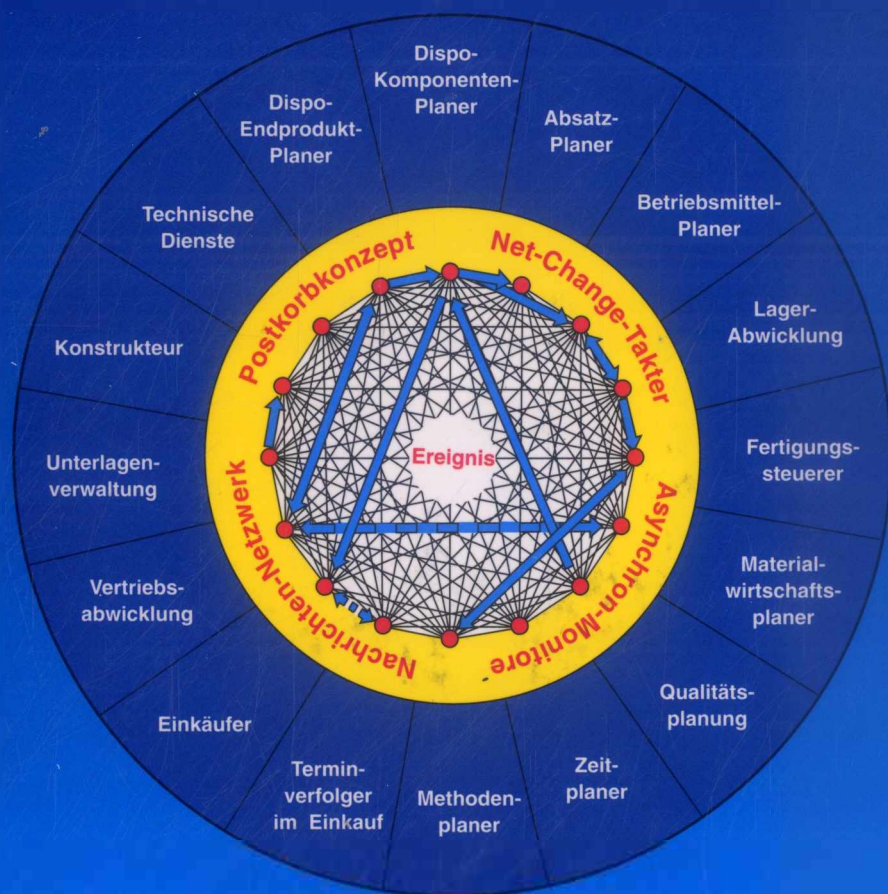


Die Entwicklung eines kybernetisch orientierten Planungssystems zur Abbildung prozeßgebundener Organisationsformen



C 119513 ✓



Helmut G. Polzer

**Die Entwicklung eines kybernetisch
orientierten Planungssystems zur
Abbildung prozeßgebundener
Organisationsformen**

Herausgegeben von
Professor Dr.-Ing. György Kocziszky
Fakultät für Ökonomie
Miskolci Egyetem

FÖKÖNYVTÁR
2004
LELT-ELLENŐRZÉS

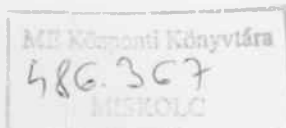
Als Dissertation genehmigt von der Fakultät für Ökonomie der Universität
Miskolc, Miskolc/Ungarn

Tag der Promotion: 08. Oktober 1993
Dekan: Prof. Dr. János Czabán
Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. György Kocziszky

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten.

Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung der Verleger in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung - mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG ausdrücklich genannten Sonderfälle -, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Herstellung: Gruner-Druck GmbH, Erlangen-Eltersdorf
Printed in Germany



*'Multa rogare, rogata tenere,
retanta docere haec tria discipulum
faciunt superare magistrum'*

Ovidius

Vorwort

Obwohl die Aktualität der hierarchischen Planung kaum mehr in Zweifel gezogen werden dürfte, weisen in der Praxis zahlreiche erfolglose Anwendungen darauf hin, daß die Fachliteratur eine strukturierte Lösung der Probleme der Produktionsplanung und -regelung bis heute zum Teil noch schuldig geblieben ist.

Verdienst der jetzt auch in gedruckter Form erscheinenden Dissertation des Herrn Dipl.-Ing. Helmut Polzer ist das Erkennen obiger Tatsache und das Bestreben nach einer mit wissenschaftlichem Anspruch ausgearbeiteten Lösung.

Die Thesen des Autors haben sich in der Praxis mehrfach bewährt. Die verallgemeinbaren Zusammenhänge sind abstrahierte Ergebnisse von Erfahrungen, die bei unterschiedlichen strukturellen und technologischen Randbedingungen gesammelt worden sind.

Ein großer Wert der Dissertation besteht darin, daß der Autor Kraft und Mut aufwies, sich von den üblichen Stereotypen zu lösen. Schon deshalb erweckt die Arbeit Gedanken, die eines Weiterdenkens würdig sind und auch von Wissenschaftlern nicht außer acht gelassen werden sollten.

Professor Dr.-Ing. György Kocziszky

330.46 = 20
65.01:512.71 = 30

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage und Schwerpunkt des heutigen Wissensstandes	1
1.2	Integrierte hierarchische Unternehmensplanungssysteme	3
1.2.1	Definition eines integrierten Unternehmensplanungssystems als Untersuchungsgegenstand	3
1.2.2	Gliederung der Unternehmensplanungsebenen	6
1.2.3	Systemtechnische Integration	9
1.3	Problemstellung und Ziele des zu untersuchenden Gegenstandes	10
2.	Derzeitiger Stand und kritische Beurteilung integrierter Unternehmensplanungssysteme	13
2.1	Unternehmensplanungssysteme	13
2.2.1	Begriffe, Definition und Abgrenzungen	13
2.1.2	Strategische Elemente	16
2.1.3	Systemtechnische Elemente	19
2.1.4	Funktionaler Abdeckungsgrad	24
2.2	Kybernetisches Verhalten von Planungssystemen	26
2.2.1	Kybernetik in der Managementforschung	26
2.2.2	Zusammenhang der Kybernetik mit Organisation und Planung	28
2.2.3	Kybernetische Modelle zur Analyse und Gestaltung von Systemen	30
2.2.4	PPS-Regelkreis	34
2.2.5	Defizite und kritische Wertung heutiger PPS-Regelkreise	35
2.3	Simulation	39
2.3.1	Begriffe, Definition und Abgrenzungen	39
2.3.2	Einsatzgebiete und Nutzen	42
2.3.3	Stand und kritische Wertung heutiger Simulationsanwendungen in Bezug auf Unternehmensplanungssysteme	46
2.4	Zusammenführung von kybernetischem Systemansatz, Regelkreistechnik und Simulation im Unternehmensplanungssystem	48

3. Kritische Wertung der wichtigsten in PPS-Systemen verwendeten Methoden und Verfahren auf der Grundlage hierarchischer Produktionsplanungssysteme	52	5.2 Darstellung des Planungsablaufes der "Vier-Quadranten-Planung" sowie der dazugehörigen Verfahren	121
3.1 Strategische Produktionsplanung	55	5.2.1 Grunddatentechnik	121
3.1.1 Inhalte und Aufgaben der Strategischen Planungsebene	55	5.2.1.1 Planungsobjekt-Strukturen	122
3.1.2 Kritik gängiger Verfahren der strategischen Planungsebene am Beispiel von MRP-II	65	5.2.1.2 Objektsumpfplanung	127
3.2 Taktische Produktionsplanung	72	5.2.1.3 Zeit- und Saisonfaktoren	129
3.2.1 Inhalte und Aufgaben der Taktischen Planungsebene	72	5.2.1.4 Modell-Mix-Faktoren	131
3.2.2 Kritik gängiger Verfahren	81	5.2.2 Planungsablauf Absatz- und Vertriebsplan	132
3.3 Operative Produktionsplanung	86	5.2.3 Planungsablauf Vertriebsplan - Produktionsplan	140
		5.2.3.1 Mengenmäßige Planung	140
		5.2.3.2 Kapazitätsabgleich des Produktionsplans auf der strategischen Planungsebene mit der ESK-Planungsmethode	153
		5.2.3.2.1 Generieren des neutralen ESK-Profiles	156
		5.2.3.2.2 Produktionsplanabgleich in der Strategischen Planungsebene mit ESK Profilen	162
		5.2.3.2.3 Vorteile der ESK-Profil-Planung	168
4. Informationsverarbeitungsstrategien als bestimmende Faktoren für leistungsstarke und zielgerichtete Organisationsformen	88	5.2.4 Fallstudie für den Planungsablauf Absatz- und Vertriebsplan	171
4.1 Bisherige und zukünftige Entwicklung des Organisationsmittels "Software"	92	5.3 Management von Störungen	176
4.2 Die Abhängigkeit der möglichen Organisationsformen von dem organisatorischen Betriebsmittel (Hard- und Software)	94	5.3.1 Generelle Betrachtung von Störungen	176
		5.3.2 Management von Störungen mit Pufferreduzierung	179
		5.3.2.1 Ausgangslage des Gleichgewichts-Vektoren-Syndroms (GVS)	181
		5.3.2.2 Puffer aus Planungsgrunddaten	184
		5.3.2.3 Zeitpuffer als Mittel zur Planrealisierung	187
		5.3.3 Allgemeine Beschreibung des Verfahrens	190
		5.3.3.1 Vorbereitende Definitionen	190
		5.3.3.2 Terminierungsmethoden bei der Ausregelung von Störungen	192
		5.3.3.3 Systemtechnisches Ausregeln von Störungen nach der MVS-Methode	194
		5.3.3.4 Fallunterscheidungen	200
5. Konzeption eines kybernetisch orientierten, nach hierarchischen Planungsebenen arbeitenden Systems	99	5.3.3.4.1 Veränderungen der Lieferbedingungen bei Kaufteilen	201
5.1 Produkttypenabhängige Planungsmethoden in der Vier-Quadranten-Planung	101	5.3.3.4.2 Terminveränderungen bei Erzeugliefertminen	207
5.1.1 Planungstyp 1: Endproduktplanung	105	5.4 Zusammenfassung der Vorteile der MVS-Planungstechnik	209
5.1.2 Planungstyp 2: Hauptniveauplanung	106		
5.1.3 Planungstyp 3: Anonyme Vorfertigung	111	6. Zusammenfassung, Thesen und Ausblick	210
5.1.4 Planungstyp 4: Generierbarer Endprodukttyp	113		
5.1.5 Planungstyp 5: Master Scheduling Planning	116	7. Verzeichnis der Abbildungen	213
5.1.5.1 Definition der Grobplanung	116		
5.1.5.2 Eigenschaften des Master Scheduling Planning	120	8. Verzeichnis der Tabellen	217
		9. Verzeichnis der Abkürzungen	218
		10. Literaturverzeichnis	223

Einleitung

1 Ausgangslage und Schwerpunkt des heutigen Wissensstandes

Aufgrund unterschiedlicher und zum Teil nicht abgestimmter Vorgehensweisen von Forschung und Lehre einerseits sowie der praktischen Anwendung (Softwareunternehmen und Anwender) andererseits, war bisher keine ausreichende konzentrierte Vorgehensweise zur Entwicklung integrierter Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme (PPS) erkennbar.

- Forschung und Lehre haben sich im wesentlichen mit der Entwicklung von Einzelsystemen beschäftigt, wie z.B.
 - Belastungsorientierte Auftragsfreigabe,
 - Losgrößenoptimierungen,
 - Leitstandverfahren,und haben dadurch lediglich Suboptimierungen - ohne ganzheitliche Betrachtung von Unternehmensplanungssystemen - erreicht.
- Methoden und Verfahren, die eingebettet sind in integrative Systemabläufe und alle Komponenten eines integrierten Unternehmensplanungssystems berücksichtigen, sind bis heute nur stückweise vorhanden.
- Wegen fehlender Konzepte von seiten der Forschung und Lehre konnten die Praktiker Weiterentwicklungen nur auf bereits bekannten Methoden und Verfahren aufbauen.

Aufgrund dieser Situation existieren bis heute noch keine integrierten Planungsmethoden, die an die gegebenen technischen Möglichkeiten angepaßt wurden, auf leistungsfähigen Organisationsprinzipien aufgebaut sind und ein simulatives Verhalten aufweisen.

Das Ziel dieser Arbeit ist, durch Entwicklung geeigneter Methoden und Verfahren die vorhandenen Defizite bestehender Planungssysteme auszugleichen und neue Systemkomponenten zu integrieren, um den Unternehmen zukünftig wesentlich bessere Unternehmensplanungssysteme bereitzustellen.

Dieser Sachverhalt wird in Abb. 1 anschaulich dargestellt.

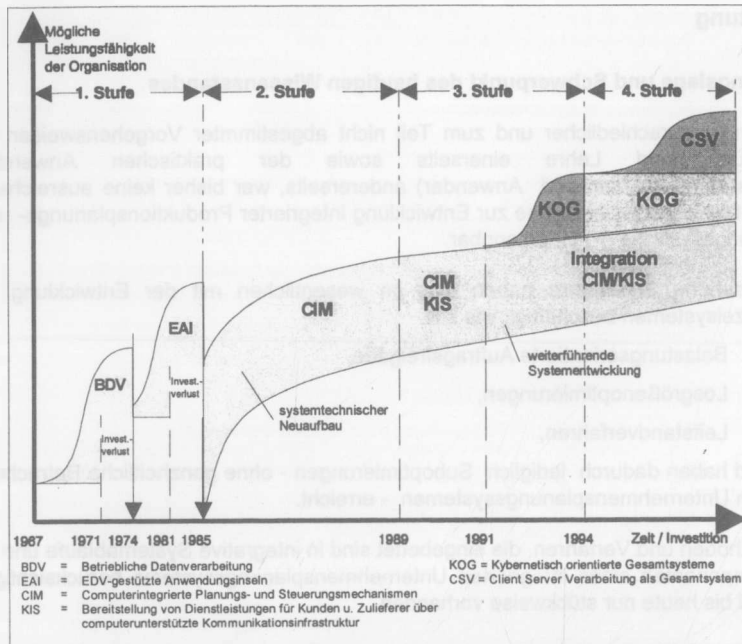


Abb. 1: Softwareentwicklung unter Berücksichtigung des heutigen Wissensstandes

Die Entwicklung von Unternehmensplanungssystemen, die sowohl

- kybernetischen Denkmodellen folgen als auch
- Regelkreisprinzipien berücksichtigen und
- die Ergebnisse Simulationsverfahren zugänglich machen,

hat eben erst begonnen, ein Abschluß ist bisher nicht in Sicht. Die derzeit am Markt befindlichen integrierten Unternehmensplanungssysteme, die

- ereignisbezogene Organisationsprinzipien realisiert haben
- nach dem Netchange-Prinzip (kontinuierliche Bearbeitung von Ereignissen) und
- im Realtime-Betrieb arbeiten,

haben fast ausnahmslos noch den zusätzlichen Mangel, daß sie nicht für die Abbildung hierarchischer Planungsebenen konzipiert sind, die einzelnen Ebenen somit nicht vernetzt werden können.

Dieser Tatbestand ist, wie bereits dargestellt, einzig und allein darauf zurückzuführen, daß es bis heute keine geeigneten gesamtheitlich arbeitenden Planungsverfahren gibt, die darüber hinaus kybernetisches und simulatives Verhalten aufweisen.

Demgegenüber findet aber heute die Erkenntnis, daß Softwaresysteme die praktische Umsetzung von Organisationsphilosophien und -strategien sein müssen, mehr und mehr Zustimmung und Verbreitung (vgl. Kohl u.a. [1989]).

1.2 Integrierte hierarchische Unternehmensplanungssysteme

1.2.1 Definition eines integrierten Unternehmensplanungssystems als Untersuchungsgegenstand

Die Unternehmensplanung ist seit vielen Jahren ein wichtiges Ziel der betriebswirtschaftlichen Forschung sowohl im angelsächsischen als auch deutschen Sprachraum.

Je nach Zeitpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten und Standort der einzelnen Fachdisziplinen innerhalb der Betriebswirtschaftslehre bestehen dazu auch unterschiedliche Sichtweisen und definitorische Ausprägungen, insbesondere im Hinblick auf die Zunahme computergestützter Planungsansätze.

Einer der bekanntesten amerikanischen Autoren R. L. Ackoff schreibt [1972] noch ganz allgemein "Planung beruht auf dem Gedanken, daß die Zukunft durch aktive Eingriffe in der Gegenwart verbessert werden kann."

Szyperski [1973] (S. 27) postuliert "Unter Unternehmensplanung wird ein Prozeß von Entscheidungen über Entscheidungen verstanden, durch den bei erwarteten Umweltbedingungen die Pläne der divisionalen und/oder funktionalen Bereiche von Unternehmen für sämtliche Planperioden des Planzeitraumes erzeugt, geprüft und - sachlich wie auch zeitlich aufeinander abgestimmt - vorgegeben werden."

Wöhe [1990] (S. 138) definiert dagegen prozeßbezogen und operational: "Planung ist die gedankliche Vorwegnahme zukünftigen Handelns durch Abwägen verschiedener Handlungsalternativen und Entscheidung für den günstigen Weg."

Planung bedeutet also das Treffen von Entscheidungen, die in die Zukunft gerichtet sind und durch die der betriebliche Prozeßablauf als Ganzes und in allen seinen Teilen festgelegt wird ..."

Mit dieser letzteren Standortbestimmung ist auch der Weg vorgezeichnet, den der Autor mit dieser Arbeit beschreiten möchte.

Untersuchungsgegenstand soll der Teil eines Unternehmensplanungssystems sein, welcher in ganzheitlich-integrierender Funktionsweise unternehmens-externe und -interne Datenkonstellationen einbezieht und vorzugsweise innerhalb der Planungsphase algorithmengesteuerte Entscheidungen DV-gestützt bereitstellt.

Solche Planungssysteme müssen darüber hinaus im Grundsatz organisatorisch und funktional in der Lage sein, die drei Hauptorganisationseinheiten eines Unternehmens

- Marketing und Vertrieb,
- Technischer Produktionsbereich,
- Betriebswirtschaftlicher Bereich,

abzudecken, um erforderliche Wettbewerbsstrategien in geeignete Organisationsformen umsetzen zu können.

In diesem Sinne kommen für ein Unternehmensplanungssystem exemplarisch folgende Systemkomponenten in Frage:

Marketing- und Vertriebs-Systemkomponenten	Technischer Produktionsbereich PPS-Systemkomponenten	Betriebswirtschaftliche Systemkomponenten
Vertriebs-Planungssysteme - Absatzplanung - Vertriebsplanung Vertriebsabwicklungssysteme - Kundenauftragsabwicklung - Vor- und Angebotskalkulation	Technische Basissysteme - Teilestamm, Stücklistenverfahren - Unterlagenverwaltung - Klassifizierungssystem - erweiterte Merkmalstechnik - Arbeitsplanmethoden Expertensysteme - Projektierung - Techn. Angebotsschreibung Planungssysteme - Primärbedarfsplanung mit Endprodukt-Kapazitätsprofil - Simultane Material- und Kapazitätsplanung - Bestellrechnungsverfahren und stochastische Methoden Beschaffungswesen - Einkauf, Rechnungsprüfung Lagerwirtschaft - Lagersystem - Lagerplatzverwaltung Fertigungsauftragsverwaltung - Fertigungsauftragsplanung - Fertigungssteuerung - Fertigungsauftragsrückmeldung	Kostenstellenrechnung und Gemeinkosten-Controlling - Kostenstellenrechnung Kostenträgerrechnung u. Produktkostencontrolling - Plankalkulation - Nachkalkulation - Kostenträgerrechnung Ergebnisrechnung, -Controlling und DB-Rechnung - Ergebnisrechnung Bestandsrechnung und -Controlling - Bestandsbewertung - Kontierung Externes Rechnungswesen - Finanzbuchhaltung - Anlagenbuchhaltung

Tab. 1: Systemkomponenten eines Unternehmensplanungssystems

Um den dafür notwendigen Informationsfluß zwischen den einzelnen Bereichen und den Hierarchieebenen sicherzustellen, stehen heute geeignete Verfahren im 'Ereignisbezogenen Integrationskern' zur Verfügung, wie z.B.:

- Netchange-Takter
- Nachrichtennetze
- Postkorbverfahren.

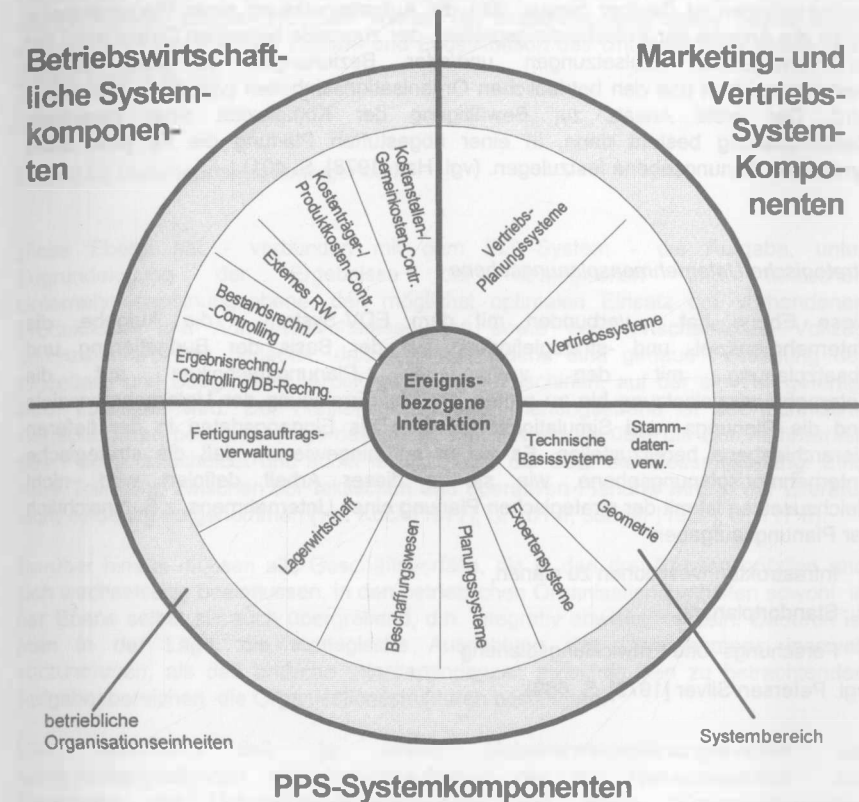


Abb. 2: Grundstruktur eines Unternehmensplanungssystems mit ereignisbezogener Interaktion nach klassischer Funktionsaufteilung

Das Zusammenspiel der in Tab. 1 dargestellten Systemkomponenten soll auf der Grundlage einer verbindlichen Organisationsphilosophie und -strategie darüber hinaus eine mehrstufige Unternehmenshierarchie abbilden können. Das bedeutet, daß die auf hierarchischen Planungsebenen eingesetzten Planungsverfahren und deren Ergebnisse so aufeinander abzustimmen sind, daß ein möglichst großer Informationswert für das Unternehmensplanungssystem sichergestellt ist.

1.2.2 Gliederung der Unternehmensplanungsebenen

Entscheidend für die Festlegung der Ebenen ist, daß eine Synchronisation zwischen

- der Management- und Entscheidungsebene einerseits und der
- Systemarchitektur andererseits

besteht, um eine hierarchische Planung überhaupt zu gewährleisten. Zu berücksichtigen ist darüber hinaus, daß die Aufgabenstellung einer Planungsebene durch die Angabe der Entscheidungsgrößen, der zugrunde liegenden Datenbasis, der zu verfolgenden Zielsetzungen und/oder Beziehungen zu den übrigen Systembereichen und den betrieblichen Organisationseinheiten (vgl. Abb. 3) definiert wird. Der erste Ansatz zur Bewältigung der Komplexität einer derartigen Gesamtplanung besteht darin, in einer abgestuften Planung die für jede Stufe synchrone Planungsebene festzulegen. (vgl. Hax [1978], S. 401)

Strategische Unternehmensplanungsebene

Diese Ebene hat - verbunden mit dem EDV-System - die Aufgabe, die Unternehmensziel- und -strategiefindung auf der Basis der Budgetierung und Absatzplanung mit den vorhandenen Planungstechniken auf die Unternehmenszielsetzung hin zu prüfen. Bei der Erreichung der Unternehmensziele sind die Planungs- und Simulationsergebnisse als Eingangsdaten in der tieferen Hierarchieebene bereitzustellen. Es sei darauf hingewiesen, daß die strategische Unternehmensplanungsebene, wie sie in dieser Arbeit definiert wird, nicht gleichzusetzen ist mit der strategischen Planung eines Unternehmens, z.B. hinsichtlich der Planungsaufgaben

- Infrastrukturinvestitionen zu planen,
- Standortplanung,
- Forschungs- und Entwicklungsplanung

(vgl. Petersen/Silver [1979], S. 669).

Taktische Unternehmensplanungsebene

Diese Ebene hat - verbunden mit dem EDV-System - die Aufgabe, die verfolgten Strategien weiter zu detaillieren und zu konkretisieren. Unter Einhaltung der durch die strategische Unternehmensplanungsebene gesetzten Rahmenbedingungen, führen die Fachabteilungen ihre Planungen durch. Dabei entscheiden sie über die einzusetzenden Planungs- und Steuerungsmethoden sowie über die Art der Organisation. Die Tragweite der Entscheidungen ist deutlich geringer als in der übergeordneten Ebene. Trotzdem können die Entscheidungen dieser Ebene einen erheblichen Einfluß auf die Kosten- und Erlössituation des Unternehmens haben (vgl. Jünger [1980], S. 55).

Operative Unternehmensplanungsebene

Diese Ebene hat - verbunden mit dem EDV-System - die Aufgabe, unter Zugrundelegung der Ergebnisse der strategischen und taktischen Unternehmensplanungsebene, den möglichst optimalen Einsatz der vorhandenen Produktions- und Administrationsressourcen sowie den wirtschaftlichen Vollzug durchzuführen. Das bedeutet, daß in dieser Ebene eine genaue Festlegung der Einzelteile und Baugruppen, Arbeitsgänge und Maschinen, auf der ein Teil gefertigt wird, vollzogen wird. Der Freiheitsgrad dieser Planungsebene ist auf technische Gegebenheiten beschränkt und deshalb gering, obwohl sie über die Durchführbarkeit des Planes entscheidet und somit letztlich über die Güte der Gesamtplanung. Eine klare Trennung zwischen der taktischen und operativen Planung wird in der Literatur nicht eindeutig vorgenommen (vgl. Koch [1977], S. 101 ff, Jünger [1980], S. 117 ff).

Darüber hinaus müssen alle Geschäftsvorfälle, die in den drei Ebenen anfallen und sich wechselseitig beeinflussen, in den betrieblichen Organisationseinheiten sowohl in der Ebene selbst als auch übergreifend, d.h. integrativ abwickelbar sein. Dadurch ist man in der Lage, die strategische Ausrichtung des Unternehmens insoweit vorzunehmen, als daß kritische Interdependenzen zwischen den zu betrachtenden Aufgabenbereichen die Organisationsstrukturen bestimmen.

Das bedeutet, daß in einem Unternehmensplanungssystem die bereichsübergreifenden Koordinationsaufgaben der drei Hierarchiestufen zur Erreichung der Unternehmenszielsetzungen von einem "Ereignisbezogenen Integrationskern" eines solchen Systems übernommen werden muß (vgl. Abb. 2 und 3), um eine systemabhängige prozeßorientierte Organisation zu gewährleisten.

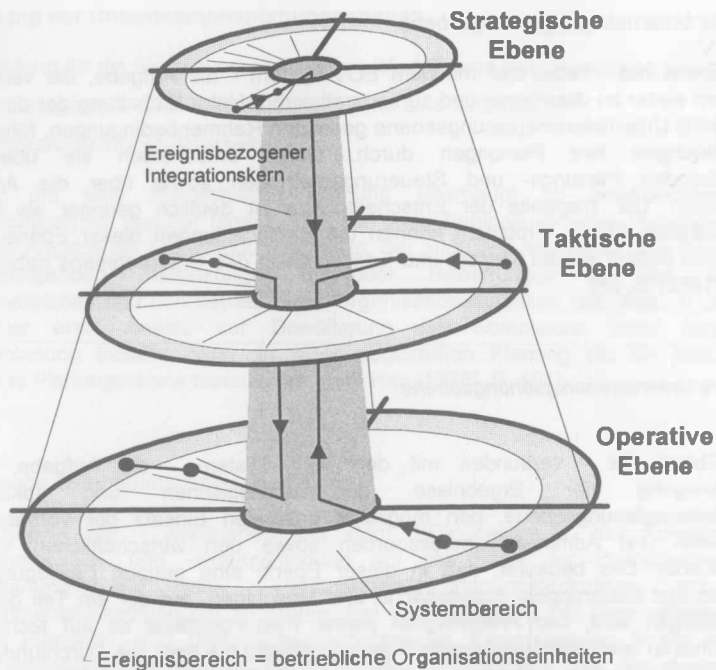


Abb. 3: Ereignisverarbeitung und Nachrichtenfluß eines hierarchischen Unternehmensplanungssystems

'Ereignisbezogener Integrationskern' definiert der Autor wie folgt:

- Es ist die systemtechnische Verbindung der Entscheidungswege der einzelnen Managementebenen.
- Es ist die softwaretechnische Lösung, Vorfälle in allen Ebenen ereignisorientiert transparent zu machen.
- Es ist die datentechnische Verbindung zwischen den systemtechnischen Planungsebenen.

2.3 Systemtechnische Integration

Die systemtechnische Integration ist eine zwingende Voraussetzung für das Funktionieren eines gesamtheitlichen Unternehmensplanungssystems. Unter *Integration* versteht der Autor nicht das physische Zusammenschalten unterschiedlicher Geräte und nicht die Verwendung gleicher Softwaresysteme in unterschiedlichen Lokationen mit dem entsprechenden Datenaustausch, sondern die optimale Organisation der Informationsflüsse in der erforderlichen Aktualität.

Integrativ heißt demzufolge, daß das System einen Geschäftsvorfall über den ereignisbezogenen Integrationskern mit all seinen Auswirkungen in den betrieblichen Organisationseinheiten über alle Unternehmenshierarchiestufen hinweg für die einzelnen Funktionen einheitlich bekanntzumachen hat.

Das Bekanntmachen der Ereignisse durch die Unternehmenshierarchie muß integriert ablaufen,

- ein kybernetisches Denkmodell unterstellen sowie
 - den Regelkreisprinzipien und
 - den Simulationsgrundsätzen
- folgen können (vgl. Kapitel 2).

1.3 Problemstellung und Ziele des zu untersuchenden Gegenstandes

Nur das qualifizierte Zusammenspiel der Systemkomponenten (vgl. Tab. 1) mit den dem System für die betrieblichen Organisationseinheiten unterstellten Organisationsphilosophien und -strategien gewährleistet eine optimale, leistungsfähige und wettbewerbsorientierte betriebliche Organisation.

