der Lieferfristen.

Die Werkstattfertigung ist durch eine aufwendige Fertigungssteuerung (z.B. Verursachernachweis bis zum Rohteil) gekennzeichnet, durch die viele kleine Lose und Einzelstücke laufen. Die Vielzahl der verwendeten Bauteile, Teilstämme, Stücklisten, Kaufteile ergeben eine geringe Überschaubarkeit im Konstruktionsbereich. Die Fertigungsorganisation hat durch die große Menge von Aufträgen (kleine Losgrößen bzw. Losgröße 1) Schwierigkeiten, die Aufträge genau zu verfolgen. Diese geringe Transparenz der Fertigung läßt keine genaue Terminplanung zu, wodurch Auftragsdurchlaufzeiten unnötig verlängert werden. Die Fertigungsplanung kann nur bedingt auf Erfahrungswerte über das Produktionsprogramm zurückgreifen, sondern kann erst bei Auftragserteilung planend tätig werden.

Die Realisierung kurzer Lieferzeiten ist nur durch eine Überlappung von Tätigkeiten in der Konstruktion, Arbeitsvorbereitung und Produktion zu erreichen. Diese müssen oft mit unvollständigen Unterlagen (z.B. Teilstammdaten, Stückliste, Arbeitspläne) arbeiten. Auch kommt es zu konstruktiven Änderungen an Teilen, die sich schon in der Fertigung befinden. Der Materialeinkauf ist relativ aufwendig, da mit einer Vielzahl von Lieferanten nur ein geringer Umsatz erfolgt und Bestellungen oft in großen Abständen vorgenommen werden. Eine hohe Produktkomplexität stellt hohe Anforderungen an die Zulieferkomponenten, so daß bis zur definitiven Beschaffung oft eine längere Klärungsphase erforderlich ist. Lediglich Kleinteile (Norm- und Katalogteile) können verbrauchsgesteuert disponiert werden (Helberg 1987, S.104, 105).

Der Fertigungstyp der *marktorientierten Massenfertigung* stellt Standardprodukte her. Die Festlegung der Produktmerkmale orientiert sich an den allgemeinen Bedürfnissen eines anonymen Marktes. Differenzierungsaspekte spielen eine nachgeordnete Rolle. Der Massenfertiger ist durch eine stabile Planungssituation gekennzeichnet. Die zeitlichen, räumlichen und mengenmäßigen Zuordnungsprobleme werden durch einen einmaligen Planungsvorgang vor Produktionsbeginn weitgehend gelöst (Helberg 1987, S. 88). Die Fertigung wird unter Ausnutzung der entsprechenden Kostenvorteile in der Regel in Fließfertigung durchgeführt.