Alle in Tab. 1 aufgeführten Teilsysteme beinhalten - einzeln betrachtet - eine sehr hohe Anzahl von Methoden und Verfahren, die

- einerseits im eigenen Teilsystemumfeld verbleiben und die dort auftretenden Ereignisse ausregeln,
- andererseits über die Interaktion in anderen Teilsystemen Methoden und Verfahren aktivieren, um sie dann den betroffenen Organisationseinheiten (Mitarbeiter) zuzuführen (vgl. Abb. 3).

Die heute in den Unternehmensplanungssystemen angewandten Regelkreis- und Simulationsmethoden weisen entscheidende Schwachstellen auf, die in Abb. 4 in der vereinfachten Systemdarstellung gekennzeichnet sind. Die Planungssysteme:

- sind nicht ganzheitlich angelegt, d.h. sie haben keine Durchgängigkeit in den hierarchischen Planungsebenen eines Unternehmens (vgl. Abb. 3 sowie Abb. 4, Punkt 1.1 - 1.4).
- sind wegen mangelnder Verfahren nicht in der Lage, im Regelkreis Absatz-, Vertriebs- und Produktionsplanung brauchbare Planungsabläufe durchzuführen, deren Ergebnisse durch die Unternehmenshierarchiestufen in einen mehrstufigen Planungsprozeß überführt werden können (vgl. Abb. 4, Punkt 2.1-2.3).
- führen wegen des Fehlens von reversiblen Entscheidungsverfahren einen Produktionsbetrieb kontinuierlich in eine kritische Produktions- bzw. Fertigungsauftragssituation (vgl. Abb. 4, Punkt 3).
- sind nicht in der Lage, eine kritische ausgeregelte Produktionssituation aufgrund positiver Ereignisse wieder in einen weniger kritischen bzw. unkritischen Zustand zurückzuführen (vgl. Abb. 4, Punkt 4).
- lassen durch Fehlen geeigneter Methoden und Verfahren nur eine eingeschränkte Möglichkeit zu, Kapazitätsabgleiche auf der strategischen Ebene durchzuführen (vgl. Abb. 4, Punkt 5).

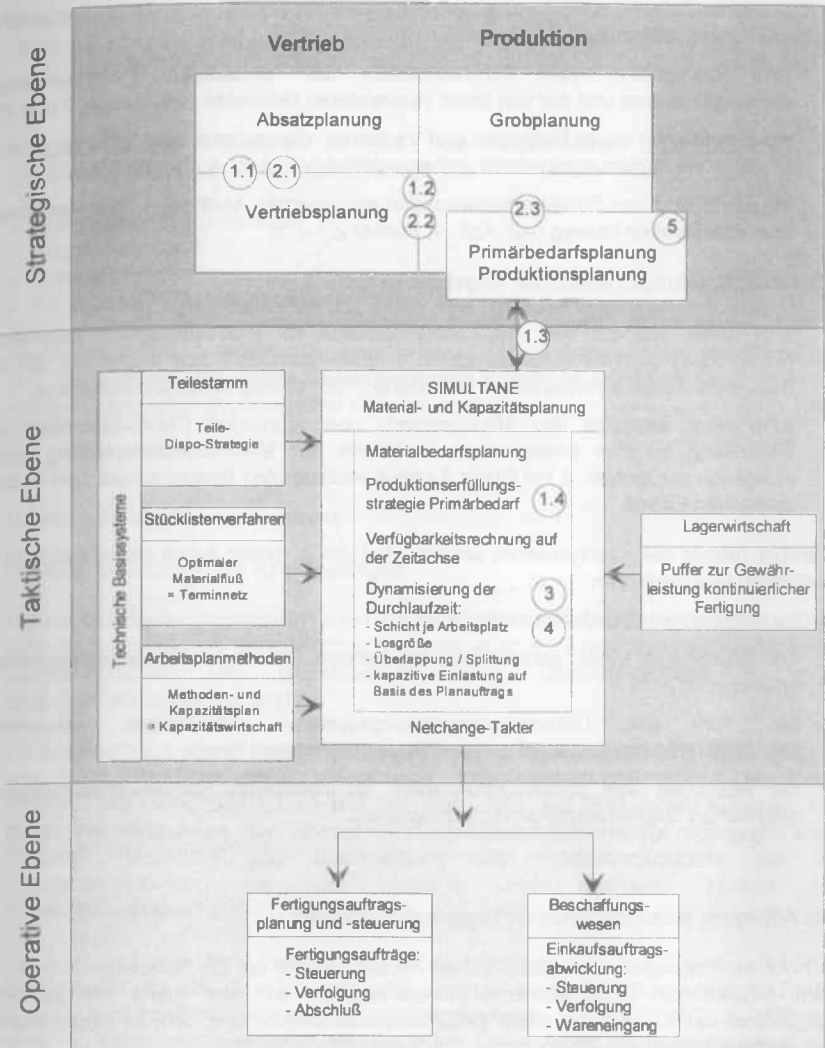


Abb. 4: Integriertes Unternehmensplanungssystem (ohne Darstellung der betriebswirtschaftlichen Systemkomponenten)

Die vorliegende Arbeit verfolgt daher zwei Hauptziele:

1. Die systemtechnische und methodische Konzeption eines integrierten Unternehmensplanungssystems.
2. Die Abbildung prozeßgebundener Organisationsformen.

Zu 1 Die systemtechnische und methodische Konzeption eines integrierten Unternehmensplanungssystems muß beinhalten:

- eine Darstellung von Schwachstellen der derzeitigen Unternehmensplanungssysteme und der von ihnen verwendeten Methoden (vgl. Kapitel 2 und 3),
- die Entwicklung neuer Methoden und Verfahren, die geeignet sind, ein integriertes Unternehmensplanungssystem sicherzustellen (vgl. Abb. 4, Punkte 1.1-1.3)
- die Darlegung von Einzelverbesserungen eingesetzter Methoden und Verfahren über alle Ebenen hinweg (vgl. Abb. 4, Punkte 2.1-2.3)

Als Neuentwicklungen sollen hier eingeführt werden:

- *eine neue Methode der Kapazitätssimulation* im Produktionsplanungsbereich (Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil = "ESK-Methode") zum Ausgleich der in Abb. 4 bei Punkt 5 vorliegenden Schwäche in der strategischen Systemebene.
- *eine neue Methode des Managements von Störungen* ("MVS-Methode") in Ergänzung zu den bestehenden Verfahren der Materialbedarfsplanung zum Ausgleich der in Abb. 4 bei Punkt 3 und 4 vorliegenden Systemschwächen in der taktischen Ebene.

Darüber hinaus soll nachgewiesen werden, daß die in dieser Arbeit neu entwickelten Methoden und Verfahren

- kybernetischen Grundsätzen folgen,
- die Grundsätze eines ganzheitlich arbeitenden Unternehmensplanungssystems erfüllen,
- die für ein Unternehmensplanungssystem notwendigen einzelnen Planungsverfahren in integrierte Planungsverfahren überführen,
- die Abbildung von prozeßgebundenen, an beliebigen Wettbewerbsstrategien orientierten Organisationsformen ermöglichen.

Zu 2 Die Abbildung prozeßgebundener Organisationsformen:

In noch sehr wenigen wissenschaftlichen Arbeiten wurde auf die Korrelation zwischen dem Einsatz von Unternehmensplanungssystemen und der damit verbundenen Möglichkeit der Entwicklung neuer Organisationsstrategien und -formen eingegangen (vgl. Kapitel 4).

Mit der vorliegenden Arbeit sollen die bestehenden Abhängigkeiten dargestellt sowie die systemtechnischen Notwendigkeiten geklärt werden, die erforderlich sind, um 'Prozeßgebundene Organisationsformen' in den Unternehmensbereichen zu realisieren.

2.

Derzeitiger Stand und kritische Beurteilung integrierter Unternehmensplanungssysteme

Aufgabe dieses Kapitels ist es, die wesentlichen Gestaltungs- und Entscheidungskomponenten eines Systems, wie

- kybernetischer Denkansatz,
- Regelkreistechnik,
- Simulationen,
- hierarchische Planungsebenen,

die für ein integriertes hierarchisches Unternehmensplanungssystem von Bedeutung sind, darzustellen und deren Anwendungsgrad kritisch zu würdigen. Darüber hinaus soll der Untersuchungsgegenstand definiert werden.

2.1 Unternehmensplanungssysteme

2.1.1 Begriffe, Definition und Abgrenzungen

Unternehmensplanungssystem ist ein umfassender Begriff, der in der Literatur vielfältig unter dem Pseudonym ganzheitlicher Systeme, d. h. zur Abbildung aller betrieblichen, markttechnischen und betriebswirtschaftlichen Geschäftsvorfälle in einem Unternehmen verwendet wird.

Die in diesem Zusammenhang am häufigsten verwendete Bezeichnung "PPS" geht auf eine Mitte der 70er Jahre entstandene AWF-Empfehlung zurück. Der Begriff Produktionsplanung und -steuerung mit dem dafür gebräuchlichen Akronym PPS bezeichnet demzufolge "den Einsatz rechnergestützter Systeme zur organisatorischen Planung, Steuerung und Überwachung der Produktionsabläufe von der Angebotsbearbeitung bis zum Versand unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsaspekten" (AWF [1985]).

Die heute auf dem Markt befindlichen Software-Systeme haben alle eine weit höhere Funktionalität als die, die man gemeinhin unter einem PPS-System versteht. Andere Begriffe wie funktionsbezogene Informationssysteme (Scheer [1990], S. 73) oder Unternehmensplanungssysteme, wie der Autor dieser Arbeit die Systeme nennt, sind heute üblich. Eine funktionsbezogene Darstellung eines solchen Systems zeigt Abb. 5.

Der Funktionszusammenhang eines Unternehmensplanungssystems muß mindestens folgende Unternehmensbereiche abdecken (vgl. dazu Abb. 2):

- Vertriebsplanungsbereich
 - PPS-Bereich
 - Betriebswirtschaftlicher Bereich
- | >--- Unternehmensplanungssystem

Systeme mit modernem Design haben ihre Softwaresysteme funktional so unterteilt, daß sich daraus einzelne Softwaremodule ergeben, die innerhalb eines Gesamtsystems regelkreistechnisch abgrenzbar sind. Dies zeigt Abb. 5 sehr deutlich. Nur durch diese systemtechnische und funktionale Unterteilung in regelkreisfähige Moduln ist es bei der Analyse der PPS-Regelkreise in Abschnitt 2.3.2 möglich, vernetzte Regelkreisabläufe und vernetzte Planungsebenen darzustellen und zu realisieren.

Der Autor dieser Arbeit möchte einen ganz bestimmten Teil eines Unternehmensplanungssystems als Untersuchungsgegenstand verstanden wissen, nämlich das ganzheitlich arbeitende, integrierte Planungssystem eines Unternehmens mit den Funktionen

- Absatzplanung
- Vertriebsplanung
- Produktionsplanung
- Externe Beschaffungsplanung
- Fertigungsauftragsplanung und -steuerung

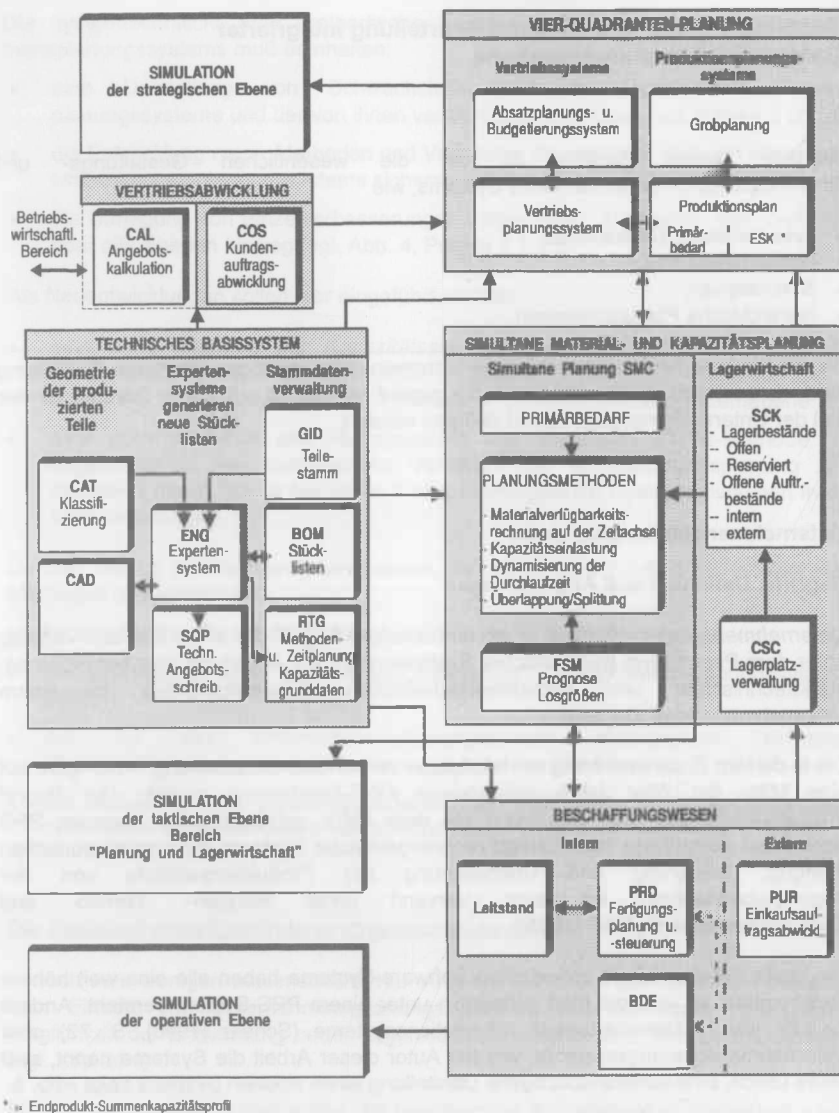
Alle anderen Unternehmensfunktionen, die in einem Unternehmensplanungssystem normalerweise vorhanden sind (vgl. Tab. 1), sind nicht Gegenstand dieser Arbeit und werden nur soweit behandelt, als sie für die Darstellung integrierter Zusammenhänge notwendig sind.

In der einschlägigen Literatur (z.B. Scheer [1990], Hackstein [1989], Zimmermann [1988]) konnte keine hinreichend aussagefähige und genaue Definition über die systemtechnischen Voraussetzungen, den Umfang erforderlicher Funktionen und die strategischen Elemente gefunden werden, die ein Unternehmensplanungssystem entsprechend den heutigen technischen Hardwaremöglichkeiten und eines modernen Softwareengineering besitzen muß.

Da die später in dieser Arbeit getroffenen Aussagen und die dafür entwickelte Konzeption zur Verbesserung von Unternehmensplanungssystemen in den entscheidenden Funktionen (vgl. Abb. 4) von großer Bedeutung sind, ist es wichtig, daß die Ausgangslage genau definiert ist, auf der die Forschungsziele basieren. Andere Voraussetzungen könnten durchaus diametrale Schlüsse zulassen. Um eine eindeutige Ausgangslage für diese Arbeit zu schaffen, wurden für die wichtigsten Systemelemente der Unternehmensplanung, nämlich

- für das strategische Systemelement,
- für das systemtechnische Element sowie
- bezüglich des funktionalen "Abdeckungsgrades"

in den nachfolgenden Kapiteln die entsprechenden Festlegungen getroffen.



* = Endprodukt-Summenkapazitätsprofil

Abb. 5: Allgemeine Funktionsdarstellung eines Unternehmensplanungssystems ohne betriebswirtschaftlichen Bereich

2.1.2 Strategische Elemente

Die heutigen Philosophien bedeutender Unternehmensplanungssysteme beruhen auf der Systemintegration. Damit können folgende strategische Elemente als gegeben angesehen werden:

- Die Systeme sind in der Lage, ganzheitliche logistische Abläufe von der Auftragseinplanung bis zum Versand durchgängig zu unterstützen,
- Alle Funktionen können wegen der hohen Integration auf den gleichen Datenbestand zugreifen,
- Informationsübergangszeiten entfallen weitgehend.

Der Entwicklungsaufwand für den PPS-Teil eines umfassenden Unternehmensplanungssystems (Abb. 5) wird mit mindestens 50 MJ (= Mannjahre) und bis über 200 MJ Entwicklungszeit (vgl. Scheer [1990], S. 243) angegeben. Für den betriebswirtschaftlichen Teil und deren Integration können ohne weiteres zusätzlich 50 % Aufwand der Entwicklungszeit des PPS-Teiles hinzugezählt werden. Daraus ist ersichtlich, daß es für die einzelnen Unternehmen auf Dauer keine Möglichkeit gibt, Individualsysteme zu entwickeln. Deshalb gehen alle nachfolgenden Überlegungen bei Unternehmensplanungssystemen immer von Standard-Softwaresystemen aus.

Um eine eindeutige Ausgangslage zu schaffen, sind noch folgende Begriffe zu definieren:

1. Software

In der Literatur ist eine allgemeingültige Definition der Software nicht vorhanden. Der Begriff Software wird mit Computerprogrammen gleichgesetzt. Darüber hinaus soll in dieser Arbeit die Zielsetzung von Software als programmtechnische Umsetzung von Organisationsphilosophien inklusive aller für die Abbildung von Unternehmensprozessen notwendigen Methoden und Verfahren verstanden werden.

Das würde bedeuten, daß es *ohne Organisationsphilosophie* keine gute Software geben kann - bestenfalls funktionsorientierte Software. Rein funktionsorientierte Software zeigt ihre Schwächen aber spätestens bei der Modellierung organisatorischer Prozeßketten.

2. Standardsoftware

Es gibt die Definition von Software. Nach Mertens [1987] versteht man unter 'Standardsoftware' Computerprogramme, die

- eine definierte Funktion, d.h. eine genau beschriebene Problemlösung übernehmen,
- generell, d.h. für verschiedene Organisationsstrukturen, für unterschiedliche Hardware bzw. Betriebssysteme sowie weitgehend branchenunabhängig einsetzbar sind,
- sich hinsichtlich des zeitlichen und finanziellen Aufwands für die organisatorische Anpassung eindeutig fixieren lassen.

Eine Standardsoftware sollte darüber hinaus eine 'Interne Logistik' haben, um mittels Release-Politik, Updates und Upgrades den technischen Hardwarefortschritt und die sich daraus ergebenden organisatorischen Möglichkeiten in der Ablauf- und Aufbauorganisation zu synchronisieren.

Die interne Logistik (Updates, Upgrades, Releasewechsel mit den dazugehörigen Auslieferungs- und Einspielmethode beim Kunden) gewährleistet eine ständige Modernisierung entsprechend den Hardwaremöglichkeiten und dem Software-Engineering (Design, Datenbank, Tools).

3. Update

In einem Update werden Programme modernisiert, Funktionen verbessert oder neu aufgenommen und erkannte Fehler beseitigt. Das Update wird allen Anwendern mit Hilfe der "Internen Logistik" zur Verfügung gestellt.

4. Upgrade

In einem Upgrade wird die Standardsoftware auf ein höheres organisatorisches oder hardwaretechnisches Niveau angehoben: größere Rechner, neues Release, neue Module, veränderte Datenbasis (Datenbank). Auch das Upgrade wird normalerweise den Kunden mit Hilfe der "Internen Logistik" zur Verfügung gestellt. Die Zielsetzung dabei besteht darin, organisatorische Verbesserungen durch kontinuierliche Evolution und nicht durch Revolution zu erreichen.

Die Bedeutung des strategischen Elements des Nicht-Veraltens bei der Auswahl und Entwicklung von Unternehmensplanungssystemen wird spätestens dann bewußt, wenn sich die Unternehmensziele gar nicht mehr oder nur noch mit enormen Investitionen realisieren lassen. Anzeichen für diesen Zustand sind 'Katastrophen' in der EDV-Landschaft, die dann zum Vorschein kommen. Solche Katastrophen sind u.a. typischerweise:

- Kein Wachstum des Rechners mehr möglich.
- Unterschiedliche Rechner an verschiedenen Standorten, die nicht vernetzt werden können.
- Überalterte Software, mehrfach migriert.
- Wichtige Mitarbeiter, die Anwendungen entwickelt oder gepflegt haben, verlassen das Unternehmen.
- Dringend notwendige Weiterentwicklungen sind softwaretechnisch nicht mehr machbar.
- Eigenentwickelte Lösungen sind kapazitäts- oder kostentechnisch nicht mehr tragbar.
- Notwendige Integrationen historisch gewachsener Insellösungen sind aufgrund unterschiedlichem Software-Engineering nicht mehr in den Griff zu bekommen.

All dies kommt, wie in Abb. 1 ersichtlich, periodisch auf die Unternehmen zu. Die zugleich wirtschaftliche wie strategische Lösung, um aus diesem Dilemma herauszukommen, ist die *Standardsoftware*, auf der die weiteren Aussagen und Systementwicklungen dieser Arbeit aufbauen. Den wirtschaftlichen und strategischen

Zusammenhang von Update, Upgrade und Anpassungs-Prozeduren von Standardsoftware auf verbesserte Hardware-Systeme zeigt Abbildung 6.

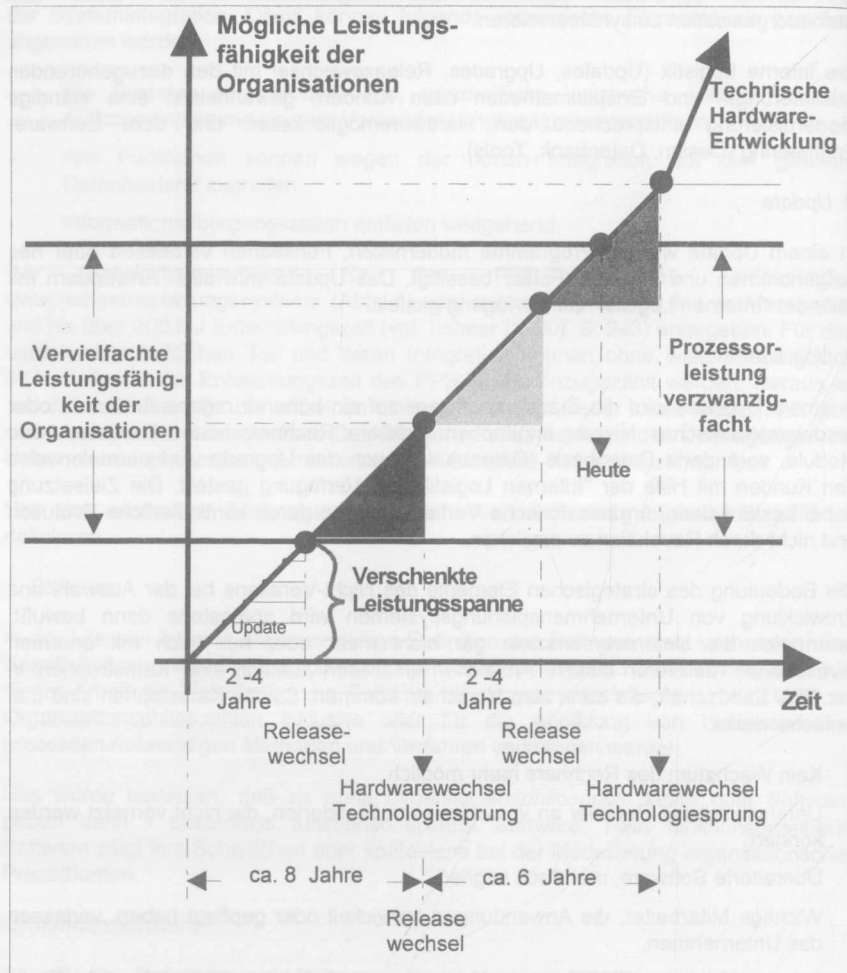


Abb. 6: Die hardwaretechnische Entwicklung und die Modernisierung der Standardsoftware als strategisches Element (vgl. Polzer [1992])

Die Verbesserung der Betriebssysteme im Lebenszyklus der Hardwaremodellreihe nützt dem Anwender nichts, wenn die Leistungsfähigkeit der Anwendungs-Software nicht mitwächst. Die Hardware leistet zwar mehr, aber die Softwarestruktur läßt keine Verbesserungen zu. Spätestens nach dem Hardwarewechsel ist die Software-Investition wirtschaftlich veraltet, dies ist an der verschenkten Leistungsspanne deutlich zu erkennen.

2.1.3 Systemtechnische Elemente

Durch die Fülle an tatsächlichen und vor allem an Pseudo-Neuerungen, die in der Literatur erscheinen, wird es zunehmend schwieriger, die Leistungsmerkmale und deren Nutzen für den produktiven Einsatz von Standard-Anwendungssoftware zu erkennen und zu bewerten. Viele Neuheiten, die sich dort als eine Revolution präsentiert haben, konnten diesem Anspruch im praktischen Einsatz nur selten gerecht werden, wie z. B.:

- Client Server Lösungen
- Open Systems
- EDI = Electronic Data Interchange.

Um bei der Darstellung des Forschungszieles (vgl. Kapitel 5) auf eine eindeutige Ausgangsbasis zu kommen, geht der Autor von folgenden systemtechnischen Gegebenheiten aus:

1. Verwendung des relationalen Datenbankmodells

Die Diskussion über die Eignung und die Zukunftsperspektiven von Datenbank-Management-Systemen kann weitgehend als abgeschlossen angesehen werden. Dabei hat sich das relationale Datenbankmodell durchgesetzt. Alle namhaften Hersteller von Datenbanksoftware versuchen, dieses Modell zu übernehmen. (Scheer [1992]). Die universelle Abfragesprache SQL (Structured Query Language) hat sich umfassend als Standard durchgesetzt. SQL setzt ebenfalls das relationale Datenbankmodell voraus. Die wesentlichen Vorzüge des relationalen Modells liegen in seiner Flexibilität bezüglich von Erweiterungen und Änderungen an bestehenden Anwendungen. Es besticht durch seine klare Logik und ist deshalb Ausgangsbasis für die derzeitige Forschung und Entwicklung objektorientierter Datenbankmodelle.

Eine Anwendungssoftware, die eine relationale Datenbank als Datenhaltungssystem verwendet, ist damit allein noch keineswegs eine Anwendung mit relationalem Datenmodell. Die relationale Datenbanksoftware ist das Werkzeug zur Abbildung einer relationalen Datenarchitektur.

Eine moderne Anwendungsentwicklung trennt streng zwischen dem Design des Datenbankmodells einerseits und der Erstellung von Verarbeitungslogiken (Masken-/ Window-Design) und der Programmierung andererseits. Mit dem Entwurf des Datenbankmodells wird bereits die Komplexität und Funktionalität der Anwendung festgelegt (Scheer [1990], S. 244). Das Datenbankmodell beschreibt vollständig die Beleghaltung, den Belegfluß und sämtliche Abhängigkeiten (statische und zeitliche) zwischen den einzelnen Belegen. Die Anwendungssoftware, die nach diesen Prinzipien entwickelt wurde, zeichnet sich durch eine hohe Transparenz bei der Implementierung, der Integration in bestehende Anwendungsumgebungen und bei der Wartung (Updates) und Weiterentwicklung (Upgrades, Releasewechsel) aus. Man kann heute davon ausgehen, daß Softwarehäuser, die sich im Markt mit der Option plziert haben, ihre Systeme evolutiv weiter zu entwickeln, dies nur mit Systemen bewältigen, denen ein konsequent umgesetztes, relationales Datenbankmodell zugrunde liegt.

2. Hohe Integration zwischen funktionalen Anwendungsmodulen

Es wird vorausgesetzt, daß die funktionalen Anwendungsgebiete (vgl. Tab. 1) eine Datenbankintegration besitzen. Durch die geforderte Integration aller Anwendungsgebiete nimmt der Komplexitätsgrad einzelner Transaktionen und damit der Bedarf an Hardware-Ressourcen zu. Dabei entstehen Konfliktsituationen zwischen den Transaktionsanforderungen der einzelnen Benutzer und deren Erledigung durch das Rechnersystem.

Die zusätzliche Aufgabe, die moderne Anwendungssysteme erfüllen müssen, besteht also darin, die immer knappe Ressource Hardware optimal zu verteilen. Die Beobachtung zeigt, daß nicht alle Anwender ihre Transaktionen gleichmäßig über die Arbeitszeit verteilt anfordern. Auf der anderen Seite besitzen nicht alle Ereignisse den gleichen Stellenwert in Bezug auf den Aktualitätsgrad. *Anwendungsmonitore* (Scheer [1990] S. 59, S. 63), d.h. *Asynchrone Jobs*, die im Systemhintergrund arbeiten, können Verarbeitungsaufgaben von Online-Transaktionen ganz oder teilweise übernehmen. Anwendungsmonitore müssen eine eigene Prioritätensteuerung haben, damit sie bei Systemanforderungen zurücktreten können, wenn es zu Engpässen bei Online-Transaktionen kommt. Eine Online-Verarbeitung muß gegeben sein (Realtime), jedoch nur soweit es das System zuläßt. Damit füllen sie ungenutzte Zeitspannen aus, in denen das Hardware-System nicht ausgelastet ist.

Dieses Konzept führt zu einer harmonischen Gesamtsituation zwischen Ressourcenbedarf und Verfügbarkeit. Voraussetzung ist jedoch, daß sich die Steuerung der Arbeitsaufteilung sehr flexibel verhält und sich auf die Bearbeitungsarten und Häufigkeiten der Benutzer selbständig einstellt. Nur durch diese Systematik sind Online- u. Netchangeprinzipien in einem System zu realisieren.

3. Anwendung des Prinzips der Online-/ Realtime-Verarbeitung

Für die Realisierung der Forschungsziele ist es notwendig, daß die Anwendungsumgebung, die Informationsflüsse und Zustandsänderungen im betrieblichen Ablauf für jeden Anwender in seinem Aufgabengebiet aktuell verfügbar sind. Bestimmte organisatorische Methoden wie z.B.

- Postkorborganisation
- elektronische Genehmigungsverfahren über die Hierarchiestufen hinweg

können nur unter diesen Voraussetzungen durchgeführt werden. Der einzige Engpaß, der dieser Anforderung entgegensteht, sind die Maschinenressourcen (Prozessor- und Speicher-Durchsatz). Um eine sofortige Verfügbarkeit von Informationsänderungen zu gewährleisten und um die erforderlichen Rückkopplungsfunktionen sicherzustellen, sind *Online-Transaktionen* und *Net-Change-Takter*, (Scheer [1990], S. 19, S. 66) systemtechnische Voraussetzungen. Diese Techniken sind in der Lage, am Bildschirm durchgeführte Änderungen (dieser ist Online mit dem Rechner verbunden) in der Datenbank sofort wirksam werden zu lassen. Die aktualisierten Daten sind dann allen anderen Benutzern über die Nachrichtennetze direkt zugänglich.

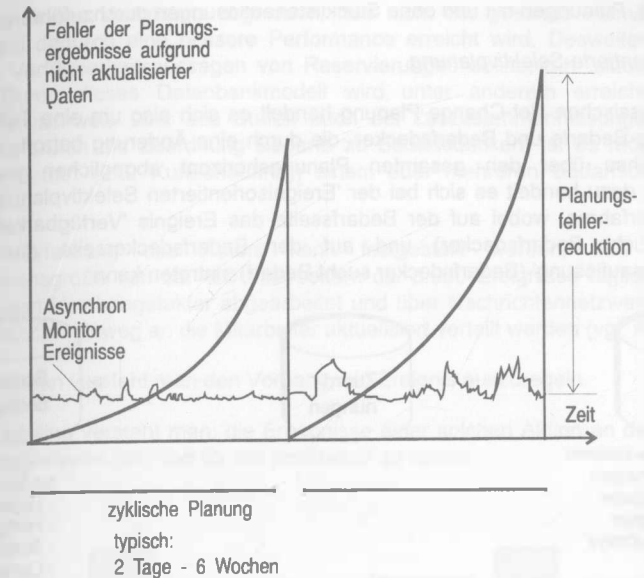


Abb. 7: Ausnahmegesteuertes Ereignis-Management nach dem Netchange-Takterprinzip (vgl. Polzer [1988])

4. Anwendung des Netchange-Verarbeitungsprinzips

Ein typischer Anwendungsfall, der in Realtime-Verarbeitung über eine Monitorsteuerung realisiert wird, ist die sogenannte "Net-Change-Planung" (vgl. Abb. 7). Dabei werden die Daten der Material- und Kapazitätsbedarfsrechnung immer dann neu ermittelt, wenn ein entsprechendes Ereignis im Informationsumfeld auf irgend einer Hierarchiestufe auftritt, z.B.

- die Änderung einer Stückliste wurde durchgeführt,
- die gelieferte Menge war geringer als die bestellte,
- die Teilleistung erfolgte zu spät,
- es steht weniger Kapazität für Fertigungsaufträge zur Verfügung, als geplant.

Net-Change-Planung (Veränderungsplanung)

Bei der Net-Change-Planung werden nur Teile geplant, die seit dem letzten Planungslauf eine dispositionsrelevante Veränderung erfahren haben. All diese Ereignisse werden dabei in einer Ereignisdatenbank abgelegt. Diese Ereignisse werden dann entweder durch einen 'Netchange-Monitor' automatisch oder periodisch durch manuellen Aufruf abgearbeitet und als Veränderungen neu geplant.

Bei dem Net-Change-Verfahren ist also eine Ereignisdatenbank und in aller Regel auch die Abspeicherung der Relationen zwischen Bedarfsdeckern und den dazugehörigen Bedarfen der nächsten Stufe mit ihren Mengenbeziehungen Voraussetzung. PPS-Systeme mit einer derartigen Datenbank sind in der Regel auch

in der Lage, Planungen mit und ohne Stücklistenauflösungen durchzuführen.

Ereignisorientierte Selektivplanung

Bei der klassischen Net-Change-Planung handelt es sich also um eine Teileplanung, bei der alle Bedarfe und Bedarfsdecker, die durch eine Änderung betroffen sind, auf der Zeitachse über den gesamten Planungshorizont abgeglichen werden. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der 'Ereignisorientierten Selektivplanung' um ein Planungsverfahren, wobei auf der Bedarfsseite das Ereignis 'Verfügbarkeitsprüfung' (Bedarf sucht Bedarfsdecker) und auf der Bedarfsdeckerseite das Ereignis 'Rückstandsauflösung' (Bedarfsdecker sucht Bedarf) eintreten kann.

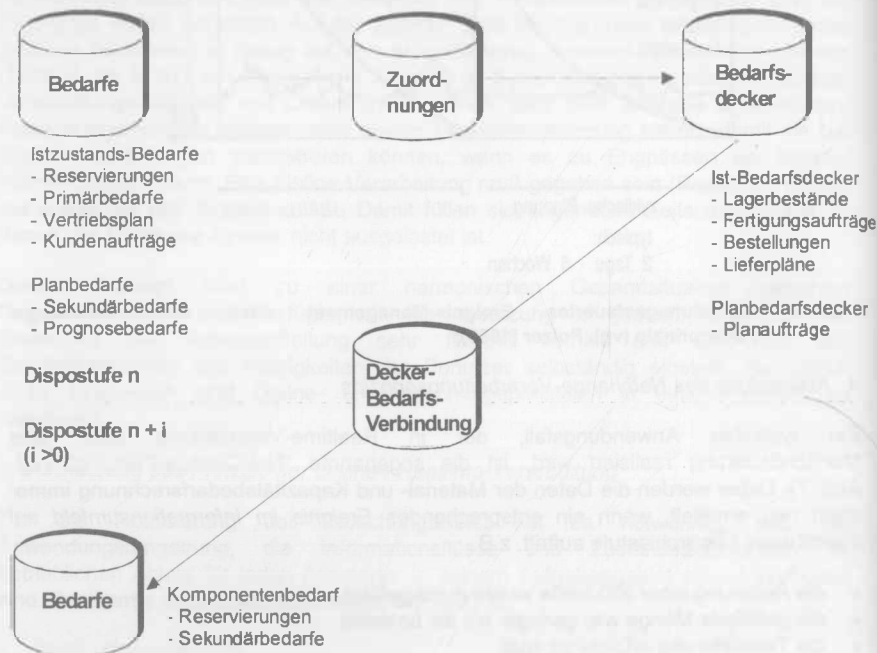


Abb. 8: Datenbankmodell Selektivplanung

Dieses Verfahren setzt das Abspeichern der Zuordnungen zwischen Bedarfen und Deckern voraus, da bei der Verfügbarkeitsprüfung und der Rückstandsauflösung die bestehenden Verbindungen berücksichtigt werden. Das Löschen einer Zuordnung löst immer eine Verfügbarkeitsprüfung an einem Bedarf und eine Rückstandsauflösung an einem Bedarfsdecker aus. Ferner benötigt dieses Verfahren Prioritäten für Bedarfe und Bedarfsdecker. Durch manuelle Änderungen auf der Bedarfs- oder Bedarfsdeckerseite bzw. den Zuordnungen werden immer Ereignisse ausgelöst, nach deren Abarbeiten die Zuordnungen nach Prioritäten und Terminen richtiggestellt werden.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß nicht der gesamte Planungshorizont geplant und dadurch eine bessere Performance erreicht wird. Desweiteren können damit die Verfügbarkeitsaussagen von Reservierungen online, d.h. aktuell getroffen werden. Durch dieses Datenbankmodell wird unter anderem erreicht, daß ein Verursachernachweis über alle Stufen auch bei Loszusammenfassungen jederzeit möglich ist. Durch die Zuordnung Bedarfe zu Bedarfsdeckern ist es möglich, einen konkreten Bedarf (z.B. Kundenauftrag) einem oder mehreren Bedarfsdeckern fest zuzuordnen.

Aus der Erfahrung des Autors kann festgestellt werden, daß bei einer Unternehmensgröße von ca. 400 Mitarbeitern ca. 6.000 Ereignisse täglich auftreten, die durch den Netchangeaktiver abgearbeitet und über Nachrichtennetze über die Hierarchiestufen hinweg an die Mitarbeiter aktualisiert verteilt werden (vgl. Abb. 9).

- Unter Aktion versteht man den Vorgang, ein Ereignis auszuregeln.
- Unter Mailing versteht man, die Ergebnisse einer solchen Aktion an den Benutzer zu transportieren und dort für ihn abrufbereit zu halten.

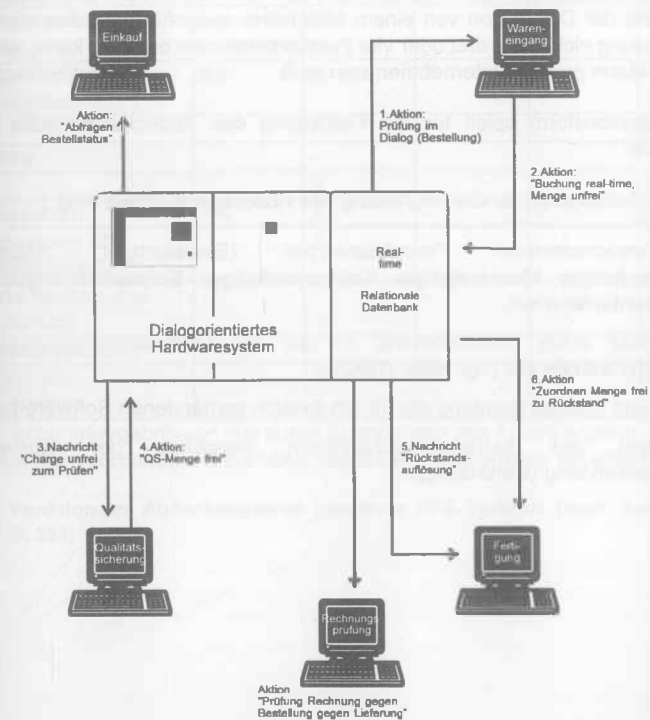


Abb. 9: Prinzip des Online-Realtime-Mailing bei Netchange-Verarbeitung (vgl. Polzer [1988])

2.1.4 Funktionaler Abdeckungsgrad

Der in Unternehmensplanungssystemen enthaltene PPS-Umfang kann in Abhängigkeit der unterschiedlichen Fertigungsstrukturen von Industriebetrieben differenziert werden (vgl. Scheer [1990], S. 244).

Die Schwierigkeit bei der Festlegung des Abdeckungsgrades ist, daß in einigen Industriezweigen besondere Probleme dominieren, die in einem anderen kaum von Bedeutung sind. Zum Beispiel ist die Planungsphilosophie der Möbelindustrie mit der enormen Variantenkombination und die spezielle Abhol- und Versandsteuerung von besonderer Bedeutung, diese Problematik ist beim Massenfertiger überhaupt nicht bekannt.

Nach Ansicht des Autors ist bei Standardsoftware der Abdeckungsgrad und die Funktionalität entscheidend abhängig von der Größe des Unternehmens und damit implizit von einer möglichen Organisationsform mit der dafür wirtschaftlichen sinnvollen Arbeitsteilung.

Es ist leicht einzusehen, daß in einem 100-Mann-Betrieb, in dem die Funktionen des Einkaufs und der Disposition von einem Mitarbeiter ausgeführt werden, die Freigabe einer Bestellung nicht über drei oder vier Postkorbstationen erfolgen kann, wie dies bei einem 600 Mann großen Unternehmen sein muß.

Die Organisationsform spielt für die Festlegung des Abdeckungsgrades nur eine geringe Rolle.

Primäre Einflußfaktoren für die Beurteilung des Abdeckungsgrades sind :

- Die vorkommenden Produktionstypen (Einzelfertiger, Anlagenbauer, Variantenfertiger, Massenfertiger, Kleinserienfertiger, Sonderfertigungen wie z.B. Pharmaunternehmen).
- Die Größe eines Unternehmens, für die das Unternehmensplanungssystem eingesetzt werden soll (vgl. Kittel [1982]).
- Anzahl und Funktionsumfang der für ein System vorhandenen Softwaremodule
- Integration des betriebswirtschaftlichen Bereiches der Kosten- und Ergebnisrechnung (Controlling).

Abb. 5 zeigt den nach Erfahrung des Autors notwendigen Abdeckungsgrad eines ganzheitlich arbeitenden Unternehmensplanungssystems.

Scheer [1990] (S. 258 ff) hat den Abdeckungsgrad einiger Unternehmensplanungssysteme dargestellt. Diese Darstellung wurde vom Autor durch das Programmsystem SC/400 sowie durch zusätzliche Funktionsbereiche ergänzt (vgl. Tab. 2):

Standardsoftware-Systeme:	COPICS	RM-PPS	PIOSS-O	MTU-CIMOS	SC/400 *
Grunddaten	XX	XX	XX	XX	XX
Auftragsbearbeitung	XX	XX	X	XX	XX
Primärbedarfsplanung	X	XX	X	X	XX
Materialwirtschaft	XX	XX	X	XX	XX
Beschaffung	XX	XX	X	XX	XX
Kapazitätswirtschaft	XX	XX	X	X	XX
Abgleich	X	X	X	X	XX
Freigabe	XX	XX	X	XX	X
Feinterminierung	X	X	-	X	XX
Betriebsdatenerfassung (BDE)	X	X	-	X	X
Belastungsorientierte Auftragsfreigabe	XX	X	X	-	-
KANBAN	-	X	-	-	X
Juist in Time	-	-	-	-	-
MRP II	-	X	-	-	XX
Fortschrittszahlen	XX	X	-	-	X
* Expertensystem für Produktgenerierung	-	X	-	-	XX
* Integrierte Absatz- und Vertriebsplanung	-	-	-	-	XX
* Unterlagenverwaltung	-	-	-	X	XX
* Integration des Rechnungswesens	-	XX	-	-	X

(* aus Forschungsergebnissen und durch Erfahrungen des Autors ergänzt, - Funktion nicht vorhanden, X Funktion vorhanden, XX Funktion gut erfüllt)

Tab. 2: Funktionaler Abdeckungsgrad moderner PPS-Systeme (nach Scheer [1990], S. 258)

2.2 Kybernetisches Verhalten von Planungssystemen

2.2.1 Kybernetik in der Managementforschung

Im Jahre 1834 bezeichnete Ampère in seinem "Essai sur la philosophie des sciences" die Wissenschaft von den möglichen Verfahrensweisen der Regierung als "cybernétique". In der katholischen Kirchenterminologie wird seit alters her die Leitung des Kirchenamtes als "kybernesis" bezeichnet. Diese beiden historischen Tatbestände lassen vermuten, daß zwischen Kybernetik und Organisation enge Beziehungen bestehen. Schließlich hängen sowohl das französische "gouverner" ebenso wie das englische "govern", wortgeschichtlich mit "Kybernetik" zusammen.

In der Literatur wird unter Kybernetik meist die Anwendung der Regelungstheorie auf technische Prozesse verstanden. Heute muß man den Begriff der Kybernetik weiter fassen und der Tatsache Rechnung tragen, daß der kybernetische Ansatz für systemtheoretische Ansätze in der Managementforschung und für Systementwicklungen jeglicher Art zunehmend an Bedeutung gewinnt. Somit beeinflusst sie auch die Gestaltung organisatorischer Prozesse, besonders in der betrieblichen Organisations- und Systemgestaltung.

Auf die Managementforschung haben systemtheoretische und vor allem kybernetische Ansätze in verschiedenen Entwicklungsphasen erheblichen Einfluß ausgeübt. Einen praktischen Anwendungsbezug, vor allem auch im Zusammenhang mit Managementproblemen und Organisationsformen bringt erst die Verbindung mit der Kybernetik. Die Kybernetik als die Wissenschaft von der Steuerung und Regelung von Systemen (vgl. Wiener [1948]) sowie die mathematisch orientierte Informationstheorie haben die normativen Gestaltungsaspekte der Systemtheorie begründet. Heute liegen aus den unterschiedlichsten Disziplinen Systemkonzeptionen vor (vgl. hierzu den Überblick bei Probst/Siegwart [1985] und Probst [1987]), die zum Teil von sehr unterschiedlichen theoretischen Traditionen ausgehen. Maruyama [1963] unterscheidet entwicklungsgeschichtlich zwei Phasen:

Kybernetik I betont primär die gleichgewichtserhaltenden Prozesse in Systemen. Folglich stehen Probleme der Ultra- und Multistabilität und Servomechanismen zu deren Erreichung (Soll-Ist-Vergleich, Abdichtungsanalyse, Rückkopplung) im Mittelpunkt des Interesses.

Kybernetik II befaßt sich dagegen mit Problemen wie Instabilität, Flexibilität, Wandel, Lernen, Evolution, Autonomie und Selbstreferenz. Ungleichgewicht ist keine Katastrophe, sondern eher der Normalfall und Voraussetzung für Wandel.

Vor allem die Ansätze der Vertreter einer Kybernetik I, wie W. Ashby, St. Beer, sind in den 60er Jahren von der Managementforschung in England, den USA (vgl. vor allem Johnson/Kast/Rosenzweig [1963], Katz/Kahn [1966]) und in Deutschland (vgl. vor allem Ulrich [1968] sowie den Überblick bei Bleicher [1972]) aufgegriffen worden.

Die Anwendung mechanistischer Input-Output-Modelle aus Kybernetik I auf nicht-technische Systeme, wie z.B. Unternehmungen, ist zum Teil auf heftige Kritik gestoßen (vgl. z.B. Gaitanides / Oechsler / Remer / Staehle [1975]). Diese trifft nicht die Vertreter von Kybernetik II, von denen unter anderem folgende Ansätze stammen, die zu einer neuen Sicht des Managements auffordern:

- Autopoiesistheorie von Humberto Maturana und Francesco Varela [1980],
- Ökologischer Ansatz von Eric Trist (Emery/Trist [1965]),
- populationsökologische Ansätze und Theorien der Ressourcenabhängigkeit (Hannan/Freeman [1977], Aldrich [1979], Pfeffer/Salancik [1978]),
- evolutionstheoretische Ansätze (Erich Jantsch [1979], Rudolf Sprüngli [1981], Werner Kirsch [1979]),
- kommunikationstheoretische Ansätze, z. B. Paul Watzlawick et al. [1985],
- Ökosystemforschung von Frederic Vester [1984],

Für den Bereich der Managementforschung sind vor allem die Arbeiten von Beer richtungweisend. Beer [1959] hat zunächst ganz in der Tradition von Kybernetik I gestanden, ist heute mit seinem Modell lebensfähiger Systeme (Beer [1981]) aber eher ein Vertreter von Kybernetik II.

"Gestalten und Lenken eines Gesamtsystems ist weder ein wirtschaftliches noch ein technisches noch ein psychologisches usw. Problem. Es ist all das zusammen, aber nicht in aggregierender Interdisziplinarität, sondern als neue Disziplin. Dies und nur dies macht die Kybernetik für die Lösung des Problems so wichtig, denn die Kybernetik ist, wenn auch auf sehr abstraktem Niveau, diese Disziplin. Kybernetik ist die Wissenschaft von der Kontrolle von Systemen." (Malik [1986], s. 50 f)

2.2.2 Zusammenhang der Kybernetik mit Organisation und Planung

Die Kybernetik ist (in Anlehnung an Steinbuch [1983]) aus drei technischen Komponenten heraus gewachsen:

1. der Regelungstheorie,
2. der Informationstheorie und
3. der Theorie der Nachrichten- und Datenverarbeitung.

Hiervon ausgehend, läßt sich der Zusammenhang zwischen Kybernetik, Organisation und Planungssystemen wie folgt definieren:

Kybernetik ist die Wissenschaft, welche die internen Regelungs- und Steuerungsvorgänge in komplexen probabilistischen Systemen beschreibt. Dabei besteht im Prinzip kein Unterschied, ob die Systeme überwiegend biologischer, technischer, soziologisch-organisatorischer oder EDV-technischer Natur sind; denn allen ist gemeinsam, daß zu ihrem Funktionieren Informationen (Nachrichten, Modelldaten, Ergebnisdaten) erzeugt, übermittelt und für den Regelungs- und Steuerungsprozeß verarbeitet werden müssen.

Aufgabe der *Wirtschaftskybernetik* ist die Gewinnung von Erkenntnissen durch Informationssysteme und deren bestmögliche Umsetzung zur Gestaltung wirtschaftlicher und wettbewerbsfähiger Organisationen unter Einsatz geeigneter Hardware.

Bezogen auf den Untersuchungsgegenstand hat die Kybernetik zwei Erscheinungsformen:

1. Sammlung von Denkmodellen und
2. Nutzung technischer Hilfsmittel.

Ähnlich läßt sich die Organisation und die damit verbundene Systemlehre unter zwei Aspekten betrachten:

3. Die Tätigkeit des Organisierens bzw. des Entwickelns von Systemen, also der Gestaltung eines zweckgerichteten Mensch-Sach-Gebildes und
4. die Erscheinungsform dieser vollzogenen Tätigkeit.

Durch Gegenüberstellung dieser vier Aspekte wird der Wirkzusammenhang zwischen Kybernetik einerseits sowie Organisation und Planung andererseits deutlich (Steinbuch [1983]).



Abb. 10: Wechselwirkungen der Kybernetik (in Anlehnung an Steinbuch [1983])

Die erste Beziehung (1-3) drückt vor allem das Bemühen aus, die Organisation innerhalb einer Wirtschaftseinheit zu analysieren (Systemanalyse) und logisch im Sinne von Systemen darzustellen. Die Kybernetik verfährt dabei nach dem Prinzip der Regelungstechnik.

Die zweite Beziehung (1-4) kommt zur Geltung, wenn system- und operationsanalytische Modelle auf Organisationen angewandt werden.

Die dritte Beziehung (2-3) betrifft die Anwendung kybernetischer Techniken zur Erzielung optimaler Organisationsformen (etwa die Simulation von betrieblichen Problemen). Hier ist die *Verknüpfung Regelkreis und Simulation* zu erkennen.

Die vierte Beziehung (2-4) schließlich ergibt sich aus dem Einsatz kybernetischer Hilfsmittel zur optimalen Gestaltung von Organisationsabläufen. (Leitstand, BDE etc.).

2.2.3 Kybernetische Modelle zur Analyse und Gestaltung von Systemen

Um diese Grundprinzipien in Organisationsabläufe umzusetzen, werden kybernetische Modelle zur Analyse und Gestaltung von Systemen herangezogen.

Prinzip der Regelung und Steuerung

Ein Regelungsvorgang liegt dann vor, wenn Organisationseinheiten selbst in der Lage sind, ihr Handeln auf eine bestimmte Zielvorstellung hin auszurichten. Wesentliches Merkmal der Regelung ist die *Rückkopplung*, wodurch ein geschlossener Informationskreis entsteht. Das heißt z.B., eine Organisationseinheit prüft, inwieweit ihre Tätigkeit mit der Zielvorstellung (F) übereinstimmt oder abweicht (A), korrigiert nötigenfalls ihr Verhalten und leitet ihre Maßnahmen gegebenenfalls an andere Entscheidungsträger in höherer Hierarchieebene weiter. Diese geschlossene Wirkungsweise wird als Regelkreis bezeichnet.

Es wird zwischen verschiedenen Arten der Regelung und Steuerung unterschieden.

Einfache Steuerung bzw. Regelung

Das übergeordnete Gesamtsystem 'Unternehmen' gibt dem Teilsystem 'Produktion' die Führungsgröße (Soll-Wert) 'Bestimmte Produktionsmengen bestimmter Produkte für das nächste Geschäftsjahr' vor. Das Teilsystem 'Produktion' kann sich nicht durch Einschätzung seiner eigenen Leistungsfähigkeit eine Führungsgröße selbst vorgeben.

Einfache Selbstoptimierung

Wählt das Teilsystem 'Produktion' eine Führungsgröße aus einer bestimmten Menge, z.B. 'Beliebige Produktionsmengen beliebiger Produkte' nach einem bestimmten Kriterium, z.B. 'Bestimmter Deckungsbeitrag', selbst aus, liegt Selbstoptimierung vor.

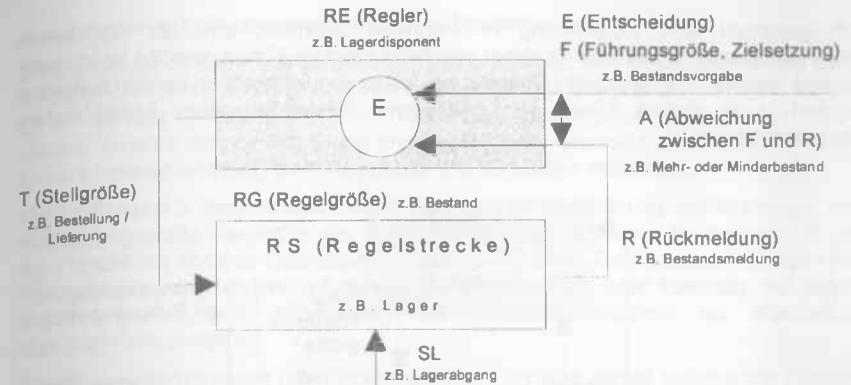
Höhere Formen der Selbstoptimierung

Besitzt das steuernde System ein internes Modell seiner Umwelt und ist es in der Lage, die Wirkung von verschiedenen Führungsgrößen simulativ 'durchzuspielen', um die optimale Variante zu bestimmen, liegt eine höhere Form der Selbstoptimierung vor. Das System hat selbstlernende Eigenschaften, wenn es das interne Modell der sich verändernden Umwelt anpassen kann.

Die Lagerdisposition liefert ein Beispiel für einen einfachen Regelkreis:

Beispiel 1:

Ein Lager soll für eine bestimmte Jahresnachfrage lieferbereit sein zu minimalen Gesamtkosten (Kriterium) aus Kapitalbindungskosten und Bestellkosten bei einem vorgegebenen Höchstbestand (Obergrenze der Menge der Führungsgrößen). Dem Regler wird die Führungsgröße F 'Optimale Bestandshöhe' vorgegeben, die dem Lager als Soll-Wert dient. Bei Gefahr von Fehlmengen wird durch die Stellgröße T (z.B. 'Auffüllen auf optimale Bestandshöhe') die Lieferbereitschaft sichergestellt.



Die Erfahrung zeigt, daß ein System immer mit den verschiedensten Störgrößen zu rechnen hat. Störgrößen (S) sind alle zufälligen und gewollten Einflüsse, die auf das System einwirken: Sie können den Leistungsbereich (= SL) ebenso wie die Informationen (= SI) und die Entscheidungen (= SE) "stören" (vgl. auch Beispiel 2).

Aufbau selbstoptimierender Systeme

Die Regelung eines Systems über eine Führungsgröße bedingt, daß diese genau auf die Leistungsfähigkeit des Systems abgestimmt ist. Anderenfalls ist ein selbststabilisierendes Verhalten des Systems nicht möglich bzw. wird überflüssige Leistungsfähigkeit nicht ausgenutzt, was insbesondere bei ökonomischen Systemen ineffektiv wäre. Zudem ist die Leistungsfähigkeit eines ökonomischen Systems über der Zeit meist nicht konstant, so daß das Problem der 'richtigen' Führungsgröße sich stets von neuem stellt.

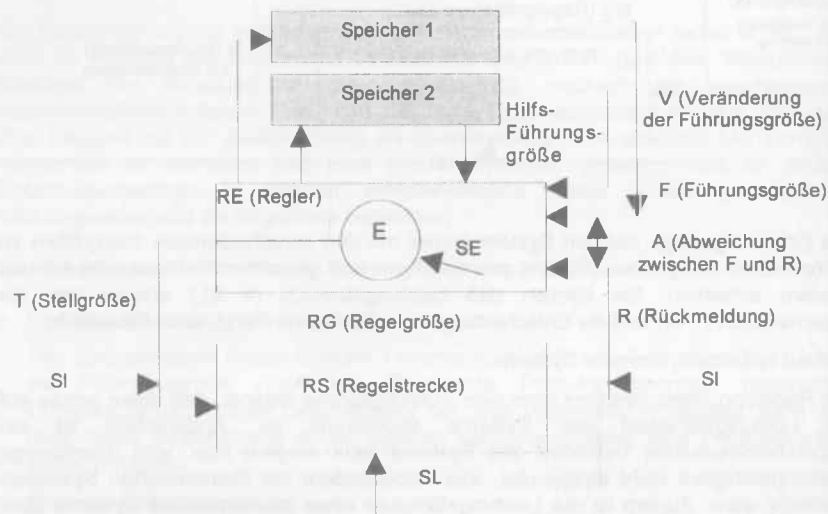
Eine hinreichend genaue Bestimmung der Führungsgröße für ein System ist also 'von außen' kaum möglich, vor allem werden die Reserven eines Systems meist nur durch Eigeninitiative geweckt. Das System sollte an der Festlegung einer Führungsgröße beteiligt sein, diese allerdings nicht autonom bestimmen, damit Ziele des übergeordneten Systems gesichert bleiben. Dem Regler wird zur Simulation der Wirkung der Führungsgrößen und Finden der 'optimalen' Führungsgröße ein Optimierungselement bzw. Teilsystem, oft *Speicher* genannt, beigegeben.

Das übergeordnete System gibt nicht mehr nur eine, sondern mehrere Führungsgrößen vor, aus denen eine nach einem bestimmten Kriterium auszuwählen ist. Die Auswahl der optimalen Führungsgröße soll eine 'maximale' Wirkung auf die Regelgröße ausüben.

Beispiel 2:

In vielen betrieblichen Entscheidungsprozessen werden - allgemein gesprochen - neben den Zielen (F) und den aus dem laufenden Arbeitsprozeß gewonnenen Informationen (R) auch bereits (gespeicherte) Informationen (Erfahrungen, Methoden und Verfahren) einbezogen. Durch solche Speicher-Informationen können u.U. sogar die gesetzten Ziele (F) in einer gewissen Bandbreite variiert werden (V).

Oft geschieht eine Optimierung in mehreren Schritten, d.h. die von einem höherwertigen optimierenden Speicher ermittelte optimale Führungsgröße ist Vorgabe für eine weitere untergeordnete Optimierung, wobei sog. Hilfsgrößen optimal festgelegt werden. Auch dieses Prinzip ist unerlässlicher Bestandteil eines hierarchischen Planungssystems.



Bei der Regelstrecke handelt es sich um einen Produktionsprozeß, der in einem bestimmten Zeitintervall aus einem bestimmten Input (personelle und maschinelle Kapazitäten, Werkstoffe) einen bestimmten Output (Mengen zweier unterschiedlicher Produkte) erzeugt.

Vorgegeben sind Unter- sowie Obergrenzen für die zu produzierenden Mengen sowie das Kriterium des maximalen Deckungsbeitrags.

Die erste Optimierung hat die Aufgabe, unter Beachtung der vorhandenen Kapazitäten einen optimalen Produktionsplan, d.h. die im Intervall zu produzierenden Mengen der beiden Produkte zu ermitteln, wobei das Gesamtergebnis einen maximalen Deckungsbeitrag liefert.

Diese Mengen sind Ausgangspunkt für eine weitere Optimierung, wobei der Regler des Produktionsprozesses als internes Kriterium stets die minimale Durchlaufzeit der arbeitsteiligen Produktion anwenden soll. Es ist also ein optimaler Abfolge- und Terminplan zu erstellen, der als interner Soll-Wert des Produktionsprozesses gilt.

Werden Störungen des Plans z.B. durch Kapazitätsausfall festgestellt, sei hier als Vorrangigkeitsregel der Optimierungen vorgesehen, daß zunächst eine weitere Optimierung des Abfolge- und Terminplans erfolgt. Erst wenn feststeht, daß die von der übergeordneten Optimierung vorgegebenen Mengen im Zeitintervall nicht produziert werden können, erfolgt dort eine optimale Nachplanung.

Selbststeuernde kybernetische Systeme mit Modellstruktur

Bei komplexen System- und Umgebungsbedingungen ist eine Selbstoptimierung eines Systems nicht mehr durch eine einfache schematische Bewertungsvorschrift möglich. Es ist vielmehr erforderlich, in einer Reihe von 'Experimenten' simulativ zu klären, welche Variante den besten Erfolg bringt. Mit dieser Verknüpfung werden in einem Unternehmensplanungssystem Regelkreis und Simulation verbunden.

Die im Beispiel 2 dargestellten beiden Speicher zur Optimierung von Führungs- und Hilfsführungsgröße werden in der Regel mit Modellen arbeiten, der erstere z.B. mit dem Modell der linearen Optimierung (Maximierung einer Zielgröße bei Vorliegen von Restriktionen), der letztere mit einem Vorrangsgraphen oder ebenfalls mit einem linearen Modell (z.B. Minimierung der Gesamtdurchlaufzeit bei alternativen Maschinenbelegungen).

Eine Folge von Vorgaben und Rückkopplungen und eine darauf aufbauende Planung wird als *Iteration* bezeichnet. Dieser Methodenansatz wird vor allem bei der ereignisbezogenen Netchangetechnik verwendet.

Bei der Einbettung der dargestellten Regelkreistechniken in Unternehmensplanungssysteme sind nach Ansicht des Autors ergänzende Systemkomponenten, wie

- Netchangetakter,
- Postkorbverfahren sowie
- Realtimeverarbeitung

unumgänglich, um damit dem Anspruch integrierter und ganzheitlicher Systeme gerecht zu werden. Dabei spielt die Vernetzung der Regelkreise in vertikaler Richtung zwischen den hierarchischen Ebenen (vgl. Abb. 3) eine entscheidende Rolle.

Aus dieser Erkenntnis lassen sich Grundsätze für die allgemeine Strukturierung von Systemen und deren organisatorische Umsetzung ableiten:

1. betriebliche Funktionseinheiten sind strukturelle Systemelemente
2. diese richten ihre Verhaltensweise nach einer gesetzten Zielvorstellung aus,
3. überprüfen ihr eigenes Handeln nach dem Prinzip der Rückkopplung (Kontrollfunktion) und
4. beziehen gespeicherte Informationen, Methoden und Verfahren in den Entscheidungsprozeß ein.

Nur bei Berücksichtigung dieser Prinzipien können nach Ansicht des Autors erfolgreiche und zukunftsorientierte Unternehmensplanungssysteme entwickelt und eingesetzt werden.

2.2.4 PPS-Regelkreis

Für integrierte PPS-Systeme hat sich in den letzten Jahren immer mehr die Erkenntnis durchgesetzt, daß solche Systeme in ihren Kernbereichen (Absatz- und Vertriebsplanung, Produktions- und Materialbedarfsplanung, Fertigungssteuerung) dem Prinzip der *vernetzten* Regelkreise folgen müssen.

Zäpfel [1989] (S. 207 ff) beispielsweise unterscheidet verschiedene typisierte PPS-Regelkreis-Schemata für Kleinserienfertiger, Einzelerienfertiger, Kundenauftrags-, anonyme Serien- und Gemischtfertiger. Auch andere Autoren sehen wie Milberg/Burger [1991] das Konzept der Produktionsregelung als notwendige Erweiterung der Produktionsplanung und -steuerung an. Wedemeyer [1989] (S. 9 ff) beschreibt im Rahmen seiner Überlegungen zum PPS-Controlling ein umfangreiches Modell einer vernetzten Regelkreisstruktur und geht ausführlich auf die regelungstechnische Dimension der Fertigungssteuerung ein. Hackstein ([1989], S. 99 ff) geht ebenfalls von Regelkreisen bei der Produktionsplanung und -steuerung aus, wobei sein Schwerpunkt auf den Aktualisierungssystemen der Regelkreise liegt (ebenso vgl. Kittel [1983], S. 31).

Ein abstrahiertes Regelkreis-Modell beschreibt Wiendahl: Das PPS-System als eine von vier Teilkomponenten stellt den Regler für das betrachtete Durchführungssystem der Produktion dar. Das Verhalten des Durchführungssystems wird über die Betriebsdatenerfassung (BDE) und ein Diagnosesystem als Analyse-Instrument überwacht. Dessen Ergebnisse wiederum dienen dem PPS-System als Regelgrößen (vgl. Abb. 11, nach Wiendahl [1990], S. 631).

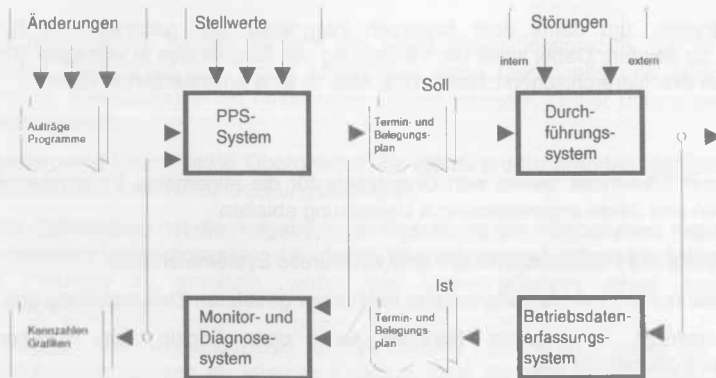


Abb. 11: PPS-Regelkreis (nach Wiendahl [1990])

Der Ansatz des vom Autor vertretenen Regelkreisprinzips geht von der Vernetzung oder Vermaschung aus. Diese Vernetzung wird dabei in einer umfassenden Weise angestrebt, und zwar:

- Eine Regelkreisvernetzung von untereinander integrierten Software-Modulen (vgl. Abb. 5).
- Eine hierarchische Regelkreisvernetzung von miteinander verbundenen Hierarchieebenen (vgl. Abb. 3 und Abb. 5).

2.2.5 Defizite und kritische Wertung heutiger PPS-Regelkreise

Der gegenwärtige Einsatz von computergestützten Unternehmensplanungssystemen und der darin enthaltenen PPS-Verfahren ist gekennzeichnet von einer zunehmenden Unzufriedenheit bezüglich der Umsetzung der damit angestrebten betrieblichen Ziele. Die Mehrzahl der industriell eingesetzten Verfahren der computergestützten PPS-Systeme arbeitet historisch bedingt nach einem einheitlich sukzessiven Planungskonzept und liefert ungenügende oder zumindest erheblich verbesserungswürdige und -fähige Ergebnisse, was in Kap. 3 noch näher erörtert wird.

Da jedoch der Kauf oder die individuelle Entwicklung von Unternehmensplanungssystemen für Unternehmen mit einem erheblichen Investitionsvolumen verbunden ist sowie vielfach beträchtlichen organisatorischen und finanziellen Aufwand mit sich bringt, stellt die einmal getroffene Auswahl eines nicht als Standardsoftware ausgerichteten PPS-Systems und des damit verbundenen Konzepts für viele Unternehmen eine Einbahnstraße dar, bei der der "point of no return" meist sehr schnell überschritten wird. Der Wechsel zu neuen Systemen und den darin enthaltenen neuen Verfahren ist dann nicht mehr wirtschaftlich zu vollziehen, die getroffene Entscheidung nur schwer zu revidieren.

Die Ansicht, daß dieses enorme wirtschaftliche Risiko nur durch die Entwicklung von Standardsoftware auf ein Minimum reduziert werden kann, hat sich bedauerlicherweise noch nicht allgemein durchgesetzt (vgl. Scheer [1990], S. 257, sowie Polzer [1992]).

Bei der Analyse der Mehrzahl der PPS-Systeme kommt man zu folgenden Erkenntnissen:

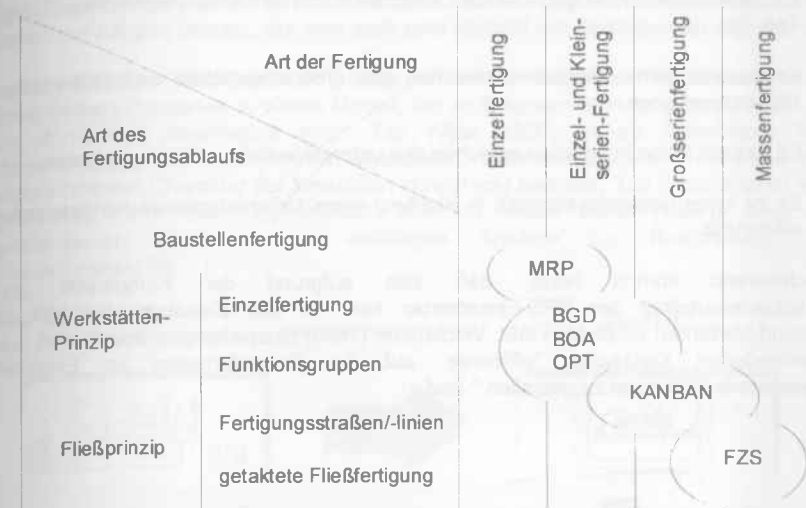
1. Wegen der enormen Investition für die Entwicklung wurden die meisten Systeme nicht strategisch, sondern mehr oder weniger zufällig über Kundenaufträge "designed" und entwickelt.
2. Ein zufälliges "Design" (im Sinne des Software-Engineering) stellt keine brauchbare Datenbankstrukturierung und Funktionsgliederung sicher, auf die Regelkreisprinzipien oder gar Simulationsmodelle aufsetzen könnten.
3. Forschung und Lehre haben sich in der Vergangenheit intensiv mit einzelnen Planungs- und Steuerungsproblemen der taktischen und operativen Ebene beschäftigt (z.B. Kühnle [1987], Wildemann [1988] oder Dangelmaier [1991]), die strategische Ebene wurde eher vernachlässigt (vgl. Tab. 3).

Lösungsansätze	Lösungsalternativen	Steuerungsmodelle in den Einzelverfahren					
		MRP	FZS	KANBAN	BOA	OPT	BGD
Freigabe-genauigkeit der "Zulaufregelung"	Schichtprogramm	•	•			•	
	Lose			•			
	Aufträge				•		
Freigabe-strategie	Arbeitsgänge						•
	Pull			•			•
Prioritäts-steuerung	Push	•	•		•	•	
	intene/externe Priorität	•				•	
	nach Restpuffer						•
gemessene Bestand-größe	keine entspr. Strategie		•	•	•		
	hergestellte Menge	•				•	
	Auftragsbestand vor der Arbeitsstation		•		•		
Regelung des kontinuierlichen Durchflusses über alle Arbeitsstationen	Auftragsbestand nach der Arbeitsstation			•			•
	keine entspr. Strategie	•		•			
	indirekt über Einstoß				•		
	indirekt über termin. Auftragsnetz					•	
	durch Zwangslauf der Fließfertigung		•				
Festlegung der Höhe der Pufferbestände	durch Meßstelle/ Sollglied je Arbeitsstation						•
	keine Festlegung	•					
	fix, entspr. Wiederbeschaffungszeit		•	•			
Berücksichtigung von Störeinflüssen	durch Einlastungsprozentsatz				•		
	variabel für opt Durchfluß über Engpaß					•	•
	keine entspr. Strategie	•					
Entscheidungs-Ebene	über Sicherheitsbestand		•	•	•	•	•
	Genauplanung vorhersehbarer Störungen					•	
strategisch	taktisch	•	•	(•)	(•)	•	
	operativ			•	•		•

() nicht eindeutig zuzuordnen

Tab. 3: Gegenüberstellung der verschiedenen Steuerungsmodelle (in Anlehnung an Aue-Uhlhausen/Kühnle [1988], S. 224)

Auch die Zuordnung der Steuerungsmodelle zu den Fertigungstypologien (vgl. Tab. 4 und 5) zeigt die Kopflastigkeit der entwickelten Methoden und Verfahren in den operativen Bereichen.



Tab. 4: Zuordnung der Steuerungsmodelle zur Fertigungstypologie (nach Aue-Uhlhausen/Kühnle [1988], S. 222 ff)

Freigabestrategie (Zulauf in Trichter)		
Parameter Termin	Parameter Bestand	
PUSH	PUSH	PULL
MRP (Material Requirements Planning = klassischer Lösungsansatz)	BOA (Belastungsorientierte Auftragsfreigabe)	BGD (Bestandsgeregelte Durchflußsteuerung)
OPT (Optimized Production Technology)	FSZ (Fortschrittszahlensysteme)	KANBAN
Zuteilungsstrategie (Sortierung im Trichter)		
Parameter Prioritätszahl	Parameter Tagetermin	
Slack-Regel (Restpufferorientierte Zuweisung)		MRP OPT

Tab. 5: Feinsteuerungsstrategien der Werkstattsteuerung (nach Aue-Uhlhausen, Kühnle [1988], S. 222 ff)

Die Nachteile der bestehenden Verfahren ergeben sich in folgenden Punkten:

- Es handelt sich um einzelne, untereinander nicht abgestimmte Regelkreise.
- Es besteht keine Möglichkeit der Integration mit anderen Regelkreisen (vgl. Tab. 2).
- Es besteht keine Integration zwischen den unterschiedlichen organisatorischen Hierarchieebenen.
- Es besteht keine Integration zwischen den unterschiedlichen Planungsebenen.
- Es ist keine Gesamtsystematik in Richtung eines Unternehmensplanungssystems erkennbar.

Erschwerend kommt hinzu, daß sich aufgrund der Komplexität und Verschiedenartigkeit der PPS-Einsatzarten kein für alle Einsatzzwecke gültiges Allround-Verfahren empfehlen läßt. Wildemann [1988] beispielsweise betont, daß aus verschiedenen Konzepten "effiziente, auf die Besonderheiten im Einzelfall abgestimmte Lösungen zu gestalten" sind.

2.3 Simulation

2.3.1 Begriffe, Definition und Abgrenzungen

Der Begriff "Simulation" wird in der Fachliteratur in den unterschiedlichsten Zusammenhängen benutzt, ihm wird auch eine Vielzahl von Bedeutungen zugeordnet.

Die VDI-Richtlinie 3633 (vgl. VDI [1983]) definiert Simulation als "Nachbildung eines dynamischen Prozesses in einem Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind". Für Witte [1990] ist die Simulation "eine Vorgehensweise zur Analyse von Systemen", während Mertens [1982] auf den experimentellen Charakter der Simulation abhebt und feststellt, "Die Simulation ist eine besondere Form des Experiments". Abb. 12 (nach ASIM [1987]) zeigt die gemeinsamen Merkmale der vielfältigen Ansätze zur Bestimmung des Simulationsbegriffs.

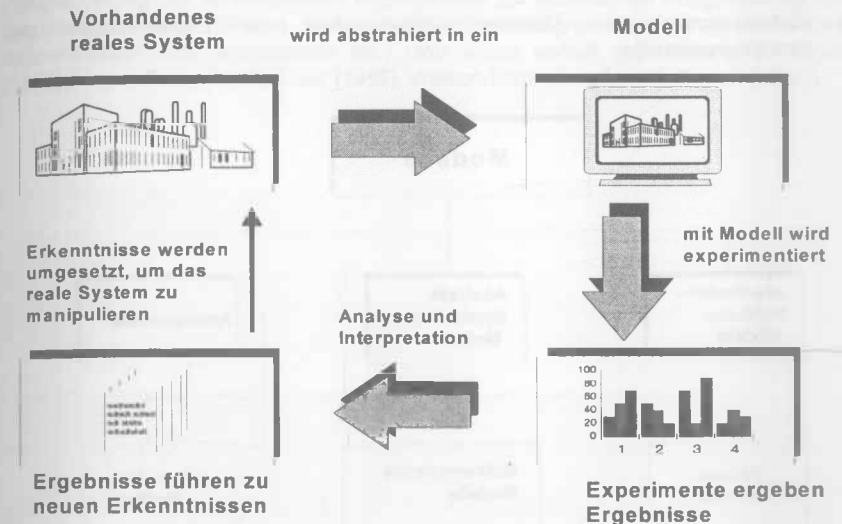


Abb. 12: Allgemeiner Ablauf der Simulation

Die in Abb. 12 dargestellte allgemeine Charakterisierung des Simulationsbegriffs enthält allerdings noch keine Aussage über die Art der verwendeten Modelle und des zu untersuchenden Real-Systems.

Die Simulation beinhaltet die "wirklichkeitsäquivalente Nachahmung der Wirklichkeit". Wirklichkeitsäquivalenz bedeutet hier, daß das Abbild der Wirklichkeit in Form des Modells so konzipiert ist, daß mit dem Modell erzielte Ergebnisse sich wieder in die Wirklichkeit transformieren lassen. Weil aus wirtschaftlichen Gründen die Wirklichkeit nicht völlig exakt im Modell nachgebildet werden kann, müssen in der Regel Ungenauigkeiten bei den Ergebnissen in Kauf genommen werden, die aber durch rollierende Simulationen klein gehalten werden können.

Um das Begriffsverständnis weiter einzugrenzen, soll die Klassifikation der Simulationsmodelle von Meyer [1990] angeführt werden (vgl. Abb. 13). Meyer unterscheidet zwischen:

- anschaulich-ikonischen Modellen (z. B. Landkarten),
- Analogmodellen gegenständlicher Art (wie sie z. B. bei Windkanalversuchen verwendet werden) und
- abstrakt-symbolischen Modellen, insbesondere die Experimentier- und Simulationsmodelle.

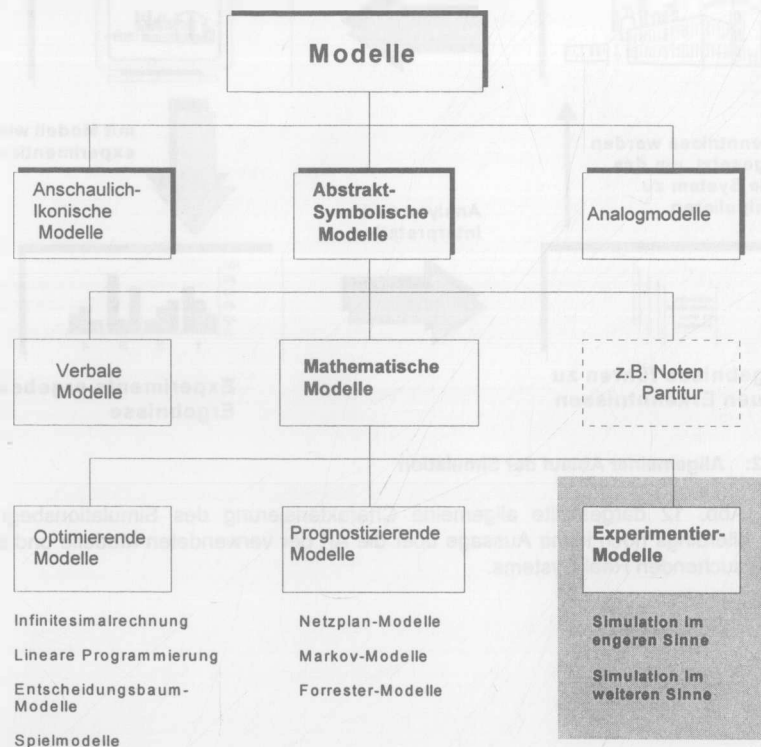


Abb. 13: Systematik der Modelle (nach Meyer [1990])

Der Meyerschen Abgrenzung von Simulation im weiteren und engeren Sinne sei auch hier gefolgt: Während die Anwendung prognostizierender und optimierender Modelle für What-If-/How-To-Achieve-Rechnungen als Simulation im weiteren Sinne (i. w. S.) bezeichnet wird, verwendet die Simulation im engeren Sinne (i. e. S.) "ein in seiner Struktur jeweils spezifisches, d. h. nach mathematischen Gesichtspunkten nicht typisierbares Modell" (Meyer [1990], S. 117).

Pritsker [1974] prägt für die im folgenden berücksichtigte Simulationsklasse den Begriff "digital computer simulation" (Digitalrechner-Simulation) und definiert ihn als "the establishment of a mathematical logical model of a system and the experimental manipulation of it on a digital computer".

Die Diskussion der praktischen Anwendung der Simulation für Unternehmensplanungssysteme wird in dieser Arbeit als wesentlich verstanden. Deswegen werden die theoretischen Aspekte der Simulationstechnik oder die Differenzierung der verschiedenen Möglichkeiten zur technischen Ausgestaltung von Simulationssoftware (diskret bzw. kontinuierlich, ereignis- bzw. prozessorientiert, deterministisch bzw. stochastisch etc.) nicht weiter vertieft (vgl. dazu z. B. Evans [1988], HooverPerry [1989], Kheir [1988], Watson/Blackstone [1989], Zeigler [1985]).

2.3.2 Einsatzgebiete und Nutzen

Aufgrund der Literaturrecherchen läßt sich feststellen, daß die Simulation immer dann bevorzugt Einsatz findet, wenn:

1. mathematisch exakte, analytische Berechnungs- und Planungsverfahren keine brauchbaren Ergebnisse liefern,
2. es prinzipiell oder aus Kostengründen nicht möglich oder zu risikoreich ist, am realen System Experimente zur Bestimmung der gewünschten Erkenntnisse durchzuführen,
3. das Verhalten eines Gesamtsystems von übergreifenden, komplexen Wirkzusammenhängen einzelner Teilsysteme, deren Eigenschaften bekannt sind, bestimmt wird oder
4. das zeitdynamische Verhalten eines Systems zu untersuchen ist.

Die universelle Einsatzfähigkeit der Simulation spiegelt sich in den diversen Versuchen einer Klassifikation der Anwendungsgebiete wider, die sich in der Literatur finden. Üblicherweise wird grob unterschieden zwischen:

- Simulationsmodellen zur Planung oder Entwicklung neuer Anlagen und Produkte sowie solchen zur
- Analyse und Optimierung der Unternehmensplanung mit Hilfe von integrierten Systemen.

Eine zusammenfassende Übersicht und Beispiele zu den weitgestreuten Einsatzmöglichkeiten der Simulation im Produktionsbereich bieten u. a. Browne [1988], Eversheim/Thome [1987, 1988], Feldmann/Schmidt [1988], Kettner/Thome [1988], Milberg/Tauber [1989], Pritschow u.a. [1986], Schmidt [1988a], Schmidt [1988b] und Weck [1991]. Einen aktuellen Überblick über die mittlerweile in großer Zahl verfügbare Simulationssoftware im Fertigungssektor gibt die Marktübersicht von Noche/Wenzel [1991].

Für das in dieser Arbeit zugrunde gelegte Forschungsziel wird schwerpunktmäßig der wissenschaftliche Stand über das Einsatzgebiet zu 3. herangezogen. Die in Kap. 2.3.1 vorgenommene allgemeine Definition der Simulation (vgl. Abb. 12) wird in ein allgemeingültiges *Unternehmensplanungs-Simulationsmodell* übertragen, wie es Abb. 14 darstellt.

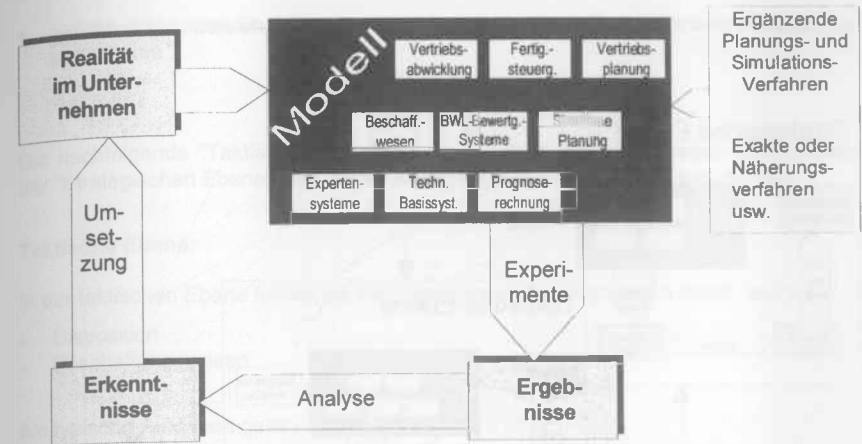


Abb. 14: Simulationsablauf im Unternehmensplanungs-Simulationsmodell

Entscheidend für die Simulation eines hierarchisch gegliederten Unternehmensplanungssystems sind

- das Datenbankmodell des Systems,
- die hierarchisch gegliederten Planungsebenen,
- die Möglichkeit der hierarchischen Abgrenzung der Systemkomponenten (Module) (vgl. Tab. 1)

bei gleichzeitiger Berücksichtigung der betrieblichen Funktionseinheiten.

Erst wenn diese Voraussetzungen des Systemdesigns erfüllt sind, läßt sich eine Systementwicklung durchführen und darüber hinaus eine vernetzte bzw. vermaschte Unternehmensplanungssimulation darstellen, wie dies in Abb. 15 gezeigt wird.

Ein weiterer Schritt hin zur systemtechnischen Integration zwischen dem Regelkreis einer Planungsebene und der hierarchischen Simulation dieser Ebene ist die Abstimmung der Organisations- und Managementebenen.

Eine Aufteilung der Gesamtsimulation in Teil-Simulationen ist aus folgenden Gründen empfehlenswert:

1. Eine detaillierte Gesamtsimulation eines Unternehmens läßt sich heute aufgrund der Komplexität mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht handhaben und praktisch nur unter stark eingeschränkten experimentiellen Bedingungen realisieren.
2. Nach Erreichung der Zielgrößen gibt jede Ebene die gewonnenen Ergebnisdaten an die nächste Ebene als Eingangsdaten weiter. Nur damit wird eine

zielorientierte Ausrichtung aller Hierarchieebenen gewährleistet.

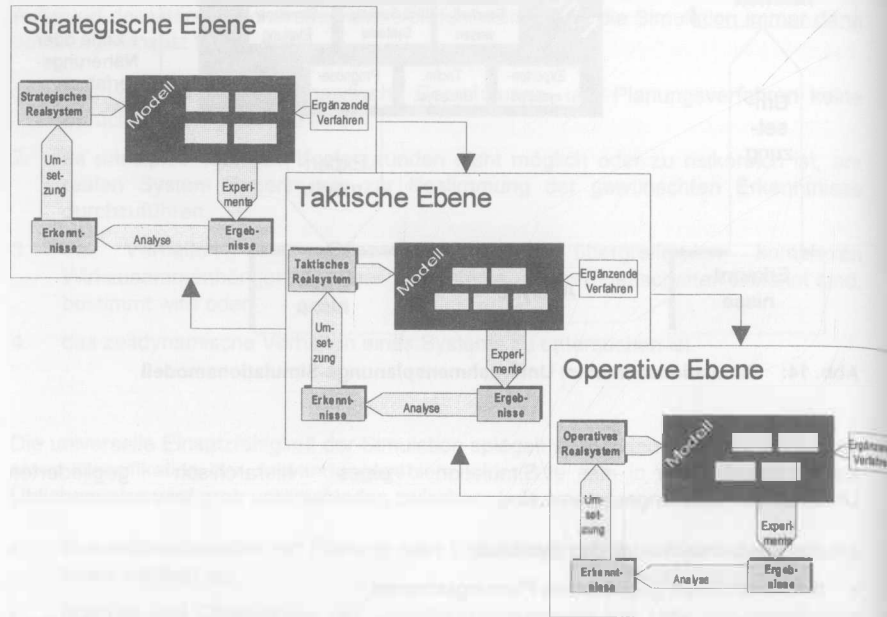


Abb. 15: Hierarchisch gegliedertes Unternehmensplanungs-Simulationsmodell

Der Nutzen einer hierarchischen Simulation ist für die Einsatzgebiete der Unternehmensplanungssysteme - richtige Systemgestaltung und richtiger praktischer Einsatz vorausgesetzt - von großer Bedeutung.

In den einzelnen Hierarchieebenen lassen sich damit Erkenntnisse zu interdependenten Fragestellungen gewinnen, welche im folgenden exemplarisch genannt sind:

Strategische Ebene:

- Welche Erzeugnisse sollen wegen ihres hohen Gewinnbeitrages vermehrt bzw. wegen ihres niedrigen Gewinnbeitrages nur in Sonderfällen hergestellt werden,
- in welchen Mengen können die bevorzugten Erzeugnisse sowohl hinsichtlich der beschränkten Kapazität des Maschinenparkes als auch hinsichtlich der nur begrenzten Aufnahmefähigkeit des Absatzmarktes erzeugt werden,
- auf welchen Maschinen sollen die Erzeugnisse produziert werden, damit der Gewinn möglichst groß wird,
- welche Materialien müssen mit welchem Risiko vordisponiert werden,

- welche Kapazitäts-Engpässe verursachen die gewinnwirtschaftlichen Produktionsprogramme?

Die nachfolgende "Taktische Ebene" hat den Auftrag, die gewonnenen Erkenntnisse der "Strategischen Ebene" als Datenausgangslage in ihr Modell zu übernehmen.

Taktische Ebene:

In der taktischen Ebene führen die Fachabteilungen ihre Planungen durch, wie z.B.

- Disposition
- Beschaffungswesen.

Als typische Aufgaben gelten:

- Primärbedarfsfestlegung
- Materialabgleich
- Lagerbestandab- oder -aufbau
- Fehlteilermittlung
- Losgrößenbildung für Bestell- und Fertigungslose
- Belegungsplanung.

Die nachfolgende "Operative Ebene" hat analog den Auftrag, die gewonnenen Erkenntnisse der "Taktischen Ebene" als Datenausgangslage in ihr Modell zu übernehmen.

Operative Ebene:

Zur operativen Planung zählen die zur unmittelbaren Ausführung anstehenden Entscheidungen über den Folgetag, die Folgeweche entsprechend dem Vorrat des elektronischen Postkorbs. Als typische Aufgaben dieser Ebene können u.a. genannt werden:

- Schichtgerechte Fertigungsauftragsplanung und Steuerung
- Start- und Rückmeldungen
- Materialverfügbarkeitsprüfungen und -entnahmen
- Mengenbuchungen
- Unterminderungen.

2.3.3 Stand und kritische Wertung heutiger Simulationsanwendungen in Bezug auf Unternehmensplanungssysteme

Die ausführlich durchgeführten Literaturrecherchen über den Einsatz der Simulation in der betrieblichen Planung haben eine Situation aufgezeigt, die sich in folgenden Thesen zusammenfassen läßt:

- Der Schwerpunkt der Forschung ist bis heute die Entwicklung von
 - Simulationssprachen und
 - Simulationsprogrammiersystemen.
 Hierbei wurden wenig brauchbare integrierte Simulationsmodelle entwickelt, die sich für Unternehmensplanungssysteme eignen. Die Simulationssoftware ist heute also weder konzeptionell, organisatorisch noch technisch in der Lage, in Unternehmensplanungssysteme integriert zu werden. Sie wird daher weitgehend für isolierte Insellösungen genutzt.
- Darüber hinaus konzentrierte sich die Forschung auf Verfahren, um die Durchführung von Simulationen zu erleichtern. Diese Verfahren fallen unter den Begriff Simulationstechniken und werden unterteilt nach
 - Allgemein anwendbaren Methoden und Techniken, wie Block- und Fußdiagramme,
 - Monte-Carlo-Methoden sowie Techniken der Zufallszahlenerzeugung.
- Der Einsatzschwerpunkt der Simulation im Fertigungsbereich liegt heute aufgrund der oben aufgezeigten Entwicklung eindeutig im Vorfeld der Produktion. Hierbei werden vor allem Detailuntersuchungen eng umgrenzter Bereiche eines Produktionssystems, z. B. von einzelnen Maschinen oder Anlagen, durchgeführt. Die Möglichkeiten der Simulation in diesen Gebieten sind weitgehend anerkannt und werden industriell genutzt.

Unternehmenssimulationen zur Abbildung komplex vernetzter Planungssysteme sind dagegen in der betrieblichen Praxis nur selten zu finden, obwohl strategische und operative Entscheidungen gerade in diesem Bereich mit sehr hohem Kosten- und Investitionsvolumen verbundenen sind und das Nutzungspotential von Simulationen hier sehr groß wäre.

- Es gibt keine Simulationssoftware, die in der Lage ist, Ergebnisse einer Hierarchieebene für die Simulationen der nächsten Ebene (siehe Abb. 15) bereitzustellen. In der praktischen Anwendung bedeutet dies, daß bei der Analyse des realen Systems nur schwer zu erkennen ist, welche Merkmale und Daten die Simulationsergebnisse entscheidend beeinflussen und welche Größen vernachlässigt werden können, ohne die Aussagefähigkeit der Ergebnisse zu beeinträchtigen, denn für jede Ebene müssen grundsätzlich neue Daten aufgebaut werden.
- Ein weiteres erhebliches Defizit der heutigen Simulationssoftware ist, daß diese Verfahren *nicht* auf die Datenstruktur und -modelle der Unternehmensplanungssysteme (Standardsoftware) zugreifen können. Diese Entwicklung läuft grundsätzlich den Bemühungen entgegen, eine Verbindung zwischen den

Unternehmensplanungssystemen und der Simulation herzustellen, wie dies in Abb. 15 dargestellt ist.

- Der Einsatz der Simulation als längerfristig zu nutzendes Entscheidungsunterstützungssystem wird bisher kaum in Betracht gezogen. Es überwiegt der Einmal-Einsatz von "Wegwerf"-Modellen für ein eng definiertes Projekt, obwohl diese Vorgehensweise einem wirtschaftlichen Einsatz meist entgegensteht.

Die nachfolgenden Kapitel zeigen Perspektiven zur Behebung der in den genannten Punkten unbefriedigenden Situation auf. Es wird versucht, die Möglichkeiten der Simulation insofern zu erweitern, daß die Abbildung von Methoden eines Unternehmensplanungssystems zum integralen Bestandteil der Modellwelt der Simulation wird (vgl. Abb. 16).

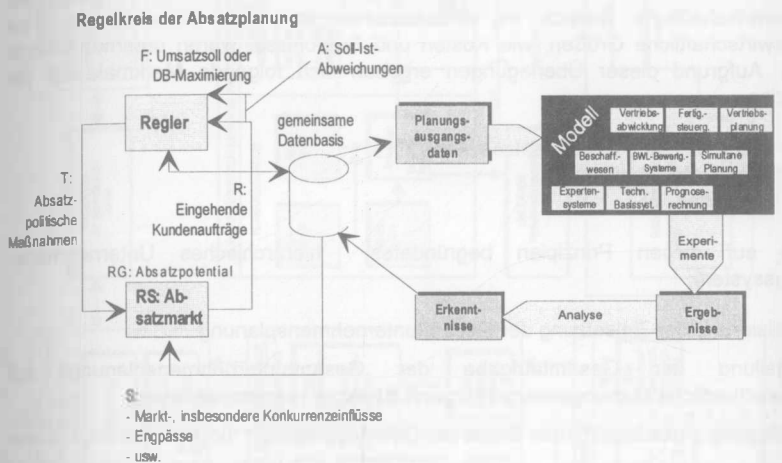


Abb. 16: Integration von Regelkreis und Simulation

Ziel der Integration ist, die Regelkreisergebnisse einer Hierarchieebene simulativ zu analysieren. Die aus der gemeinsamen Datenbasis von Planungssystem (PPS) und Simulation stammenden Eingangsdaten für die Simulation sind zugleich Planungs- und Ausgangsdaten. Diese Daten sind im allgemeinen ausreichend für eine Modelldarstellung und Ergebnisaufbereitung.

Als Lösungssatz wiesen bereits Nof/Talavage [1979] auf die Möglichkeit hin, Simulatoren mit Datenbanksystemen zu verbinden, um die Sammlung und Analyse der Simulationsdaten zu vereinfachen. Die in Datenbanksystemen vorgesehenen Mechanismen zur Formulierung und Überprüfung von Integritätsbedingungen leisten wertvolle Dienste bei der Verifikation der Eingangsdaten. Darüber hinaus werden damit die Fähigkeiten von modernen Datenbanksystemen genutzt, die einen Mehrbenutzerbetrieb der Simulationssoftware ohne redundante Datenhaltung gewährleisten (vgl. Wedekind [1991], S. 26). Dennoch überwiegt bei den meisten derzeit verfügbaren Simulationssystemen die Verwendung eigener interner Datenstrukturen und -verwaltungssysteme, was häufig den einfachen Austausch von und den Zugriff auf Modelldaten behindert. Dies kann in einem integriert ablaufenden Unternehmensplanungssystem nicht akzeptiert werden.

2.4 Zusammenführung von kybernetischem Systemansatz, Regelkreistechnik und Simulation im Unternehmensplanungssystem

Abb. 17 zeigt die herkömmliche Vorstellung von einem "Gesamtsystem" und dem "Gesamtsystem-Simulationsansatz". Dieser Ansatz ist bereits heute, spätestens jedoch mit zunehmender Computerisierung in den Unternehmen in naher Zukunft keine angemessene Lösung mehr, da die Ergebnisse größtenteils keine Zuordnung zu einer Managementebene aufweisen.

Abb. 18 zeigt das hieraus entwickelte zukunftsorientierte hierarchische Unternehmensplanungssystem. An dieser Stelle muß betont werden, daß bei ganzheitlich arbeitenden Unternehmensplanungssystemen, wie Abb. 18 zeigt, der betriebswirtschaftliche Bereich mit einzubeziehen ist. Denn Simulationen ohne betriebswirtschaftliche Größen, wie Kosten und Ergebnisse, wären unternehmerisch sinnlos. Aufgrund dieser Überlegungen ergeben sich folgende Merkmale für die Integration

- des kybernetischen Denkansatzes,
- der Regelkreistechnik und
- der Simulation

in ein auf diesen Prinzipien begründetes hierarchisches Unternehmensplanungssystem:

- Realisierung der Zielsetzung der Gesamtunternehmensplanung
- Verteilung der Gesamtaufgabe der Gesamtunternehmensplanung auf unterschiedliche Planungsebenen (organisatorische Hierarchieebenen)
- Festlegung eines bestimmten Grads der Datenaggregation für jede Planungsebene
- Kopplung jeder Ebene mit der über- bzw. untergeordneten Planungsebene als Regelkreisvoraussetzung.

Grundsätzlich gilt, daß die Zielsetzungen der übrigen Planungsebenen aus den Unternehmenszielen der strategischen Ebene abgeleitet werden. Jede Planungsebene kann aufgrund der organisatorischen hierarchischen Abgrenzung bestimmte Methoden und Verfahren auswählen sowie ein Unterziel oder mehrere festlegen (vgl. Büchel/Wildmann [1975], S. 145 ff).

Der Autor ist aufgrund 10-jähriger Entwicklung von Unternehmensplanungssystemen und der dabei erworbenen Erfahrung überzeugt, daß die Lösung des gesamten Unternehmensplanungsproblems in dem in Abb. 18 dargestellten Systemdesign zukünftig nur durch eine Zerlegung der Gesamtaufgabe in Teilaufgaben ermöglicht wird.

Mit den oben definierten Prinzipien sind die grundsätzlichen Gestaltungsgesichtspunkte eines hierarchischen Unternehmensplanungssystems festgelegt.

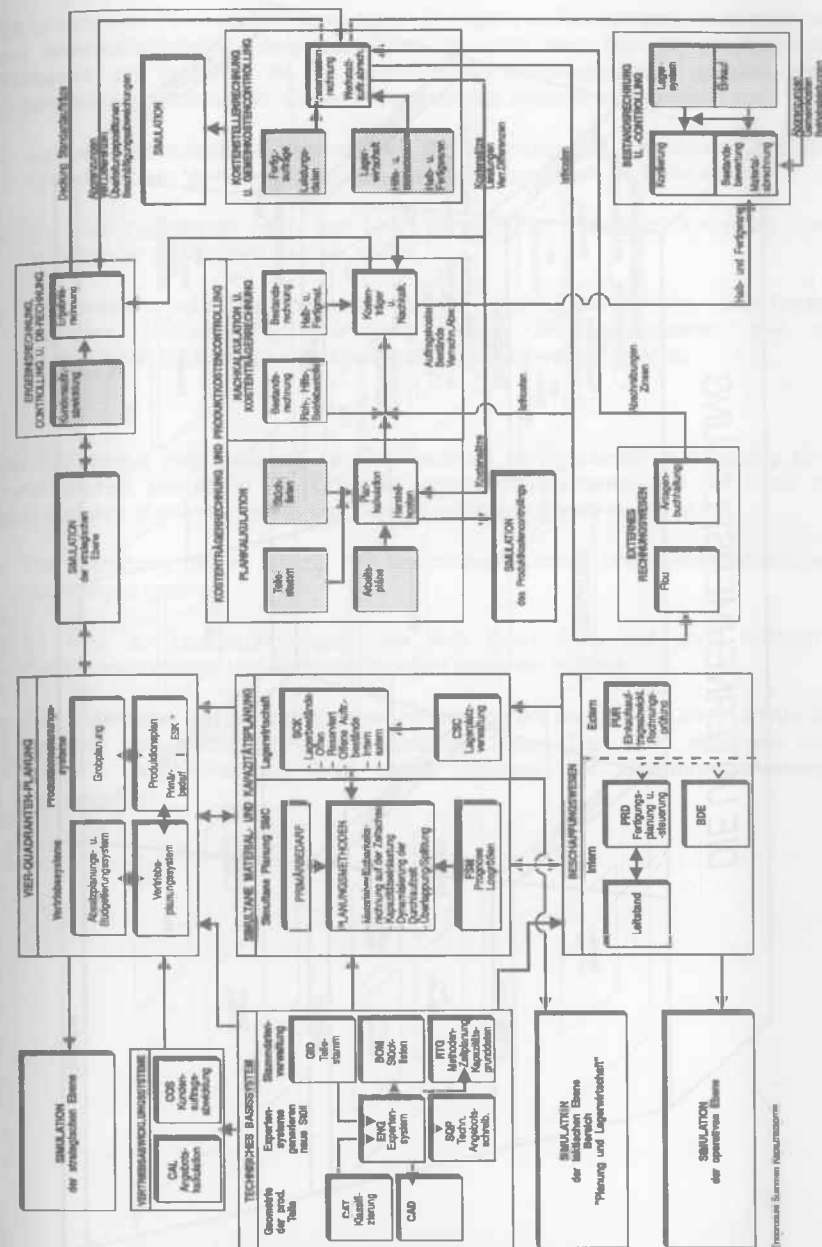


Abb. 17: Integriertes Unternehmensplanungssystem

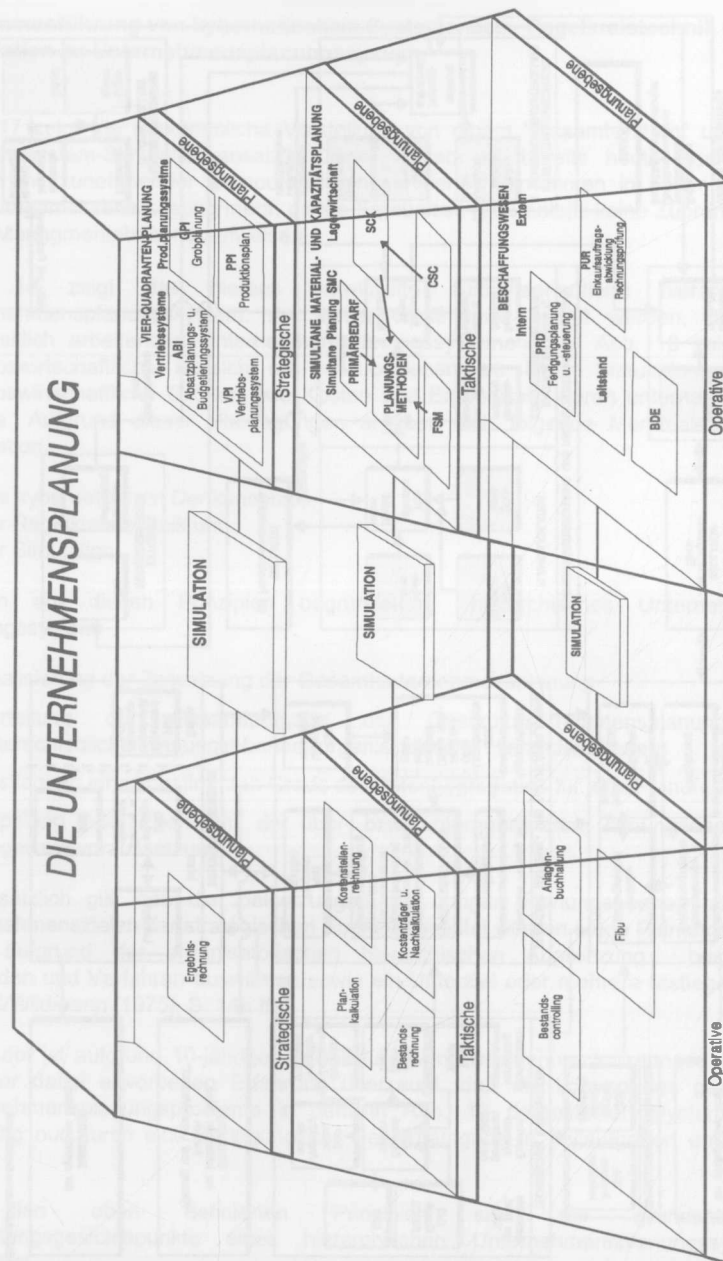


Abb. 18: Integriertes Unternehmensplanungssystem mit hierarchischen Planungsebenen

Die Lösung von Planungsproblemen durch Zerlegung in Teilprobleme, verbunden mit den unterschiedlichsten Lösungsansätzen, ist nicht neu. Neu ist allerdings die Sichtweise des Problems als ein hierarchisches Planungssystem, gestützt durch systemtechnische Lösungen. Dieser Lösungsansatz zeichnet sich dadurch aus,

- daß ein besonderes Augenmerk auf die Kopplung der Regelkreise und des kybernetischen Verhaltens zwischen den Planungsebenen gerichtet ist und
- die Planungsebenen nach den oben dargestellten Prinzipien konzipiert und aufeinander abgestimmt werden, sowie
- softwaretechnische Organisationsprinzipien und Entwicklungen (Netchange, Postkorb, Netzwerk) zur Verfügung stehen, die gewährleisten, daß die aufgeführten Bedingungen praktisch auch realisiert werden können.

Darüber hinaus zeigt Abb. 18 deutlich, weshalb die praktische Anwendung einer ganzheitlichen Simulation von Unternehmensplanungssystemen auf der Stelle tritt bzw. nur sehr zögernd vorankommt. Die wesentlichen Gründe hierfür sind:

- Die Forschung hat im Prinzip nur die mathematischen und systemtechnischen Grundlagen geliefert.
- Es fehlt an Umsetzungsregeln, die sich noch dazu auf ganz bestimmte Datenbankkonzepte und Softwarelösungen beziehen müßten.
- Der allgemeine Ansatz würde dabei verloren gehen und an die Stelle würde der spezielle softwaretechnische Lösungsansatz treten. Dies wäre allerdings nicht Aufgabe der Forschung und Lehre, sondern der Softwareentwicklungs-Unternehmen.

3. Kritische Wertung der wichtigsten in PPS-Systemen verwendeten Methoden und Verfahren auf der Grundlage hierarchischer Produktionsplanungssysteme

Aus der Darstellung hierarchischer Unternehmensplanungssysteme (Abb. 17 und 18) ist ersichtlich, daß jede Planungsebene für sich ihr zugeordnete Systemmodule besitzt (vgl. auch die Funktionsaufteilung in Abb. 2). Diese Systemmodule stellen ihrerseits Regelkreise dar, die nach kybernetischen Grundregeln (vgl. Kapitel 2) arbeiten und

- Methoden und Verfahren sowie
- Funktionen für eine spezielle organisatorische Einheit (z. B. Einkauf, Lager)

enthalten.

Die Module eines hierarchisch gegliederten Unternehmensplanungssystems lassen sich grundsätzlich in vier Kategorien allgemeiner Funktionsbereiche unterteilen (vgl. Abb. 17 und 18).

Die *erste Kategorie* besteht aus den betriebssystemnahen 'Systemtechnischen Modulen', wie z.B.

- Betriebssystemsoftware
- Sicherungssysteme (Datenschutz, Paßwort)
- Compiler
- Menügenerator
- Upgrade-, Update- und Releaseprozeduren zum Einspielen neuer Software-Komponenten

Die *zweite Kategorie* von Modulen bildet das 'Technische Basissystem'. Dieses hat die Aufgabe, allgemeine Daten (Stammdaten) für alle diejenigen Module bereitzustellen, die diese Daten in irgendeiner Form benötigen, insbesondere für die Planungs- und Generierungsmodule des Expertensystems.

Die *dritte Kategorie* enthält diejenigen Module, welche die Aufgabe haben, 'Sachbearbeitertätigkeiten', d.h. ablauforganisatorische Funktionen, EDV-technisch abzuwickeln, z.B.

- Fakturierung
- Kundenauftragsabwicklung.

In die *vierte Kategorie* fallen alle Module, die als planungsrelevant für die Realisierung der hierarchischen Planungsebenen angesehen werden können. Die dafür benötigten Stamm- und Funktionsdaten werden weitgehend aus dem 'Technischen Basissystem' bezogen.

Aufgabe dieses Kapitels ist es, die wichtigsten in der Systemabwicklung verwendeten PPS-Methoden und -Verfahren planungsebenengerecht zuzuordnen und sie entsprechend dem Forschungsziel (vgl. Kapitel 1) kritisch darzustellen und zu analysieren.

Um dies zu erreichen, wird in den nachfolgenden Abschnitten 3.1.1 bis 3.1.3 zuerst ein allgemeiner Konzeptionsteil der in Kapitel 5 zu entwickelnden Methoden und Verfahren insoweit dargestellt, daß die in heutigen PPS-Systemen angewandten Methoden und Verfahren entsprechend dem verwendeten Anforderungsprofil kritisch gewürdigt werden können.

Zur Lösung des Planungsproblems in den Planungsebenen stehen grundsätzlich zwei Methoden zur Verfügung:

- Simultanplanung
- Sukzessivplanung

Die *Simultanplanung* geht in ihrem Ansatz davon aus, daß z.B. die vier dargestellten Module der strategischen Planungsebene (vgl. Abb. 18) sowie deren jeweilige Teilpläne gleichzeitig und gemeinsam in einem Planungslauf erarbeitet werden.

In der Literatur findet man diesen Ansatz bei Manne [1958] (S. 115 ff), Lasdon und Terjung [1971] (S. 946 ff), Dinkelbach [1964].

Dieses Planungsverfahren hat sich wegen einer Reihe von Schwierigkeiten bei der Realisierung bisher nicht durchgesetzt, wie z.B. wegen

- des erheblichen Rechenaufwands,
- der fehlenden Synchronisierung der Simultanplanung mit den in dieser Ebene vorhandenen Management-Entscheidungsbereichen,
 - Absatz- und Vertrieb: Vertriebsmanagement,
 - Produktion und Grobplan: Produktionsmanagement
- der iterativen Abhängigkeiten (Iterationsschleifen),
- des erheblichen konzeptionellen Aufwands.

Soweit dies aus den Literaturrecherchen ersichtlich ist, liegen auch keine praktischen Erfahrungen mit der Simultanplanung vor (vgl. Stadtler [1988], S. 24 ff)

Das Wesen der *Sukzessivplanung* besteht darin, daß die Planung für jeden einzelnen Modulbaustein ablaufen kann, wenn der zuständige Managementbereich seine Ziele formuliert hat und die Ergebnisdaten für die nächste Planungsebene freigibt. Dabei wird nach Zäpfel und Gfrerer [1984] (S. 235 ff) zwischen *vertikaler* und *horizontaler Dekomposition* unterschieden. Exemplarisch für die Erläuterung dieser Begriffe seien hier die Module und die Verarbeitungslogik der 'Strategischen Planungsebene' angeführt, bei welcher folgende Verbindungen bestehen:

- vertikal: zwischen Absatz- und Vertriebsplan,
- horizontal: zwischen Vertriebs- und Produktionsplan

Ziel der *vertikalen Dekomposition* der Produktionsplanungsaufgabe ist die Zerlegung der Gesamtaufgabe in hierarchisch geordnete Teilaufgaben, die mit vertretbarem Aufwand lösbar sind und möglichst geringe und gut abschätzbare Interdependenzen zwischen den bestehenden Teilaufgaben aufweisen (Absatzplan => Budgetplan, Absatzplan => Vertriebsplan) (vgl. Schneeweiß [1981], S. 24).

Ziel der *horizontalen Dekomposition* der Produktionsplanungsaufgabe ist eine iterative Bestimmung der Einzelpläne (Vertriebsplan und Produktionsplan), um durch wiederholte Anpassung der Kopplungsgrößen das Erreichen der Einzelzielgrößen und somit ein befriedigendes Gesamtergebnis der jeweiligen Planungsebene (z.B. für die strategische Produktionsplanung) sicherzustellen (vgl. Seelbach [1975], S. 188 ff).

3.1 Strategische Produktionsplanung

3.1.1 Inhalte und Aufgaben der Strategischen Planungsebene

Die 'Strategische Produktionsplanung', so wie hier konzipiert, besteht im wesentlichen aus den vier Software-Modulen

- Absatzplanungs- und Budgetierungssystem: Planung der produktseitigen Absatzpolitik
- Vertriebsplanungssystem: Abbildung der Marketing-Konzeption und Vertriebspolitik, z.B. Distributionspolitik, Marktgestaltung (vgl. Böcker u.a. [1976], S. 15ff), Marketingmix (vgl. Meffert [1991], S. 508)
- Produktionsplanung
- Grobplanung

Diese vier Software-Module werden funktional, ablauf- und systemtechnisch eingebunden in ein Verfahren, das vom Autor als 'Vier-Quadranten-Planungssystem' bezeichnet wird.

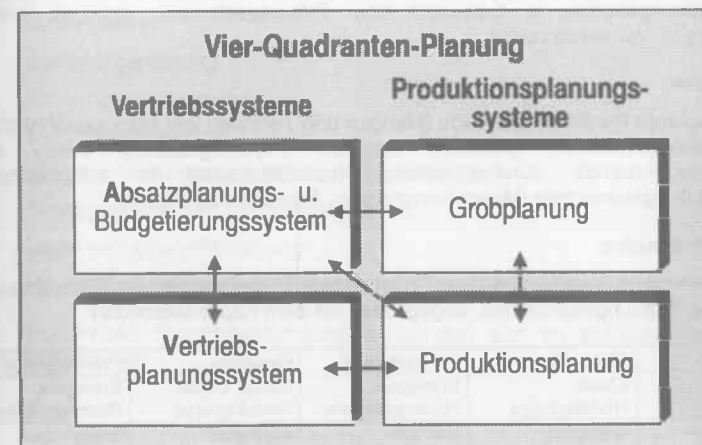


Abb. 19: Module der 'Vier-Quadranten-Planung'

Die Aufgabe der 'Vier-Quadranten-Planung' besteht darin, unter Berücksichtigung der Zielgrößen der 'Strategischen Planung', wie z.B.

- Gewinnvorgabe und Deckungsbeitragsoptimierung
- Absatzpolitik und Marktaufnahmefähigkeit,
- Kapazitätsauslastung,

einen Produktionsplan für den Primärbedarf zu erzeugen, der die strategischen Zielgrößen erfüllt.

Der durch das Management verabschiedete Produktionsplan (Ergebnis der strategischen Planungsebene) geht als Primärbedarf in das Produktionsplanungs- und -steuerungssystem ein (Eingangsdaten der taktischen Planungsebene). Nach Scheer [1990] (S. 373) bestimmt der Primärbedarfsplan wesentlich - nach Ansicht des Autors entscheidend - die Planungsqualität des EDV-gestützten PPS-Systems. Weiter bestehen nach Ansicht von Scheer [1990] in den heutigen Systemen betriebswirtschaftliche Mängel bei der Unterstützung der Festlegung des Produktionsplanes.

Um den eingangs erwähnten Verfahrensvergleich durchführen zu können, ist es wegen unterschiedlichster Definitionen in der Literatur notwendig, die wichtigsten und am häufigsten benutzten Begriffe der 'Strategischen Planungsebene' zu definieren.

Absatzplan:

- Geplanter aggregierter Gesamtabsatz (Mengen und Termine) am globalen Markt und daraus resultierender Deckungsbeitrag (DB) je Produktfamilie, abgestimmt mit den Unternehmens-Budgetzahlen.

Vertriebsplan:

- Geplanter disaggregierter Absatz (Mengen und Termine) und Deckungsbeitrag je Erzeugnis bzw. Planungselement, regional verteilt gemäß Vertriebsstruktur.

Grobplan:

- Geplante Produktionsbedarfe (Mengen und Termine) von planungsähnlichen Materialstrukturen (Klassen, Objekte, Produktgruppen) sowie der dazugehörige durchschnittliche Kapazitätsbedarf in ausgewählten Leistungsbereichen (Maschinengruppen, Arbeitsplatzgruppen).

Produktionsplan:

- Terminierte, mengenmäßig definierte Produktionsbedarfe von Erzeugnissen oder Planungselementen, abgeglichen mit dem Kapazitätsbedarf

	Absatzplan	Vertriebsplan	Grobplan	Produktionsplan
Objekt	Klasse, Produktgruppe	Erzeugnis, Planungselement	Klasse, Objekt, Produktgruppe	Erzeugnis, Planungselement
Mengen- aspekt	aggregiert	(teil-)dis- aggregiert	aggregiert	disaggregiert
Wertaspekt	aggregierter Deckungsbeitrag	disaggregierter DB	aggreg. Prod. DB	disaggreg. Prod. DB
Kapazitäts- abgleich	Leistungsbereich	---	aggregiert (Maschinen- gruppe)	disaggregiert (Arbeitsplatz)
Regionalitäts- aspekt	global aggregiert	regional disaggregiert	---	---
Terminraster	grob (Woche, Monat)	fein (Woche)	grob (Woche, Monat)	fein (Tag)

Tab. 6: Charakterisierung der Teilpläne der strategischen Planungsebene

Prinzipieller Planungsablauf

Die wesentlichen Merkmale des vom Autor seit Jahren in der praktischen Entwicklung vorangetriebenen 'Vier-Quadranten-Prinzips' beruhen auf der Sukzessivplanung mit horizontaler und vertikaler Dekomposition.

Die zentrale Gestaltungsaufgabe von hierarchischen Systemen besteht in der Zerlegung der Produktionsplanungsaufgabe in hierarchisch geordnete Planungsebenen sowie in der Aufteilung des Gesamtproblems in Teilprobleme, die gemeinsam in einer Planungsebene zu behandeln sind.

Man kann unterstellen, daß auf jeder hierarchischen Ebene entsprechend der Zielsetzung der Ebene folgende Teilaufgaben mit unterschiedlicher Gewichtung zur Erfüllung der Gesamtaufgabe erforderlich werden:

- Erzeugnis-Programmplanung in unterschiedlichen Formen
 - Aggregierte Planung (Absatzplanung)
 - Vertriebsplanung (Verteilung der Ware nach Markterfordernissen)
 - Produktionsplan mit Endproduktkapazitätsabgleich
= Ergebnis der strategischen Planung
- Grobplanung
- Aufteilungsplanung
- Emanzipationsplanung
- Losgrößenplanung
- zeitliche Ablaufplanung (Reihenfolgeplanung)
- Disaggregation von Produktmengen
- Lagerverfügbarkeitsplanung
- Werkaufteilungsplanung (Aufteilung auf Produktionsstätten)

Die zugehörigen Begriffsbestimmungen befinden sich an späterer Stelle in diesem Abschnitt.

Absatzplan = 1. Teilplan

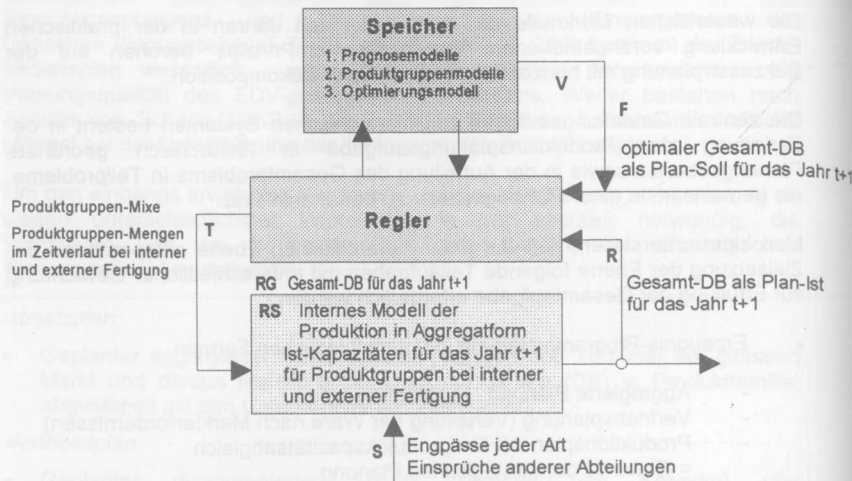


Abb. 20: Regelkreis Absatzplan

Input/Datenbasis:

- Kriterien zur Bildung von Produktaggregationen :
Einzelne Endprodukte werden zu Klassen oder Produktgruppen (PG) aggregiert. Z.B. Fahrzeugtyp DB 190 E = Produktgruppe 1
- geplanter Deckungsbeitrag (DB_{gepl}) pro Produktgruppe (PG):
geplanter Nettoerlös (NEL_{gepl}) und geplante Gesamt-Herstellkosten (GHK_{gepl}) aus der Plankalkulation des Rechnungswesens, bei externer und interner Fertigung als mengengewichtete Summe der Deckungsbeiträge der einzelnen Endprodukte

$$DB_{gepl}(PG) = NEL_{gepl}(PG) - GHK_{gepl}(PG)$$

- Planungsintervall: Monat, Woche
- Absatzprognosen für die Klassen bzw. Produktgruppen,
Absatz der Produkte im Monatsraster des abgelaufenen Jahres.
Bei den Absatzprognosen wird davon ausgegangen, daß diese die Vertriebs- und Absatzstruktur des Marktes berücksichtigen.

Die Regelstrecke RS beinhaltet die vorhandenen Kapazitäten, es findet bei dieser Betrachtung keine Investitions- oder Desinvestitionsplanung statt.

Output:

Die Stellgrößen T bilden nach dem letzten Planungslauf in ihrer Gesamtheit den theoretischen, optimierten Absatzplan im Monatsraster.

Nach dem durchgeführten Planungslauf der Absatzplanung erhält man Antworten auf folgende Fragen:

- Kann die geplante Gewinnerwartung mit der Absatzprognose erreicht werden?
- Wo sind aufgrund der Absatzprognose Kapazitätsengpässe zu erwarten?
- Welche Risiken hat die Gewinn- und Budgetplanung für das Geschäftsjahr?

Die Planungsergebnisse lassen sich nun isoliert durch die entsprechende Fachabteilungskompetenz beurteilen und ggf. Alternativrechnungen durchführen, ohne daß andere Planungsebenen oder Teilbereiche der Planungsebene davon berührt werden.

Vertriebsplan = 2. Teilplan

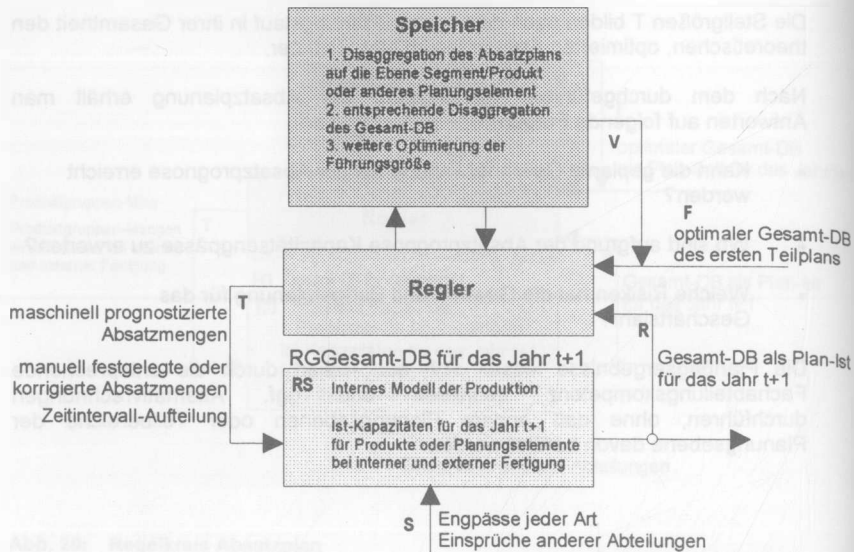


Abb. 21: Regelkreis Vertriebsplan

Die Ergebnisdaten des Absatzplanes können bei der Übergabe an den Vertriebsplan durch die bereits oben aufgeführten Teilaufgaben (Losgrößenplanung, Disaggregation u.a.m.) korrigiert werden, um beim zweiten Teilplan (Vertriebsplan) einen breiteren Input zu erhalten. Bei der Umsetzung der Ergebnisse des 1. Teilplanes in Eingabedaten des 2. Teilplanes muß folgender Input erzeugt werden:

Input:

- Absatzplan (Planungsebenen: Gesamter Markt, Produktgruppe, Monatsraster)
- Disaggregation
 - der im Absatzplan festgelegten Planungselemente (z.B. Produktgruppen) in kleinere Planungselemente bzw. in Erzeugnisse
 - der Absatzmenge nach den Marktsegmenten der Vertriebsstruktur
- Absatzprognosen für gewählte Planungselemente oder für Erzeugnisse
- Manuelle Korrektur der Prognosewerte (Menge und Erzeugnis)
- Aufteilungsplanung für unterschiedliche Planungszeitintervalle (Monat, Woche)
- Disaggregation des geplanten Deckungsbeitrags je Planungselement auf niedrigerer Aggregationsebene bzw. für Erzeugnisse.

Auch bei dieser Betrachtung findet keine Investitions- oder Desinvestitionsplanung statt.

Output:

Die Stellgrößen T bilden nach dem letzten Planungslauf in ihrer Gesamtheit einen optimierten Vertriebsplan im festgelegten Zeitintervall-Raster für die Planungselemente bzw. Erzeugnisse. Es lassen sich daraus folgende Erkenntnisse ziehen:

- Bewertung der Differenzen der Gewinnsituation aufgrund der unterschiedlichen Aggregationsebenen.
- Bewertung der Außendienstorganisation unter Zugrundelegung des Marktaufnahmepotentials und der Absatzprognosen für die abzusetzenden Produkte.
- Analysen und Rückkopplungsgrößen entsprechend der 'Feedback Informationsmethode' zur übergeordneten Planungsebene.
- Bewertung der Risiken der Gewinn- und Budgetplanung für das Geschäftsjahr

Die Planungsergebnisse lassen sich durch die entsprechende Fachabteilungskompetenz isoliert beurteilen, und ggf. werden Alternativrechnungen durchgeführt, ohne daß andere Planungsebenen oder Teilbereiche der Planungsebene davon berührt werden.

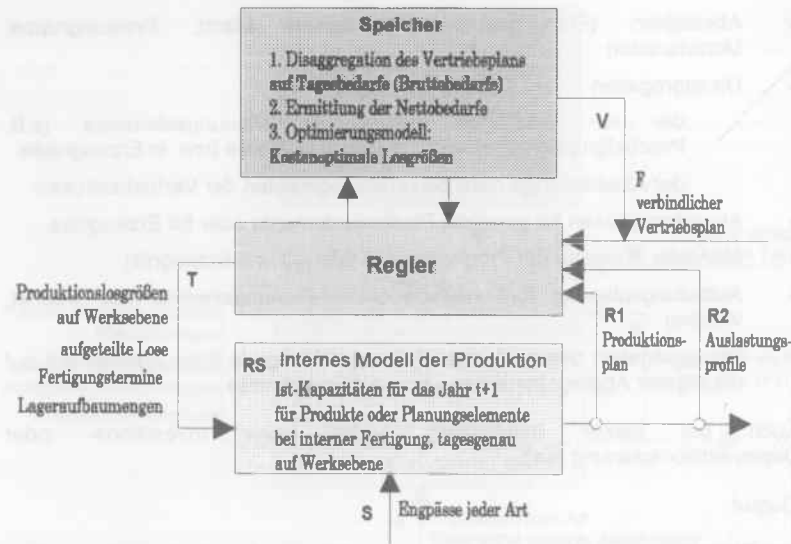


Abb. 22: Regelkreis Produktionsplan

Um durch horizontale Dekomposition ausgehend vom Vertriebsplan einen Produktionsplan (3. Teilplan der strategischen Planungsebene) zu generieren, müssen alle oben definierten Teilaufgaben gelöst werden. Wegen der Komplexität erfolgt die Umsetzung deshalb in zwei Schritten:

1. Schritt: Mengenmäßige Anpassung durch Lagerabgleich, Werksaufteilung, Losgrößenplanung usw.
2. Schritt: Kapazitive Prüfung der Produktionsplanmengen in Form eines **Kapazitätsabgleiches**.

Eine neue Methode der Kapazitätsplanung, die als Basis nicht die Planungsmethoden der taktischen Ebene heranziehen muß, wie dies bei allen bisherigen Verfahren der Fall ist, wird ausführlich in Kapitel 5 dargestellt.

Die Ergebnisse der Vertriebsplanung (2. Teilplan) sind Ausgangsdaten für die Generierung des Produktionsplanes (3. Teilplan). Diese Daten müssen, um als Eingangsdaten für die nächsten Teilpläne brauchbar zu sein, durch folgende Teilaufgaben aufbereitet werden:

Input:

- **Lagerabgleich:** nicht alle Vertriebsmengen sind Produktionsmengen. Frei verfügbare Lagerbestände sind von der Vertriebsmenge abzuziehen, um auf die Bruttoproduktionsmenge zu kommen.
- **Externe Beschaffung und Werksaufteilung:** Die Bruttoproduktionsmenge muß um die eventuell extern zu beschaffende Menge vermindert werden, um die Nettoproduktionsmenge zu erhalten. Bei Vorhandensein mehrerer Werke muß die Nettoproduktionsmenge auf die Produktionsstätten aufgeteilt werden.
- **Losgrößenplanung:** aufgrund der unterschiedlichen Losdefinition zwischen Vertrieb und Produktion muß die Nettoproduktionsmenge zu Produktionslosen aufgeteilt bzw. zusammengefaßt werden.
- **Aufteilungsplanung:** Die Produktionslose müssen entsprechend den Vertriebsablieferungsmengen und dem Zeitintervall des Produktionsplans aufgeteilt werden, z.B. vom Wochenintervall des Vertriebsplans zum Tagesintervall des Produktionsplans.
- **Emanzipationsplanung:** Falls wegen saisonaler Schwankungen die Vertriebsmenge größer als die Produktionsmenge ist, müssen Produktionslagermengen aufgebaut werden.
- **Kapazitätsabgleich:** Bei Engpässen ist ggf. eine Rückkopplung zu den vorherigen Teilplänen herzustellen.

Die Regelstrecke beinhaltet die vorhandenen Kapazitäten, es findet keine Investitions- oder Desinvestitionsrechnung statt.

Output:

Die Stellgrößen T bilden nach dem letzten Planungslauf in ihrer Gesamtheit einen machbaren Produktionsplan im festgelegten Zeitintervall-Raster auf der Werks- und Erzeugnisebene, der den vorgegebenen Prämissen gerecht wird.

Sind die in der Absatzplanung definierten Zielgrößen erreicht, ist das strategische Ziel dieser Planungsebene ebenfalls erreicht. Das Ergebnis der Produktionsplanung geht als Primärbedarf in die taktische Planungsebene über.

Diese globale Darstellung der Planungsschritte dient als Grundlage, um nachfolgend eine kritische Betrachtung der bestehenden Planungsmethoden der strategischen Ebene zu diskutieren. Im wesentlichen wird hierbei das MRP II-Konzept (Management Ressourcen Planing) betrachtet (vgl. Scheer [1990] S. 254, Mertens [1992]), welches in den USA bisher die vergleichsweise größte Resonanz in Fachkreisen gefunden hat.

3.1.2 Kritik gängiger Verfahren der strategischen Planungsebene am Beispiel von MRP II

Der Autor beschränkt sich im Kapitel 3 auf die Analyse und kritische Würdigung der Eignung der in MRP II dargestellten Methoden und Verfahren für die 'Strategischen Ebene' entsprechend dem Forschungsziel dieser Arbeit.

Zum Planungskonzept MRP II existieren bereits eine Reihe von Aufsätzen in der einschlägigen Literatur, z.B. Swann [1984], Fogarty/Blackstone/Hoffmann [1991], Heinrich [1989] oder Mertens/Griese [1991].

MRP II ist in letzter Zeit vor allem von US-Autoren in Zusammenhang mit der Kapazitätsdisposition diskutiert worden. Der Begriff MRP II ist auch in der angelsächsischen Literatur nicht eindeutig definiert; ebensowenig wie die Konzepte der Weiterentwicklungen von MRP II. Lehre und Forschung in Deutschland setzen sich kaum mit diesem Begriff auseinander. Die Gründe hierfür sind nach Scheer [1990] (S. 254), daß die Konzeption von MRP II den Zielsetzungen folgt, wie sie auch in Deutschland seit längerer Zeit vertreten und von dem hier entwickelten Konzept abgedeckt werden (vgl. Scheer [1983]).

Wie aus der nachstehenden Auflistung ersichtlich ist, zeigt die Literatur zudem keine einheitliche Definition für den Begriff MRP bzw. MRP II.

Der Begriff MRP wird unter anderem wie folgt definiert:

- MRP - Material Requirements Planning (vgl. Orlicky [1975])
- MRP - Manufacturing Resource Planning (vgl. Shrub/Spiegler/Kapeliuk [1988])
- MRP I - Manufacturing Resource Planning (vgl. Pape [1990])
- MRP II - Manufacturing Resource Planning (vgl. Wight [1984])
- MRPS - Management Resource Planning Systems (vgl. Zimmermann [1987])
- MRP II - Management Resource Planning (vgl. Schröder [1990])

Auch für MRP II gibt es keine einheitliche Begriffsinterpretationen:

- Management-Planungskonzept (vgl. Heinrich [1989]) (vgl. Abb. 24)
- Herkömmliches Produktionsmanagement-Verfahren (vgl. Heiner [1986])
- PPS-System der zweiten Generation (vgl. Graf/Meinders [1990])
- Management-Tool (vgl. Funk [1990])

Diese Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Man kann also davon ausgehen, daß in der einschlägigen Literatur noch weitere Interpretationen des Begriffs MRP II zu finden sind.

Der Begriff MRP II sowie das zugehörige Konzept wird O.W. Wight zugeschrieben, der die Ansicht vertritt:

MRP II = MRP

- + verbesserte Erzeugnisplanung (Absatz und Produktionsplan)
- + Ergänzung des Produktionsplans um den Kapazitätsabgleich

Zitat: *"When this [Material Requirements Planning] is expanded to include capacity planning, shop floor control, and purchasing, the correct term for it is 'Closed Loop MRP'. When the financial functions are tied in and it is used as a company game plan, it is called 'Manufacturing Resource Planning' or 'MRP II'."*
(Vgl. Wight [1984]).

Auf der Basis dieses Anspruchs wird der Methoden- und Verfahrensvergleich zwischen MRP II und den Anforderungen der Strategischen Ebene durchzuführen sein.

Auch der MRP II-Regelkreis geht in seinem grundsätzlichen Ansatz von den folgenden Aspekten aus:

- sukzessive und iterative Planungsweise,
- zunehmender Detaillierungsgrad der Teilpläne in der MRP II-Ebene
- abnehmender disaggregierter Planungshorizont.

Die Frage, ob MRP II Konzept oder Software darstellt, ist nicht schlüssig zu klären. Zäpfel und Missbauer [1988a] (S. 74) gehen eher von Software aus. Heinrich [1989] spricht von einem "Management Planungskonzept". Tatsache ist aber, ob Konzept oder Software, daß für die Realisierung ganz bestimmte und in dieser Arbeit immer wieder angesprochene notwendige systemtechnische Voraussetzungen (vgl. 2.1.3) in MRP II fehlen, wie z.B.:

- Netchangeverfahren
- Aktionsnachrichten
- Rückkopplungsverfahren

Das Ergebnis des Literaturstudiums läßt nur annähernd eine einheitliche Zielsetzung von MRP II erkennen, die wie folgt zusammengefaßt werden kann:

MRP II versucht die Schwächen herkömmlicher PPS-Systeme auszugleichen, die gekennzeichnet sind durch das Fehlen eines Absatz- und Produktionsplanes sowie das Nichtvorhandensein eines Kapazitätsabgleiches in der strategischen Ebene. Dazu wird eine zusätzliche Absatz- und Produktionsplanung mit integriertem Kapazitätsabgleich eingeführt, um eine qualitativ bessere Ausgangslage für die taktische Ebene, d.h. für die Frage des Primärbedarfs zu schaffen.

In dem in Abb. 23 dargestellten Konzept wurde die Geschäftsplanung neu aufgenommen. Man geht bei diesem Ansatz offensichtlich davon aus, daß Umsätze, Deckungsbeiträge, Return on Investment usw. von der Absatzplanung berücksichtigt werden. Langfristige Investitionen sowie Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sollen allerdings in die Geschäftsplanung nicht mit einbezogen werden. 'Geschäftsplanung' ist in der deutschen Betriebswirtschaftslehre im übrigen kein gängiger Begriff.

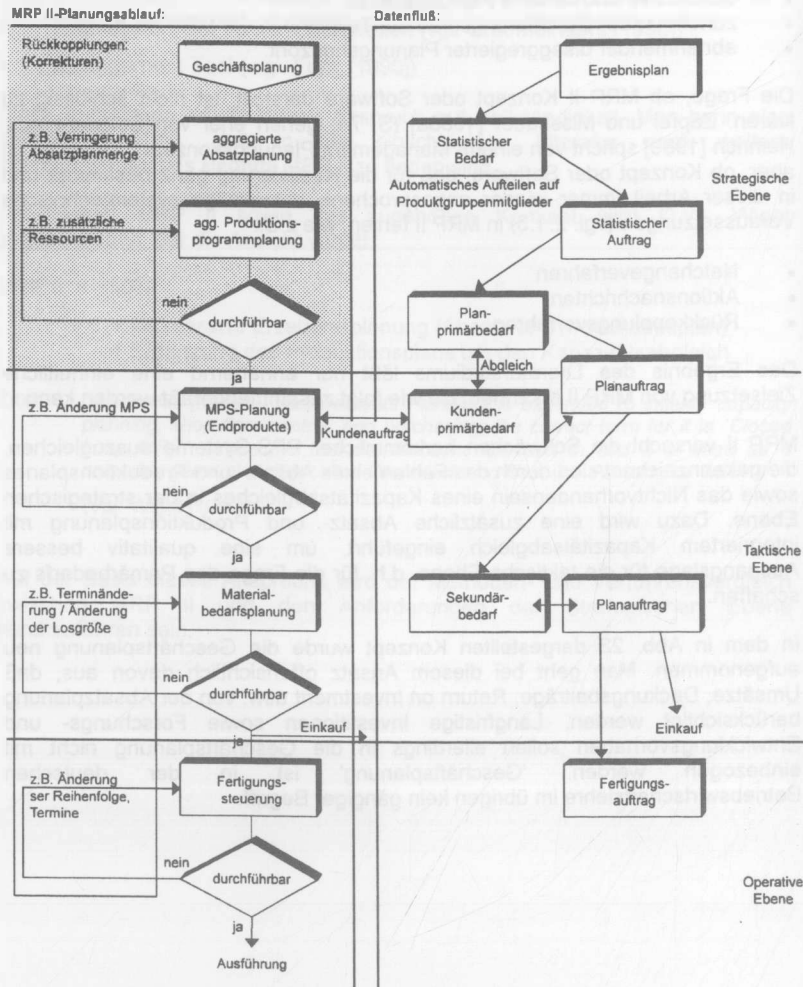


Abb. 23: MRP II-Planungsablauf (nach Mertens [1992])

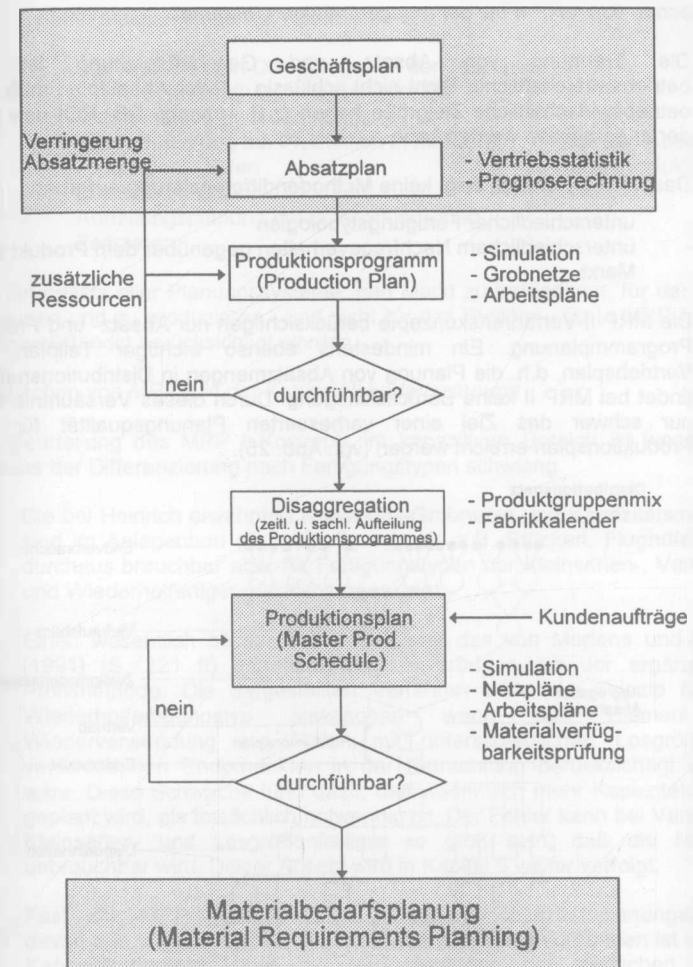


Abb. 24: MRP II in der strategischen Ebene (nach Heinrich [1989])

Um die Schwächen von MRP II in bezug auf das Forschungsziel qualitativ darstellen zu können, muß man zwei Aufgabenbereiche analysieren, nämlich die

- mengenmäßige Planung und die
- Kapazitätsbedarfsplanung.

Schwächen von MRP-II bei der mengenmäßigen Planung:

- Die Trennung von Absatz- und Geschäftsplanung ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht schlüssig. Jeder Absatzplan muß eine betriebswirtschaftliche Zielgröße haben (z.B. Umsatz, DB, ROI usw.), an der er gemessen werden kann.
- Das MRP II-Konzept zeigt keine Methodendifferenzierung aufgrund:
 - unterschiedlicher Fertigungstypologien
 - unterschiedlichem Nachfrageverhalten gegenüber dem Produkt im Markt
- Die MRP II-Verfahrenskonzepte berücksichtigen nur Absatz- und Produkt-Programmplanung. Ein mindestens ebenso wichtiger Teilplan, der Vertriebsplan, d.h. die Planung von Absatzmengen in Distributionsnetzen, findet bei MRP II keine Berücksichtigung. Durch dieses Versäumnis kann nur schwer das Ziel einer verbesserten Planungsqualität für den Produktionsplan erreicht werden (vgl. Abb. 25).

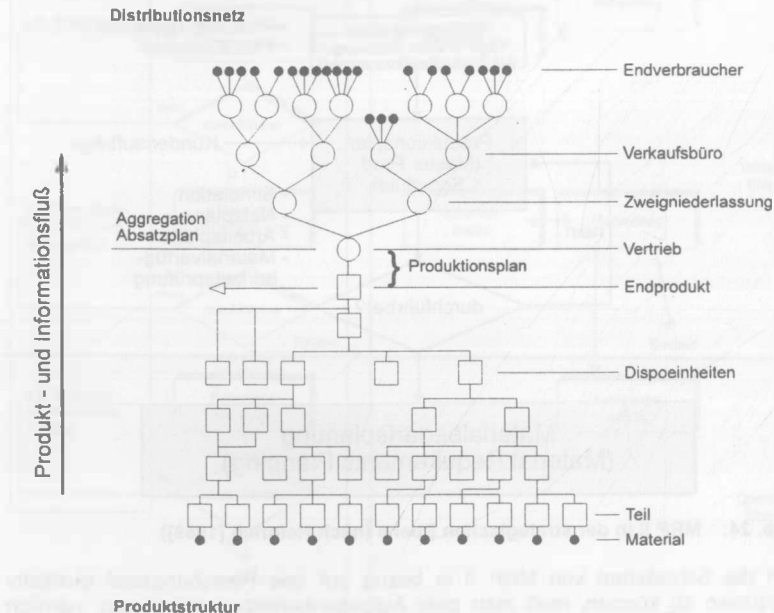


Abb. 25: MRP II Konzept (vgl. MRPS, Gesellschaft für Fertigungssteuerung und Materialwirtschaft e.V. [1987])

- Es fehlen allgemeingültige Ansätze für die

- Aggregation bzw. Disaggregation der Teilpläne
 - Externe Beschaffung von Mengen, die nicht produziert werden können
 - Werksaufteilung bei Produktion in mehreren Produktionsstätten
 - Losgrößenplanung
 - Aufteilungsplanung bei unterschiedlichen Zeitrastern
- für den Absatz- und Produktionsplan

Der Grundsatz aller Planungssysteme, den Markt zu befriedigen, für den Markt zu planen und zu produzieren - und nicht für das System -, ist in MRP II daher nur unvollständig berücksichtigt worden.

Schwächen von MRP II in der Kapazitätsbedarfsplanung

Die Beurteilung des MRP II-Konzepts im kapazitiven Bereich ist wegen des Fehlens der Differenzierung nach Fertigungstypen schwierig.

- Die bei Heinrich erwähnten Kapazitäts-Grobnetze und Kapazitätsmatrizen sind im Anlagenbau (Einmalfertigung, wie z.B. Brücken, Flughäfen etc.) durchaus brauchbar aber für Fertigungstypen der Kleinserien-, Varianten- und Wiederholfertiger gänzlich ungeeignet.
- Einen wesentlich besseren Ansatz bietet das von Mertens und Griesse [1991] (S. 221 ff) erläuterte Matrizenverfahren mit der ergänzenden Profilmethode. Die dargestellten Verfahren wären im Prinzip für den Wiederholfertigungstyp anwendbar, wenn das Element der Wiederverwendung von Teilen mit unterschiedlichen Losgrößen in verschiedenen Endprodukten in der Betrachtung berücksichtigt worden wäre. Diese Schwäche führt dazu, daß wesentlich mehr Kapazitätsbedarf geplant wird, als tatsächlich notwendig ist. Der Fehler kann bei Varianten-, Kleinserien- und Losgrößenfertiger so groß sein, daß die Methode unbrauchbar wird. Dieser Ansatz wird in Kapitel 5 weiter verfolgt.
- Fast alle MRP-II-Konzeptionen gehen im Kapazitätsplanungsbereich davon aus, daß der Produktionsplan mengenmäßig vorhanden ist und der Kapazitätsabgleich über die MRP-Methoden der taktischen Ebene abgewickelt wird. Aufgrund des dadurch verursachten Datenvolumens und damit des erschwerten Handlings für die Fachabteilung (vor allem in der Rückkopplung), sind diese Ansätze als 'Speziallösungen' und nicht als allgemeiner Ansatz zu werten.

3.2 Taktische Produktionsplanung

3.2.1 Inhalte und Aufgaben der Taktischen Planungsebene

Die 'Taktische Produktionsplanung' ist im wesentlichen der Kern der heutigen PPS-Systeme. Die eindeutige Zuordnung von Software-Modulen ist wegen der ungenauen Abgrenzung in der Literatur nicht kritiklos möglich. Man kann aber davon ausgehen, daß folgende Systemmodule zu dieser Planungsebene zählen:

- Simultane Material- und Kapazitätsplanung
- statistische Methoden (z.B. Prognoseverfahren)
- Losgrößenberechnungsverfahren
- Lagerwirtschaft einschließlich eines Lagerplatzverwaltungssystems, (z.B. chaotische Lagerung).

Die vier in Abb. 26 dargestellten Systemmodule werden für die simultane Planung daher funktional, ablauf- und systemtechnisch der 'Taktischen Planungsebene' zugeordnet.

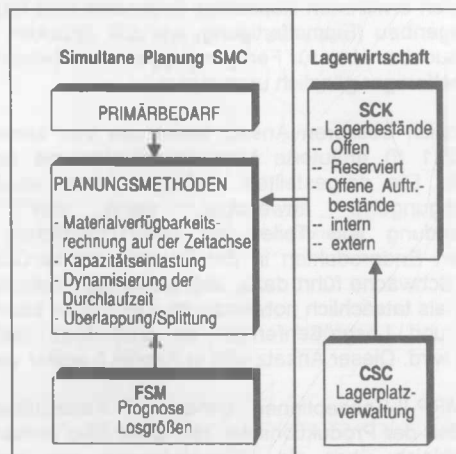


Abb. 26: Module der simultanen Planung in der 'Taktischen Planungsebene'

Die Hauptaufgaben der Taktischen Planungsebene sind:

- Die Auflösung der Primärbedarfe in ihre Komponenten sowie die Nettobedarfsermittlung durchzuführen (vgl. Tab. 7).
- Simultan mit der Nettobedarfsrechnung mittels bestimmter Verfahren (vgl. Abb. 27) Losgrößen zu bilden.
- Nach erfolgter Losgrößenermittlung den Kapazitätsabgleich auf dem aggregierten Zustand der Kapazitätsebene durchzuführen.
- Über das Informationsnetzwerk mit Hilfe des Postkorbsystems die entsprechende Managementebene über Störungen zu informieren und Maßnahmen zu deren Beseitigung vorzuschlagen.
- Maßnahmen einzuleiten.
- Planungsstörungen zu beseitigen.

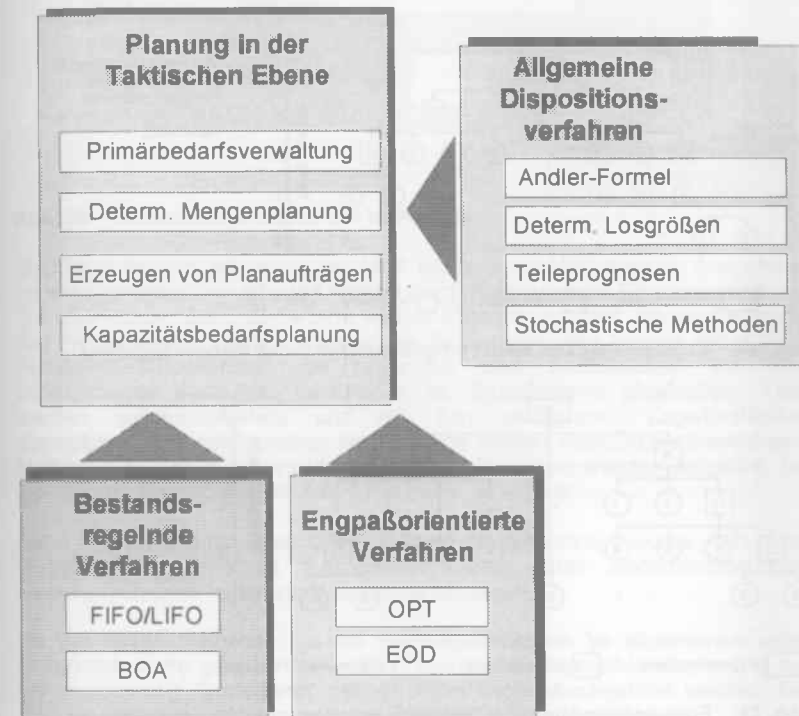


Abb. 27: Funktionale Darstellung der 'Taktischen Ebene'

MRP als 'Materials Requirements Planning' ist das Kernstück der Materialbedarfsplanung in der 'Taktischen Ebene'. Die systemtechnische Entwicklung der Stücklistenauflösung begann bei US-Großunternehmen wie Black & Decker oder Perkin-Elmer, die diese Aufgabe den damals aufkommenden Digitalrechnern übertrugen (vgl. Goddard [1987]). Erste richtungsweisende Software wie der Stücklistenprozessor BOM (Bill of Materials Processor) von IBM (vgl. Knolmayer [1990]) bildeten die Grundlage für die Entwicklung der MRP-Philosophie, deren theoretische Fundierung in der oft zitierten Veröffentlichung von Orlicky [1975] vollendet wurde.

Grundlage war damals wie heute die Stücklistenstruktur mit den damit verbundenen Stufendefinitionen der

- Fertigungsstufe: entspricht der Arbeitsplanstufe, sowie der
- Dispositionsstufe: gleiche Teile oder Baugruppen in verschiedenen Ebenen werden wegen gemeinsamer Fertigung in die Ebene verlegt, in der sie fertigungstechnisch zuerst vorkommen.

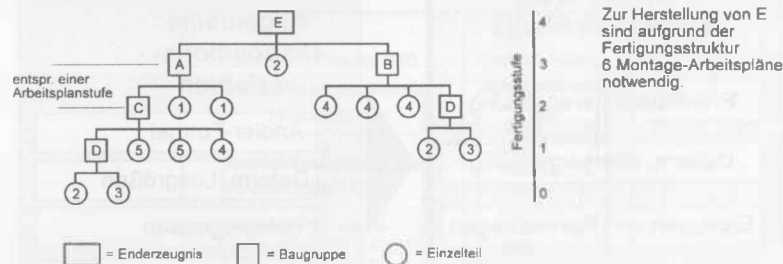


Abb. 28: Erzeugnisstruktur nach Fertigungsstufen (ohne Mengenangaben)

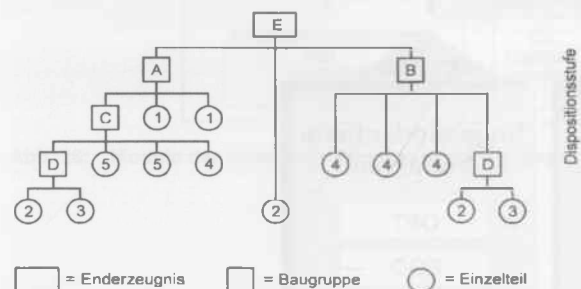


Abb. 29: Erzeugnisstruktur nach Dispositionsstufen (ohne Mengenangaben)

Der grundlegende MRP-Algorithmus ist prinzipiell einfach und wurde im Laufe der Jahre bis heute in den verschiedensten Ausprägungen implementiert. Eine der möglichen Varianten, die sich oft nur in der Reihenfolge der Verfahrensschritte unterscheiden, ist in Abb. 30 dargestellt (nach Fox [1983]).

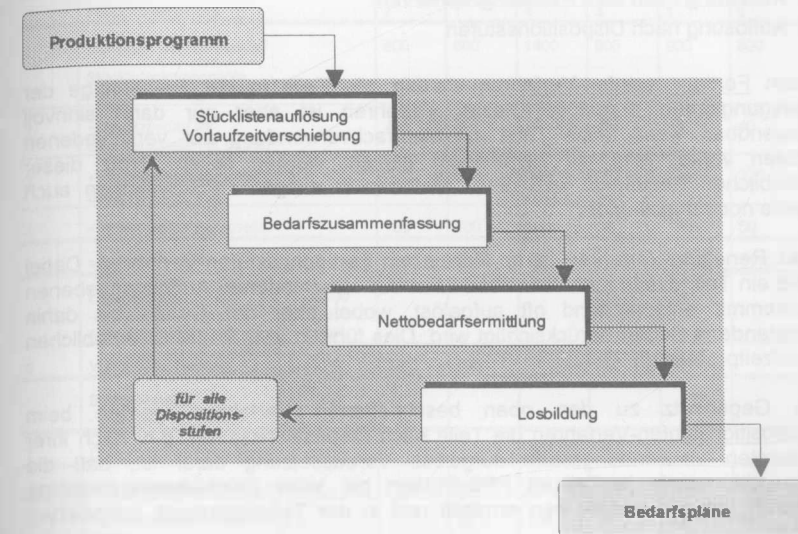


Abb. 30: Schematischer Ablauf der MRP-Logik

Man kann deutlich erkennen, daß MRP ein iteratives Verfahren ist. Ausgehend vom festgelegten Primärbedarf werden durch Auflösung der Erzeugnisstückliste die abgeleiteten Sekundärbedarfe an Komponenten ermittelt, die zur Fertigung der Primärbedarfe benötigt werden. Die Sekundärbedarfe werden dabei einer Planperiode zugeordnet, die gegenüber dem Bedarfstermin um eine vorzugebende Vorlaufzeit verschoben ist. Bruttobedarfe gleichartiger Teile werden zusammengefaßt und mit den verfügbaren Lagerbeständen abgeglichen. Die entstandenen Nettobedarfe werden nach unterschiedlichsten Methoden zu Losen gebündelt und weiter in ihre Komponenten aufgelöst, bis die unterste Hierarchiestufe, das Rohmaterial, erreicht ist.

Der früher hierfür benutzte Auflösungsalgorithmus wurde als ein Gesamtplanungsverfahren durchgeführt. Diese ersten Bedarfsauflösungen waren sogenannte 'analytische' Bedarfsauflösungen.

Da bei diesen Methoden in der Planungsdatenbank im allgemeinen keine Sekundärbedarfe gespeichert wurden, konnte die Materialbedarfsplanung nur als sogenannter 'Neuaufwurf' periodisch im Batch durchgeführt werden. Die Planungsdaten wurden also komplett gelöscht und neu erstellt.

Dies war bei großen Datenbeständen in der Regel nur einmal pro Woche möglich. Bei diesem Verfahren muß also jeweils der gesamte Primärbedarf aufgelöst werden.

Bei den analytischen Verfahren kann man grundsätzlich drei Verfahren unterscheiden:

- Auflösung nach Fertigungsstufen
- Auflösung nach dem Renetting-Verfahren
- Auflösung nach Dispositionsstufen

Beim Fertigungsstufen-Verfahren werden alle Teile in der Reihenfolge der Fertigungsstufen aufgelöst. Dieses Verfahren ist aber nur dann sinnvoll anwendbar, wenn keine Teile mit Mehrfachverwendung auf verschiedenen Stufen vorkommen, die gemeinsam geplant werden sollen. Trotz dieser erheblichen Restriktion wird diese Methode in einigen PPS-Systemen auch heute noch angewendet

Das Renetting-Verfahren ist im Prinzip ein Fertigungsstufen-Verfahren. Dabei wird ein Teil, das in mehreren Produkten auf verschiedenen Auflösungsebenen vorkommt, entsprechend oft aufgelöst, wobei aber der jeweils bis dahin entstandene Bedarf berücksichtigt wird. Dies führt in aller Regel zu erheblichen Laufzeitproblemen.

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Verfahren werden beim Dispositionsstufen-Verfahren die Teile nach Dispositionsstufen, d.h. nach ihrer untersten Verwendungsstufe aufgelöst. Voraussetzung dafür ist, daß die Dispositionsstufe je Teil im PPS-System bei jeder Stücklistenveränderung geprüft, gegebenenfalls neu ermittelt und in der Teiledatenbank gespeichert wird.

Eine Untermenge der Gesamtplanung ist das Einzelplanungsverfahren. Ausgehend vom Primärbedarf werden additive Einzelplanungen je Produkt durchgeführt. Dabei ist die Mindestvoraussetzung das Vorhandensein aller relevanten Bedarfe in der Planungsdatenbank. Damit ist es möglich, Produkte durch Einzelplanung additiv zur bestehenden Planungsdatenbank hinzuzufügen. Dieses Planungsverfahren wird von einigen PPS-Herstellern fälschlicherweise als 'Net-Change-Planung' bezeichnet.

In Tab. 7 ist der Ablauf der MRP-Logik an einem kleinen Zahlenbeispiel dargestellt.

Zeile	Perioden-Nr.	1	2	3	4	5	6
	Primärbedarf	400	600	350	300	900	200
	Stücklistenmenge	2	1	4	3	1	5
1	Gesamter Sekundärbedarf Stücklistenkomponente vorlaufverschoben	800	600	1400	900	900	800
2	+ Zusatzbedarf für Ungenauigkeiten (z.B. 5%)	40	30	70	45	45	40
3	+ Verbrauchsgesteuerter Bedarf	240	380	240	95	295	220
4	+ Primärbedarf Ersatzteile	130	200	100	60	160	50
5	= Bruttobedarf	1210	1210	1810	1100	1400	1110
	Lagerbestand	3000					
	- Sicherheitsbestand	300					
	- Reservierungen	900					
6	Verfügbarer Bestand	1800	1210	590	300	600	
	Bestellbestand	900					
	- erwarteter Ausschuß (10%)	90					
7	Disponierbarer Bestellbestand	810		450	360		
	Nettobedarf (Zwischensumme)	-	620	1360	440	800	1110
8	+ Zusatzbedarf für Ausschuß (10%)	-	62	136	44	80	111
9	Erweiterter Nettobedarf		682	1496	484	880	1221
10	Losgrößenbestimmung			2662		2101	

Tab. 7: Schema einer Brutto- und Nettobedarfsrechnung.

Die Kritik an der Losgrößenbestimmung besteht im wesentlichen darin, daß die Lose durch allgemeine Dispositionsverfahren ohne Berücksichtigung der betriebswirtschaftlichen Situation ermittelt werden. Weitergehende Überlegungen zur Losgrößenbestimmung gehen davon aus, die ermittelten Lose entsprechend der betriebswirtschaftlichen Situation durch 'Bestandsregelnde Verfahren' bzw. 'Engpaßorientierte Verfahren' zu manipulieren (vgl. Zimmermann [1987]).

Der Implementierung verschiedenster Algorithmen zur Ermittlung optimaler Losgrößen wurden große Anstrengungen und intensive Forschungsarbeiten gewidmet. Dem an dieser Problematik interessierten Leser sei der provokative Artikel von St. John [1984] zur Lektüre empfohlen, der mit den Worten schließt: "Warning: It has been determined that lot-sizing methods are dangerous to the health of your MRP system".

Im Verlauf der praktischen Arbeit der vergangenen Jahre wurden die aus den einfachen Stücklistenprozessoren erwachsenen MRP-Systeme um einige Verfahren erweitert, u.a. durch

- eine Chargenplanung,
- Deckungsregeln von Chargen und deren Losen, sowie
- einem mehrstufigen Verwendungsnachweis auch bei Losbildung auf unterer Planungsebene.

Darüber hinaus wurde MRP durch neue Komponenten, wie z.B. durch das:

- MPS-Verfahren (Master Production Scheduling)
- CRP-Verfahren (Capacity Requirements Planning)
- CCMP-Verfahren (Closed-Loop-MRP, vgl. Harhen [1988])
- SMCN-Verfahren (Simultane Material und Kapazitätsplanung auf Netchangebasis, vgl. Polzer [1986])

ergänzt, die es zu einem geschlossenen Konzept für die Bearbeitung der oben angeführten PPS-Aufgaben werden ließ.

Verschiedene Varianten von Closed-Loop-MRP sowie SMCN-Planungen bilden heute den konzeptionellen Kern qualitativ hochwertiger PPS-Systeme, wie z.B. SAP-R2, SAP-R3 oder biw SC/400.

Ein wichtiger Aspekt des SMCN-Planungs-Verfahrens ist die Vektorgleichheit, auf die anschließend noch eingegangen wird. Diesem Konzept der Vektorgleichheit kommt bei der Systemsteuerung der Materialbedarfsplanung eine besondere Bedeutung zu.

Vektorgleichheit bedeutet, daß bei der SMCN-Planung die bedarfsverursachenden und die bedarfsdeckenden Planungselemente für alle Teile, Baugruppen bzw. Endprodukte immer im Gleichgewicht sein müssen. Eine ausführliche Darstellung dieses Konzeptes folgt in Kapitel 5.

Berücksichtigt man den prinzipiellen Ablauf der MRP-Logik aus Abb. 30 und die rechentechnische Abwicklung einer Brutto- und Nettobedarfsrechnung wie in Tab. 7, so erhält man folgende Gegenüberstellung von Bedarfsdeckern und -verursachern bei der Darstellung der Vektorgleichheit:

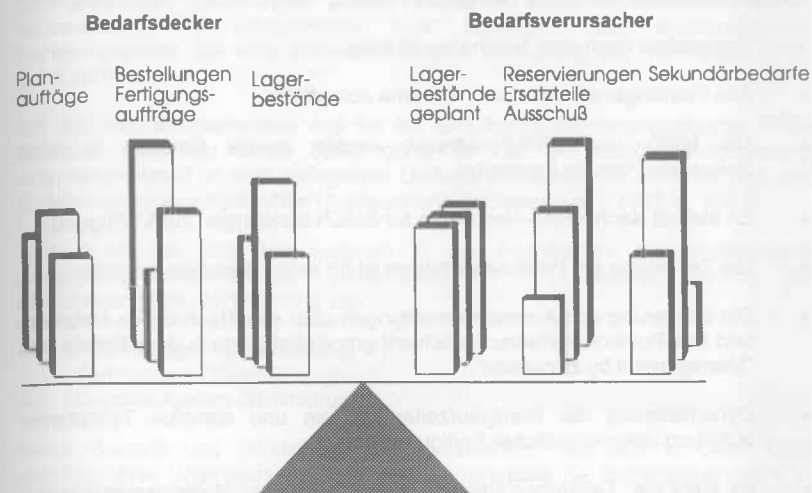


Abb. 31: Gleichgewicht von Bedarfsdeckern und Bedarfsverursachern

Ist die Vektorgleichheit nicht sichergestellt, werden über Nachrichtennetze Ausnahmemeldungen in die Postkörbe der Disponenten gesteuert, die für die Beseitigung des Ungleichgewichts verantwortlich sind (Prinzip Management by Exception).

Der Stand der Entwicklung von SMCN-Planungen wird in den folgenden Kapiteln noch ausführlich dargestellt und soll an dieser Stelle nur schlagwortartig zusammengefaßt werden:

Systemtechnische Merkmale der SMCN-Planung

- Konzeption nach dem Netchange-Prinzip
- Alle Planungsmethoden sind real-time ablauffähig.
- Die MRP- und CRP-Funktionen werden jeweils simultan in einer Sukzessiv-Planung bearbeitet.
- Es stehen Nachrichten-Netzwerke für SMCN-Meldungen zur Verfügung.
- Die Teilnahme am Postkorbverfahren ist für jeden Benutzer möglich.
- Die Steuerung von Ausnahmemeldungen über das Nachrichten-Netzwerk und das Postkorbverfahren geschieht grundsätzlich nach dem Prinzip des "Management by Exception".
- Dynamisierung der Durchlaufzeiten für ein und dieselbe Teilnummer aufgrund unterschiedlicher Fertigungslose.
- Es steht der 'Taktischen Ebene' ein größtmöglicher Methodenumfang zur Verfügung (vgl. Abb. 27).

3.2.2 Kritik gängiger Verfahren

Trotz der inzwischen fast dreißigjährigen Entwicklungsgeschichte der PPS-Systeme bleiben die zum Teil enttäuschenden Ergebnisse gegenüber den hochgesteckten Erwartungen zurück. Ursachen dieser Schwächen sind im wesentlichen die suboptimalen bzw. kapazitiv nicht durchsetzbaren Fertigungspläne, die eine zufriedenstellende Erreichung der verfolgten PPS-Ziele verhindern.

So läßt sich beispielsweise das mit der Einführung computergestützter PPS-Systeme meist an erster Stelle genannte Ziel der Bestandsminimierung erfahrungsgemäß in weit geringerem Umfang realisieren als erwartet (vgl. die Ergebnisse einer empirischen Untersuchung in Glaser u.a. [1991], S. 306 f).

Aber auch bei den drei weiteren in der Fachliteratur übereinstimmend genannten, konkurrierenden Hauptzielen der PPS-Systeme, nämlich der Maximierung bzw. Minimierung von

- Auslastungen (Maximierung)
- Termintreue (Maximierung)
- Durchlaufzeiten (Minimierung)

fallen Wunsch und Wirklichkeit weit auseinander, wie eine im Jahr 1988 durchgeführte Untersuchung des Forschungsinstituts für Rationalisierung e.V. (FIR) ergab (vgl. Kernler [1990]).

Dafür lassen sich vielfältige Gründe anführen, die im folgenden kurz umrissen werden.

• Mangelhafte Möglichkeiten der Produktionsprogrammplanung

Die Programmplanung als Basis für die Gewinnung kapazitiv abgestimmter Primärbedarfe gehört in den gegenwärtig angebotenen PPS-Systemen zu den am schwächsten ausgeprägten Funktionsbereichen. Zu diesem Ergebnis kommt eine Analyse von über 100 marktverfügbaren PPS-Systemen (vgl. Hirt u.a. [1991]). Dies stimmt auch mit der Ansicht des Autors überein, dessen Argumentation dazu in Abschnitt 3.1.1.1 dargelegt wurde.

- *Ungenügende Abstimmung zwischen Mengen- und Kapazitätsplanung*

Es ist immer wieder festzustellen, daß beim Kapazitätsabgleich getroffene Änderungen wegen der in der Praxis üblichen einmaligen, nicht rückgekoppelten Planungsläufe, nicht mehr in die Mengenplanung untergeordneter Teile eingehen. Durch diese mangelnde Abstimmung zwischen den einzelnen Planungsebenen (vgl. Aue-Uhlhausen/Kühnle [1988], Kühnle [1987]) werden die in der Mengenplanung nach bestimmten Optimierungskriterien vorgenommenen Loszusammenfassungen nicht mehr korrigiert, auch wenn sie wegen kapazitätsbedingter Auftragsverschiebungen höherer Dispositionsstufen häufig und neu zu berechnen wären.

- *Ungenau Abbildung der realen Produktionsgegebenheiten*

- *Auftragssplittung*

Konventionelle PPS-Systeme ermöglichen meist nur eine ungenaue Abbildung der tatsächlichen Gegebenheiten des betrachteten Produktionssystems. Eine der problematischen Ungenauigkeiten ist in der den PPS-Systemen zugrundeliegenden Sichtweise der Fertigung begründet. In konventionellen Systemen wird die bei Großserien- oder Massenfertigung auftretende überlappende Fertigung noch zu wenig berücksichtigt, bei der z.B. das Auftragssplittung nicht die Ausnahme, sondern der Regelfall ist. Hier wird die Durchlaufzeit nicht von der Auftragslosgröße, sondern von der Transport- oder Weitergabellosgröße zwischen den Arbeitsstationen bestimmt. Gängige PPS-Systeme setzen dagegen häufig die Transport- und Auftragslosgröße gleich, so daß im allgemeinen mit weit überhöhten Durchlaufzeiten gerechnet wird.

Dieser Nachteil war zu Beginn der Untersuchung noch vorhanden, ist aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt für PPS-Systeme, die den Grundsätzen der SMCN-Planung folgen, weitgehend beseitigt.

- *Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen*

PPS-Systeme können u.a. auch als Folge der erwähnten Problematik der Abstimmung bestimmte Detaileffekte der Feinterminplanung, wie beispielsweise Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen bei Rüstzeiten, nicht in die Planungsrechnung aufnehmen. Die konkrete Bearbeitungsreihenfolge der Fertigungsaufträge wird erst an letzter Stelle des sukzessiven Planungsablaufs festgelegt. Die tatsächlichen Durchlaufzeiten lassen sich daher erst unterhalb der PPS-Planungsebene durch Leitstände oder andere Subsysteme bestimmen (vgl. Pritsker u.a. [1991]). Meist streuen diese Echtwerte stark um den in der Planung ermittelten Wert. Bei Planungssystemen wie SC/400, das nach den SMCN-Planungsprinzip arbeitet, werden dagegen Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen in der MRP-Planung sehr wohl berücksichtigt.

- *Das "Durchlaufzeit-Syndrom"*

Die bisher angesprochenen Problempunkte und das weitverbreitete Sicherheitsdenken bei der Festsetzung von PPS-Parametern tragen jeweils ihren Teil dazu bei, daß sich in der Praxis oftmals weit höhere Durchlaufzeiten einstellen als die Festlegungen der PPS-Planung. Zu diesem in der Literatur immer wieder dargestellten Tatbestand sei bemerkt, daß heute bei Softwaresystemen mit hohem Standard die in der Gesamtdurchlaufzeit enthaltene

- Rüstzeit sowie
- Bearbeitungszeit

auf die Losgrößen hin abgestimmt sind. Dadurch wird die Planung systemtechnisch erheblich verbessert.

Als besonders kritisch anzusehen sind die Auswirkungen des daraus resultierenden, vielzitierten "Durchlaufzeit-Syndroms" (vgl. z.B. St. John [1983] Zäpfel/Missbauer [1988a], Zäpfel [1989], S. 218), das beim praktischen Einsatz von MRP-Verfahren sehr häufig anzutreffen ist. Dieses stellt einen fatalen positiven Rückkopplungseffekt zwischen der Festsetzung überhöhter MRP-Vorlaufzeiten und der Beobachtung sich immer mehr erhöhender Durchlaufzeiten in der Fertigung dar (vgl. Abb. 32).

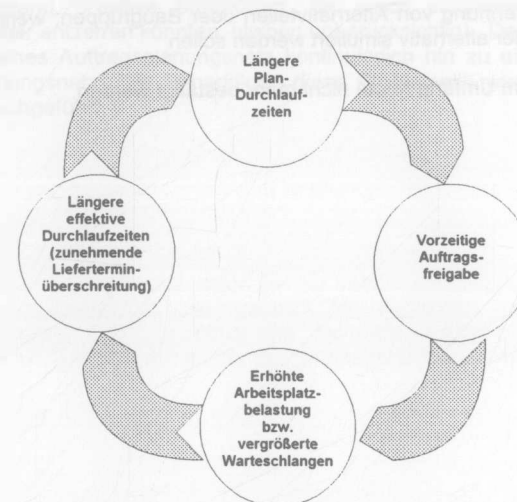


Abb. 32: Durchlaufzeitsyndrom (nach Glaser u.a. [1991])

- *Ungenügende Behandlung von Engpaßkapazitäten*

Neben der geforderten Realitätsnähe hat die Planung und Steuerung von Engpaßkapazitäten besondere Bedeutung für eine kostenoptimale Produktion. Diesem Problem wird nach Ansicht des Autors in der Forschung und Entwicklung zu wenig Beachtung geschenkt. Wie ist es sonst zu erklären, daß alle derzeit vorhandenen PPS-Systeme bei der MRP-Planung im allgemeinen keine besondere Behandlung von Engpässen vornehmen, sondern von statischen Engpaßkapazitäten ausgehen oder mit Leistungsober- bzw. -untergrenzen arbeiten. In der Realität dagegen entstehen vielfach auch Engpässe temporärer Natur, die abhängig von der jeweiligen Kapazitätsbelastung, von technischen Störungen oder Fehlteilen im gesamten Bereich der Fertigung auftreten können (vgl. Weis [1990]).

- *Ungenügende Möglichkeiten der Alternativplanung*

Die bei Gelders/Wasserhove [1985] aufgeführten Schwächen bei der Alternativplanung und Probedisposition in PPS-Systemen, wie z.B.

- umständlich und zeitraubend,
- keine oder schlechte Einplanung von Instandhaltungs- oder Wartungsarbeiten, um Auswirkungen auf den Produktionsplan und in der Fertigung zu sehen,
- keine Abtrennung von Alternativteilen oder Baugruppen, wenn diese real geplant oder alternativ simuliert werden sollen

können in diesem Umfang heute nicht mehr bestätigt werden.

- *Das Gleichgewichts-Vektoren-Syndrom (GVS)*

In der einschlägigen Fachliteratur und auch in Forschungsberichten über die MRP-Planungsmethode konnte kein nachteiliger Beitrag über den Einsatz von SMCN-Planungsverfahren gefunden werden.

Der Autor hat ca. 50 Unternehmen befragt, die mit SMCN-Planungsverfahren unter ausschließlicher Einsatz des Netchangetakterprinzips arbeiten und seit längerer Zeit keinen 'Neuaufwurf' im Rahmen einer Gesamtplanung durchgeführt haben. Das Ergebnis dieser Analyse ist, daß sich das Auftragsplanungsnetz in fast allen Unternehmen zu einem kritischen Zustand hin entwickelt hat.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, daß

- das GVS in der Regel nur bei SMCN-Planungsverfahren auftritt, die nach dem Realtime- und Netchange-Prinzip arbeiten,
- die Entstehungsursache die absolute Gleichgewichtsforderung zwischen Bedarfsdeckern und -verursachern ist (vgl. Abb. 31). Alle Störungen, sowohl auf der Decker- als auch auf der Verursacherseite, werden zwingend ausgeregelt, um diese Bedingung zu erfüllen.

Ist der Gleichgewichtszustand erreicht, befindet sich das System in einem stabilen Zustand. 'Positive Störgrößen', die einen eingetretenen kritischen Zustand wieder entzerren könnten, bleiben unberücksichtigt. Deshalb entwickelt sich ein solches Auftragsplanungsnetz kontinuierlich hin zu einem 'Kritischen Auftragsplanungsnetz'. Die Behandlung dieser Problematik wird ausführlich in Kapitel 5 durchgeführt.

3.3 Operative Produktionsplanung

Die Operative Produktionsplanung ist nur indirekt vom Ziel dieser Arbeit betroffen. Um aber eine abgerundete Verfahrenslandschaft zu geben, werden die wichtigsten Zusammenhänge dieser Ebene bei der Gesamtplanung dargestellt.

Der Operativen Ebene sind im wesentlichen folgende Systemmodule zugeordnet:

- Externes Beschaffungswesen
- Fertigungsauftragsverwaltung, -planung und -steuerung mit den Teilbereichen
 - Leitstandsteuerung als zusätzliche dispositive Ebene
 - BDE als Rückmeldewesen und Auftragsfortschrittskontrolle

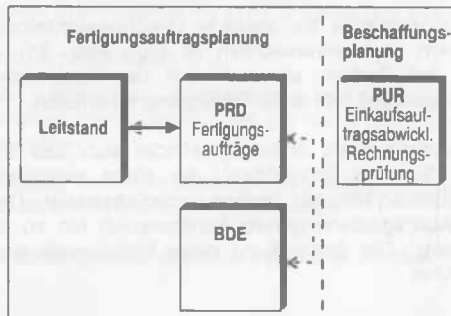


Abb. 33: Systemmodule der 'Operativen Produktionsplanungsebene'

In dieser Planungsebene findet die 4. Kapazitäts-Disaggregation von der tagesgenauen zur schichtgenauen Planung statt. Der Leitstand ist die letzte Kapazitäts-Disaggregationsstufe mit der Auflösung der Teilpläne von der schichtgenauen in die auftragsgenaue, z.B. stündliche Planung.

Die operative Ebene hat den kleinsten dispositiven Spielraum innerhalb der Planungsebenen. Ihre Hauptfunktionen sind in Abb. 34 dargestellt.

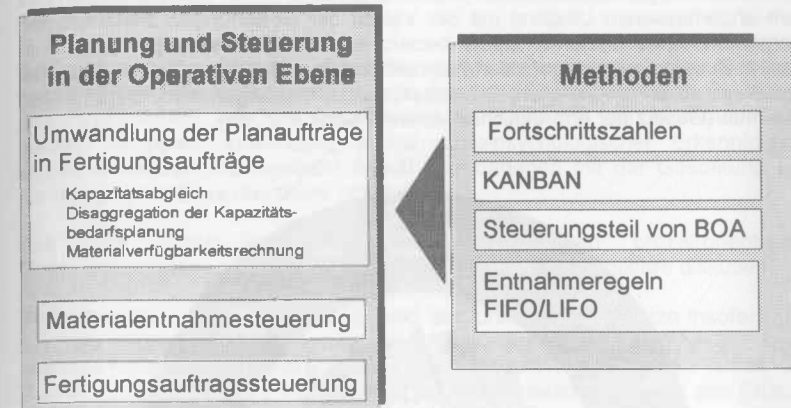


Abb. 34: Funktionen und Methoden der operativen Ebene

4. Informationsverarbeitungsstrategien als bestimmende Faktoren für leistungsstarke und zielgerichtete Organisationsformen

Für Malik [1986] besteht das Grundproblem des Managements und die dazu gehörenden Organisationsformen in der Beherrschung von Komplexität, d.h. in dem angemessenen Umgang mit der Vielfalt der Beziehungen zwischen den Elementen eines Systems. Dabei bezieht er sich auf Ashby [1958], der in diesem Zusammenhang gefordert hat, daß die Varietät des lenkenden Systems dem Ausmaß an (potentiellen) Störungen, die zu bewältigen sind, angemessen sein muß (Gesetz der erforderlichen Varietät, siehe Abb. 35).

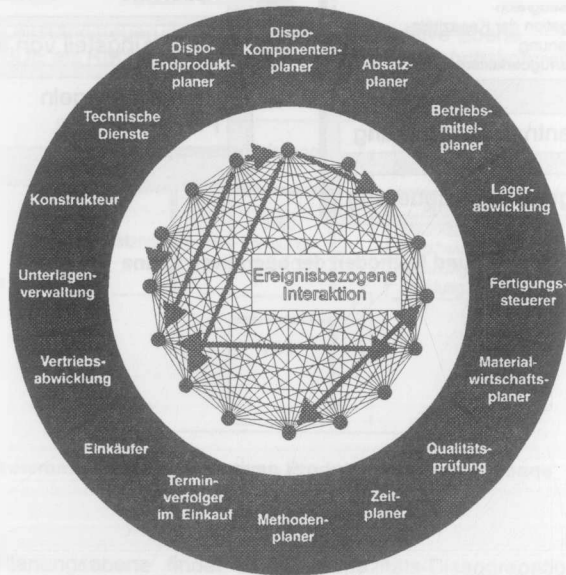


Abb. 35: Informationsbedürfnis im Unternehmen (vgl. Polzer [1992])

Dieses Problem wird in der Managementlehre ganz unterschiedlich angegangen. Zwei Arten von Managementtheorien lassen sich nach Malik [1986], S. 49) unterscheiden, ein

- konstruktivistischer-technomorpher und ein
- systemisch-evolutionärer Theorietyp.

Der Paradigmawechsel der Managementlehre von konstruktivistisch-technomorphen (mechanistischen) zu systemisch-evolutionären (biologisch-organismischen) Systemkonzeptionen im Sinne von Malik sei zwar eine notwendige aber nicht hinreichende Voraussetzung zur Erfassung zeittypischer Führungsprobleme, wie Implementierungs-, Akzeptanz-, Motivations- oder Imageprobleme.

Ein zentraler Unterschied zwischen beiden Ansätzen besteht in der Tatsache, daß herkömmliche Managementtheorie primär Führungstheorie im Sinne von Menschenführung oder Personalführung ist (Führung von Individuen oder kleinen Gruppen, Anwendung primär sozialpsychologischer Erkenntnisse); systemorientiertes Management befaßt sich dagegen mit der Gestaltung und Lenkung eines Gesamtsystems (Institution).

Die vom Autor in dieser Arbeit dargestellten prozeßorientierten Organisationsformen werden seit langem in der Managementlehre diskutiert.

Prozeßansätze stellen eine Erweiterung der funktionalen Ansätze insofern dar, als die Funktionen in Abhängigkeit von der Zeit als Phasen eines Managementprozesses betrachtet werden. Typisch hierfür ist die Arbeit von Terry/Franklin [1982], die Management als Prozeß beschreiben mit den Phasen Planung, Organisation, Durchsetzung und Kontrolle.

Systemorientierte hierarchische Planungssysteme können nur entwickelt werden, wenn die dazugehörigen Managementebenen die entsprechenden Funktionen erfüllen.

Unter Management als Institution wird der Personenkreis verstanden, dem die Ausübung der oben genannten Managementaufgaben (Managementfunktionen) obliegt. Die ältere betriebswirtschaftliche (z.B. Gutenberg 1962, Mellerowicz [1964]) sowie betriebssoziologische Literatur (z.B. Dahrendorf [1959a]) hat deutlich zwischen den Aufgaben des dispositiven Faktors (echte Führungsentscheidungen) und Leitungsaufgaben auf nachgeordneten Stufen unterschieden.

Vor allem diese Unterscheidung müssen Unternehmensplanungssysteme leisten können.

Strategische Planungsebene = oberes Management

muß die Formulierung der unternehmenspolitischen Ziele und Grundsätze vornehmen.

Taktische Planungsebene = mittleres Management

Seine zentrale Aufgabe besteht darin, Ziele und unternehmenspolitische Entscheidungen in Programme, Regeln und konkrete Vorgaben zu übersetzen und deren Einhaltung und Ausführung zu überwachen. Hierzu sind neben technischen auch erhebliche soziale Qualifikationen erforderlich.

Operative Planungsebene = unteres Management

Diese Ebene ist die Nahtstelle zwischen den Managementpositionen und den allein ausführend tätigen Mitarbeitern. Typisch hierfür ist die Position des Meisters. Dessen Orientierung ist weniger nach oben als nach unten ausgerichtet, zur Gruppe der Arbeiter.

Jede Art der Informationsverarbeitung hatte in der Vergangenheit und hat auch zukünftig die Aufgabe, die Befriedigung des Informationsbedürfnisses und den Informationsfluß in einer sozialen Einheit, z. B. in einem Unternehmen zu gewährleisten und ständig zu verbessern. Dabei ist das zu erreichende Organisationsniveau in starkem Maße vom Grad der technischen sowie von den sozialen Möglichkeiten abhängig.

Wie Abb. 35 verdeutlicht, ist es eine zentrale Aufgabe, die vielfältigen Informations- und Kommunikationserfordernisse bestmöglich zu gestalten, um wettbewerbsfähige Organisations- und Managementformen zu entwickeln, und die festgelegten strategischen Ziele zu erreichen.

Beispiele zur Verflechtung von Informations- und Kommunikationsbedürfnissen:

Im 18. Jahrhundert mußte ein Indianer auf dem Kriegspfad seinen Stammesbrüdern Informationen durch Rauchzeichen oder Trommelschläge übermitteln, heute könnte er ein Funktelefon benutzen.

Ende der 60er Jahre benötigte man für die Materialplanung, z.B. in einem Betrieb mit 4.000 Mitarbeitern der Kühlschrankbranche

- 10 Stunden Programm-Steckarbeit (Verdrahten von Programmen),
- 15 Stunden für die Lochkartensortierung,
- 48 Stunden für einen Materialbedarfs-Planungslauf,
- 6 Stunden, um die Planungsergebnisse auf Papier auszudrucken und zu separieren.

Heute werden die Ergebnisse der gleichen Materialbedarfsplanung in wenigen Minuten erstellt.

Anhand dieser Beispiele kann man erkennen, daß Softwareentwicklung und die dadurch ermöglichten Organisationsformen von folgenden allgemeinen Voraussetzungen abhängig sind:

1. Einfluß der gesellschaftlichen Entwicklung

- Wissensstand der im Produktionsprozeß befindlichen Menschen.
- Grad der maximal möglichen und durchsetzbaren Organisationsstrukturen.
- Grad der Automatisierung in den Unternehmen.
- Beherrschung von komplexen Organisationsformen.
- Die Vorstellungskraft für die Organisationsform der nächsten, komplexeren Stufe.
- Das Vorhandensein von Nachwuchskräften, die am neuesten Kenntnisstand ausgebildet wurden und diesen umsetzen können.

2. Die technischen Voraussetzungen

- Technische Infrastruktur für die geplante Organisationsstufe. (Online-Systeme in den Unternehmen erfordern z.B. eine Verkabelung).
- Moderne leistungsfähige Hardware, welche die nächste organisatorische Stufe bewältigen kann.

4.1 Bisherige und zukünftige Entwicklung des Organisationsmittels "Software"

'Software' gilt als wichtiges Koordinationsinstrument und damit als Dimension der Organisationsstruktur (s. Staehle [1991]), S. 449).

Der Einfluß auf die Organisationsformen und Arbeitsstrukturen ist vielfältig. Neben der Umwelt, der Strategie, der verbundenen Aufgaben ist die Technologie ein entscheidender Faktor (Staehle [1991], S. 442).

Als Pionierarbeit auf dem Gebiet des Zusammenhangs von Technologie und Organisationsstruktur gilt die Untersuchung von Woodward [1958].

Dabei wurde anhand von vier meßbaren organisatorischen Strukturmerkmalen nachgewiesen, daß sich Unternehmungen mit unterschiedlichen Fertigungsverfahren in Bezug auf die Organisationsstruktur erheblich unterscheiden.

Aufgrund dieser Tatsachen sehen sich Unternehmen künftig nicht nur mit der Aufgabe konfrontiert, von einem bestimmten technologiebedingten Organisationsniveau in ein höheres zu gelangen, sondern sie haben gleichzeitig die Überlagerung von drei organisatorischen Entwicklungszyklen - wie die Abb. 1 zeigt - zu meistern. Und das ist nur möglich, wenn die Softwarebasis erhalten bleibt und eine hohe Integration aufweist. Integration wird häufig falsch verstanden; sie entsteht nicht durch das physische Zusammenfügen unterschiedlicher Geräte und nicht durch die Verwendung gleicher Softwaresysteme in unterschiedlichen Lokationen mit entsprechendem Datenaustausch, sondern durch die optimale Organisation der Informationsflüsse in der erforderlichen Aktualität.

Wie Abb. 1 zeigt, bestand die *erste Stufe* in der Systemunterstützung aller Geschäftsvorfälle.

Die *zweite Stufe* bedeutet Übergang zur integrierten Organisation (CIM), soweit dies heute wirtschaftlich vertretbar ist. Im Mittelpunkt dieser Datenbasis für das gesamte Unternehmen. Diese Entwicklung ist für den Bereich der Unternehmensplanungssysteme in der Praxis überall in vollem Gange. Ein Überspringen oder eine mittelmäßige Auseinandersetzung mit dieser Stufe würde alle weiteren Entwicklungen nachhaltig behindern, wenn nicht gar unmöglich machen.

Die *dritte Stufe* ist die Entwicklung von Kommunikations-Infrastrukturen für Kunden und Zulieferer (z.B. in der Automobilindustrie). Um diese unternehmensstrategischen Ziele im Bereich der Wirtschaft zu meistern, ist es schon heute erforderlich, eine gemeinsame zukunftsorientierte Hard- und Softwareumgebung auf der Basis von Standards aufzubauen.

Die *vierte Stufe*, die 'Zukunftsstufe', wird die konsequente Weiterentwicklung hin zu 'Offenen Systemen' auf allen Hardware-Plattformen sein, d.h. die rechnerunabhängige Softwarewelt, wie z. B. durch

- Client Server Transaction Processing
- CIM 400 - Systemarchitektur

Auf der Basis offener Systeme werden weitere Integrationen möglich sein:

- Einheitliche Oberfläche und Navigation
- Einheitliche Kommunikation
- Integrierte Graphik-, Bild-, Prozeß- und Textverarbeitung

4.2 Die Abhängigkeit der möglichen Organisationsformen vom organisatorischen Betriebsmittel (Hard- und Software)

Solange von den Anforderungen der Maschine und von technischen Sachzwängen gesprochen wird, anstatt den prinzipiell variablen Charakter von Technik und Technologie in der Organisationslehre und Managementforschung zu akzeptieren, müssen neue Formen der Arbeitsorganisation zwangsläufig Stückwerk bleiben.

Der Markt erwartet heute von den Unternehmen ein immer flexibleres Reagieren auf Kundenwünsche. Klassische Unternehmensziele, wie Wirtschaftlichkeit oder Produktivität, müssen daher heute durch neue, wie z.B. die Flexibilität, ergänzt werden.

Diese Ziele können nur erreicht werden, wenn andere Organisationsformen in die Unternehmen Eingang finden und wenn für sie geeignete Betriebsmittel in Form von Hard- und Software zur Verfügung stehen.

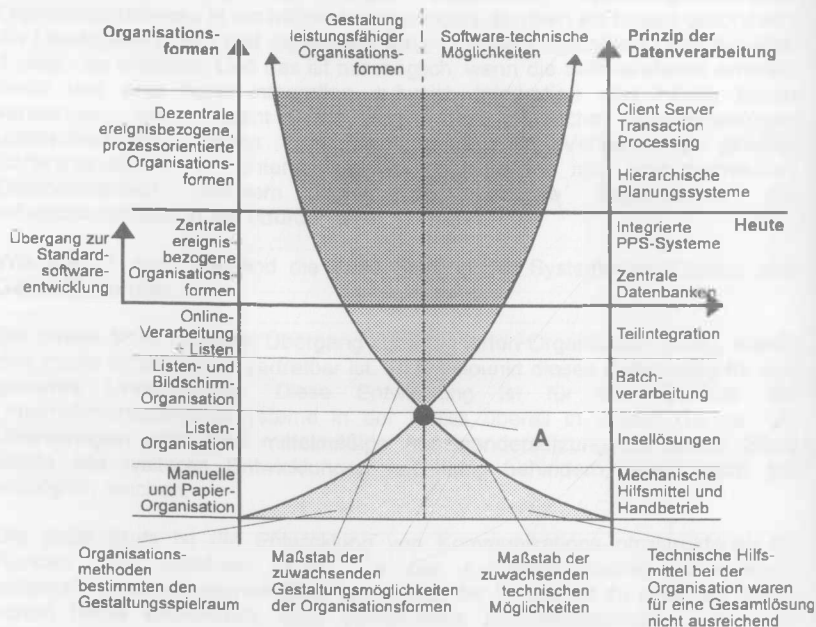


Abb. 36: Leistungsfähige Organisationsformen in Abhängigkeit der EDV-technischen Möglichkeiten

Diesen Zusammenhang zeigt Abb. 36. Es ist ersichtlich, daß es erst nach Erreichen des Break Even Points "A" möglich war, ganzheitliche Planungssysteme konzeptionell zu entwickeln und die Gestaltung wettbewerbs- und leistungsfähiger Organisationsformen voranzutreiben. Für diese Organisationsformen müssen Organisationsstrukturen geschaffen werden, die ein System von Regelkreisen bilden und das Verhalten der Mitarbeiter auf das übergeordnete Unternehmensziel ausrichten.

Man kann deshalb mit Recht feststellen, daß der Spielraum der organisatorischen Gestaltung auf den Möglichkeiten der Infrastruktur, also der Hard- und Software (vgl. Abb. 37) beruht, die für die handlungsleitenden Prinzipien der Planung und Realisation betrieblicher Aktivitäten die Grundlage bildet.

Bei der organisatorischen Gestaltung sind zwei Hauptaspekte einzubeziehen:

1. Betrachtung der Unternehmung als Ganzes

Bei der neu zu definierenden Organisationsstruktur stellt sich die Frage, wie die Aufgaben bzw. Teilaufgaben auf die organisatorischen Funktionsbereiche zu verteilen sind.

2. Betrachtung der Organisationsform

Diese Problemperspektive erfordert die Auseinandersetzung mit der Segmentierung, der Strukturierung und der Kommunikation in der Organisationsstruktur.

Die schon begonnene Abkehr von alten Denkstrukturen bestärkt den Autor darin, daß künftig sowohl die Organisationsformen als auch die Strukturentwicklungen wesentlich durch die Impulse der Hard- und Softwareentwicklung beeinflusst werden.

Der Simulationsablauf, wie in Abb. 14 dargestellt, wird für die Organisationslehre umzukehren sein, wenn Planungssysteme zum Einsatz kommen werden, wie sie in dieser Arbeit dargestellt werden (vgl. Abb. 37).

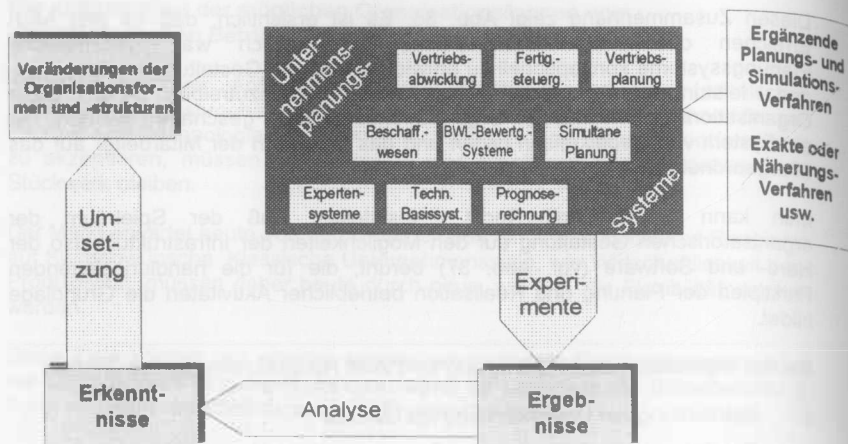


Abb. 37: Unternehmensplanungssysteme verändern Organisationsformen und -strukturen

Außer den systemtechnisch bedingten Organisationsformen und -strukturen ist vor allem die Wettbewerbsstrategie in die Betrachtung der Systemumgestaltung einzubeziehen.

Die strategische Ausrichtung der Unternehmung bestimmt, inwieweit die Interdependenzen (vgl. Frese [1988], S. 190 ff) zwischen den zu betrachtenden Aufgabenbereichen kritisch sind, und determiniert somit die Organisationsstruktur (vgl. Frese [1979]). Dies äußert sich z.B. in bereichsübergreifenden Koordinationseinheiten zur besseren Materialflußsteuerung, um die Zielsetzung besser realisieren zu können, mengenmäßig und zeitlich flexibel auf Kundenwünsche zu reagieren.

Deshalb hängt die Gestaltung der Organisationsstruktur von den für die Unternehmung im Vordergrund stehenden Effizienzkriterien ab. Die einem Effizienzkriterium zukommende Bedeutung wird wiederum durch die strategischen Entscheidungen der Unternehmung beeinflusst.

Zur Effizienzbeurteilung von Organisationsstrukturen sind folgende Elemente ausschlaggebend (vgl. Frese/Werder [1989] S. 8):

- Die Wirtschaftlichkeit, d.h. die möglichst vollkommene Nutzung der Unternehmensressourcen.
- Die Bereichsabstimmung, d.h. die Berücksichtigung kritischer Interdependenzen zwischen einzelnen Teilbereichen.
- Die Dispositionsfähigkeit, d.h. die schnelle Reaktion auf Veränderungen in den Entscheidungsfeldern der Unternehmung.
- Die Machbarkeit, d.h. die Möglichkeit der Umsetzung der Effizienzkriterien in Organisationsformen und -strukturen.

Aus diesem Zusammenhang läßt sich ableiten, daß

- die Effizienzkriterien von der jeweils verfolgten Wettbewerbsstrategie eines Unternehmens determiniert werden,
- die leistungsfähige Umsetzung der Effizienzkriterien wiederum nur durch die organisatorischen Betriebsmittel Hard- und Software gesichert werden kann,
- leistungsfähige Organisationsformen und -strukturen möglich sind.

Das Gesamtkonzept betrieblicher Organisationsgestaltung setzt sich zusammen aus den Komponenten:

- Strategie der Unternehmung
- Rahmenstruktur der Unternehmung (Produktstruktur, Wettbewerbsstruktur)
- technologische und organisatorische Gestaltungsmöglichkeiten (Hard-, Software, Organisationsform und -struktur).

Eine isolierte Betrachtung würde zu keiner sinnvollen Lösung führen, da gerade Entwicklungen im Rahmen der Informationstechnologie dazu beitragen können, die Zielsetzungen der Kundenorientierung und der Kostensenkung gleichzeitig zu erreichen. Dies gilt insbesondere für integrierte informationstechnologische Lösungen, die zu einer wesentlich besseren Informationsversorgung und zu einer stärkeren Aufgabenintegration führen (vgl. Scheer [1987], S. 90ff, Neipp [1988] S. 230, Bühner [1985] S. 35 ff).

Umfassende Aussagen zur organisatorischen Gestaltung der heutigen Unternehmungen müssen deshalb das informationstechnologische Potential und deren Möglichkeiten mit einbeziehen. Diesen Zusammenhang zeigt Abb. 38.

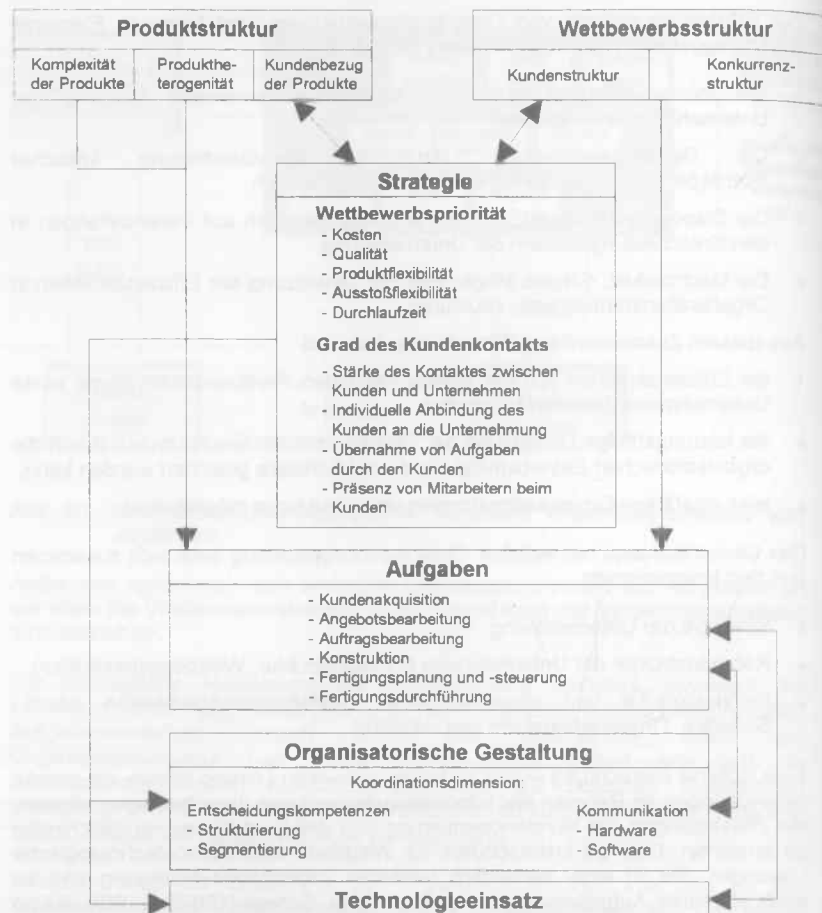


Abb. 38: Ausgangsbasis für die Entwicklung wettbewerbsfähiger Organisationsformen und -strukturen (Anlehnung an Frese/Noetel [1990], S. 42).

Der Sinn der in Abb. 38 dargestellten Ausgangsbasis besteht darin, eine leistungsfähige Gestaltung für das Unternehmen sicherzustellen. Dies wird künftig nur durch prozeßorientierte Organisationsformen zu gewährleisten sein.

5. Konzeption eines kybernetisch orientierten, nach hierarchischen Planungsebenen arbeitenden Systems

Grundlage der strategischen Planung eines Unternehmens ist die Analyse seiner kritischen Erfolgsfaktoren. Strategische Unternehmensplanung hat dabei die Aufgabe, die Bereiche Produktkonzeptionen und Märkte sowie deren wirtschaftliche Umsetzung (Planung, Produktion) einzuschätzen, und über die betrieblichen funktionalen Fähigkeiten (Ressourcenkonzeption) so zu entscheiden, daß eine Wettbewerbsposition entsteht, die es dem Unternehmen erlaubt, langfristig zu überleben bzw. sich zu entwickeln.

Die 'Strategische Unternehmensplanung' ist nach Zäpfel ([1989], S. 9) durch folgende Leitsätze gekennzeichnet:

- Die Ausrichtung eines Unternehmens auf seine spezifischen Umweltbedingungen ist ein konstitutives Element der strategischen Planung.
- Die strategische Planung hat eine Analyse der Erfolgsfaktoren vorzunehmen, d.h. also derjenigen Elemente, Determinanten oder Bedingungen, die den Erfolg strategischen Handelns entscheidend beeinflussen (ähnlich Kreikebaum/Grimm [1983]).
- Die Entwicklung, Bewertung sowie Auswahl von Strategien ist eine Kernaufgabe der strategischen Planung.
- Strategieentwicklung macht ein Auseinandersetzen mit strategischen Zielen notwendig; die Zielbildung ist mit der Alternativensuche zeitlich und inhaltlich invariant verbunden (Hauschild [1977], S. 171).
- Strategische Planung befaßt sich nicht nur mit Produkten und Märkten, sondern auch mit spezifisch zu entwickelnden betrieblichen funktionalen Fähigkeiten (z.B. Produktionspotentiale, Organisationsstrategien).

In der Literatur ist eine Vielzahl von ähnlichen Definitionen zur strategischen Planung zu finden (vgl. Ansoff/Declerck/Hayes [1976] (S. 1), Kreikebaum [1981] (S. 23), Gälweiler [1981] (S. 84).

Umgesetzt in die Systemgestaltung bedeutet diese Definition:

Erfolgspotential = Eine für ein Unternehmen geschaffene Fähigkeit, welche die Voraussetzung dafür darstellt, daß das Unternehmen langfristig wettbewerbsfähig ist und bleibt bzw. Wettbewerbsvorteile erzielen kann.

Wettbewerbsvorteil = Das Verhältnis zu seinen Konkurrenten, welches das Unternehmen in eine Lage versetzt, die einen dauerhaften Erfolg garantiert: "A competitive advantage is one which offers the opportunity for sustained profitability, relative to competitors rather than a circumstance in which profits are competed away by firms with similar positions" (South [1980]).

Simon ([1988]) versteht unter einem strategischen Wettbewerbsvorteil "eine im Vergleich zum Wettbewerb überlegene Leistung", die drei Kriterien erfüllen muß:

- Sie muß ein für den Kunden wichtiges Leistungsmerkmal betreffen.
- Der Vorteil muß vom Kunden tatsächlich wahrgenommen werden.
- Der Vorteil darf von der Konkurrenz nicht schnell einholbar sein, d.h. er muß eine gewissen Dauerhaftigkeit aufweisen.

Erfolgspotentiale können sich beziehen auf (vgl. Tab. 8)

- produkt- bzw. allgemeine leistungsbezogene Fähigkeiten
- marktbezogene Fähigkeiten
- betriebliche funktionale Fähigkeiten.

Beides, entscheidende Wettbewerbsvorteile als auch Erfolgspotentiale, lassen sich in einem Unternehmen durch geeignete informationsverarbeitende Unternehmensplanungssysteme und damit eng in Beziehung stehenden Organisationsstrategien erzielen.

Erfolgspotentiale	Beispiele
Produkt- bzw. leistungsbezogene Fähigkeiten (bestehende / neue)	• umfassende Produktpalette • Qualitativ hochwertige Produkte im Verhältnis zur Konkurrenz • etc
Marktbezogene Fähigkeiten (bestehende / neue)	• Wirkungsvolle Erschließung von Märkten • Befähigung zu einer hervorragenden Kundenberatung • etc.
Funktionale Fähigkeiten (bestehende / neue)	Erfolgspotentiale in der Produktion, z.B. durch • kostengünstige Produktion • anpassungsfähige Produktion an Bedarfsschwankungen • die Befähigung, qualitativ hochwertige Produkte marktkonform planen, steuern und erzeugen zu können Erfolgspotentiale in der Informationsverarbeitung, z.B. durch • Planungssysteme zur marktorientierten Planung • leistungsfähige Organisationsformen • bessere Strategien im Bereich der DV-Anwendung Erfolgspotentiale im Marketing, z.B. durch • eine schlagkräftige Verkaufsorganisation • ein effizientes Distributionssystem Erfolgspotentiale in der Beschaffung, z.B. durch • kostengünstige Beschaffungsquellen • ein wirkungsvolles Beschaffungssystem Erfolgspotentiale im Finanzbereichs, z.B. durch • Verfügung über hohe Finanzmittel

Tab. 8: Erfolgspotentiale mit Beispielen (in Anlehnung an Zäpfel [1989], S. 11)

5.1

Produkttypenabhängige Planungsmethoden in der Vier-Quadranten-Planung

In Kapitel 1 wurde das Forschungsziel dieser Arbeit bereits detailliert beschrieben. In den Kapiteln 2 und 3 wurden Methoden und Verfahren ausführlich dargestellt und kritisch gewürdigt, die zum Erreichen des Forschungszieles notwendig sind. Ziel der Arbeit ist es, die heute auf dem Markt befindlichen Unternehmensplanungssysteme durch die in Kapitel 2 und 3 beschriebenen Merkmale in entscheidenden Planungsbereichen zu verbessern, um weitere Erfolgspotentiale und Wettbewerbsvorteile für die Unternehmen zu schaffen. In Anlehnung an Abb. 4 wird dies zusammengefaßt auf folgende Weise erreicht:

- Einführung der Vier-Quadranten-Planung als einer verfahrensgestützten und methodischen Arbeitsweise der 'Strategischen Planungsebene', ein Hauptdefizit aller vorhandenen Systeme.
- Veränderung, Entzerren bzw. Ausregeln kritischer Planungsnetze durch ein Management von Störungen (MVS-Methode), eine Methode für eine verbesserte Planung in der 'Taktischen Ebene'. Das bisherige Fehlen dieser Möglichkeit ist ebenfalls ein Defizit aller auf dem Markt befindlichen PPS-Systeme, die aufgrund der festgelegten Leistungsmerkmale in Betracht gezogen werden können.

Die Aufgabe der 'Vier-Quadranten-Planung' besteht darin, unter Berücksichtigung der Zielgrößen der 'Strategischen Planung' die Analyse der Erfolgsfaktoren vorzunehmen, wie z.B.

- Gewinnvorgabe und Deckungsbeitragsoptimierung
- Absatzpolitik und Marktaufnahmefähigkeit
- Kapazitätsbedarfsplanung

und einen Produktionsplan für den Primärbedarf zu erzeugen, der die aus den Erfolgsfaktoren abgeleiteten strategischen Zielgrößen erfüllt und bei dessen Realisierung den geplanten Wettbewerbserfolg gewährleistet. Die vom Autor entwickelte Vier-Quadranten-Planung (4Q-Planung) ist in Abb. 39 dargestellt.

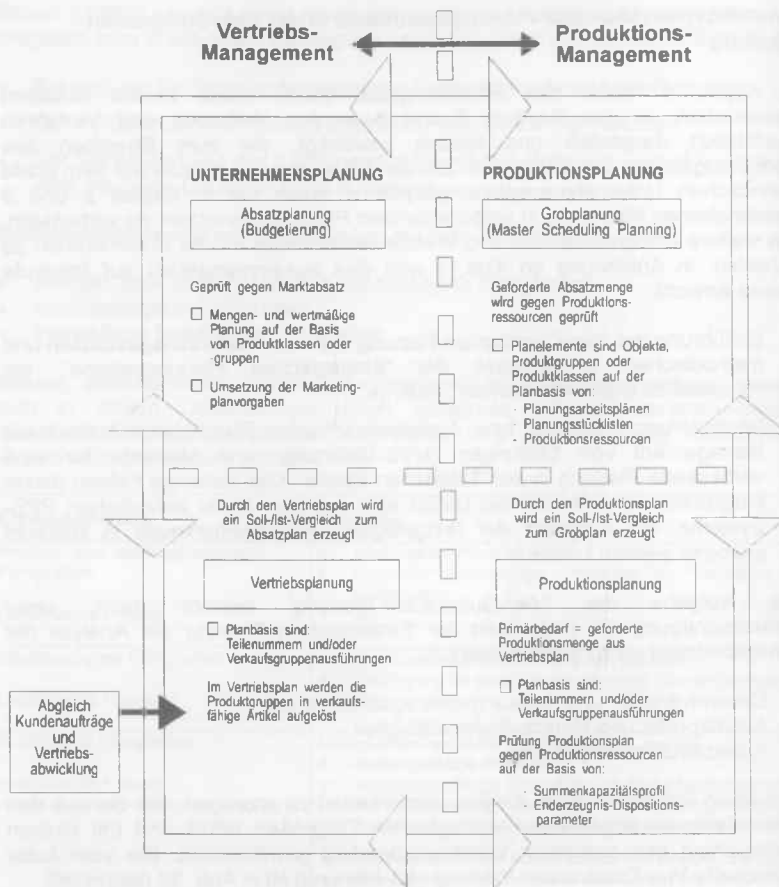


Abb. 39: Prinzip der Vier-Quadranten-Planung (vgl. Polzer [1988])

Nach Ansicht des Autors läßt sich das Forschungsziel nur dann realisieren, wenn eine globalere Differenzierung der Fertigungs- bzw. Produkttypologie erfolgt und dabei eine Korrelation zum Marktverhalten und der daraus abzuleitenden Vertriebsstrategie der zu planenden Produkte hergestellt wird. Alle in der Literatur beschriebenen Fertigungs- und Produkttypologie-Definitionen, wie als Beispiel Tab. 9 exemplarisch zeigt, weisen zwar differenzierte produktionstechnische Merkmale auf, geben aber keinerlei Hinweise auf Vertriebsplanungs- und marktstrategische Elemente oder auf das Verhalten von Produkten im Markt.

Merkmal	Merkmalsausprägungen			
Erzeugnis-spektrum	Erzeugnisse nach Kunden-spezifikation	Typisierte Erzeugnisse mit kunden-spezifischen Varianten	Standard-erzeugnisse mit Varianten	Standard-erzeugnisse ohne Varianten
Erzeugnis-struktur	Einteilige Erzeugnisse	Mehrteilige Erzeugnisse mit einfacher Struktur	Mehrteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur	
Auftragsaus-lösungsart	Produktion auf Bestellung mit Einzelaufträgen	Produktion auf Bestellung mit Rahmenaufträgen	Produktion auf Lager	
Dispositionsart	kundenauftrags-orientiert	überwiegend kundenauftrags-orientiert	überwiegend programmorientiert	programmorientiert
Beschaffungs-art	Fremdbezug unbedeutend	Fremdbezug in größerem Umfang	Weitestgehender Fremdbezug	
Fertigungsart	Einmalfertigung	Einzel- und Kleinserien-fertigung	Serienfertigung	Massenfertigung
Fertigungs-ablaufart	Baustellenfertigung	Werkstattfertigung	Gruppen-/ Linienfertigung	Fließfertigung
Fertigungs-struktur	Fertigung mit geringer Tiefe	Fertigung mit mittlerer Tiefe	Fertigung mit großer Tiefe	

Tab. 9: Zusammenstellung der betriebstypologischen Merkmale zu einem morphologischen Kasten (nach Hackstein R., Speith G. [1983])

Aufgrund der Erfahrungen aus über 170 Reorganisationen in verschiedenen Unternehmen wurde vom Autor eine empirische Zuordnung der Produkte zu einer Fertigungs- und Produkttypologie in bezug auf ihr Marktverhalten vorgenommen. Das Ergebnis ist eine Klassifikation von fünf grundlegenden Planungstypen, die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind und eine wesentliche Grundlage der weiteren Betrachtungen darstellen:

Planungstyp	Prozentualer Anteil der untersuchten Unternehmen
Endprodukttyp	45
Hauptniveautyp	25
Generierungstyp	10
Anonymer Vorfertigungstyp	15
Grobplanungstyp	5

Die Definition der Planungstypen beruht dabei auf der flexiblen, allgemein gültigen Anwendungsmöglichkeit der Vier-Quadranten-Planungstechnik. Darüber hinaus wird die Beziehung zu den Stücklistenarten und den hierzu geeigneten Planungsmethoden sowie das Marktverhalten eines verkaufsfähigen Produkts berücksichtigt. Ein weiterer Einfluß auf das Marktverhalten und der daraus resultierenden Planungsmethoden besteht aufgrund der Differenz zwischen der Lieferzeit (LZ) und der Durchlaufzeit (T_D) sowie dem sich daraus ergebenden dispositiven Risiko (DR) von Endprodukten und deren Komponenten:

$$DR = T_D - LZ$$

Die entscheidende Aufgabe besteht nun darin, das dispositive Risiko DR durch geeignete Planungsmethoden zu minimieren. Um dies zu erreichen, sind Stücklistenarten einzusetzen, die unterschiedliche Planungsmethoden zulassen und die mit dem Verlauf der Nachfrage auf der Zeitachse synchronisiert werden können.

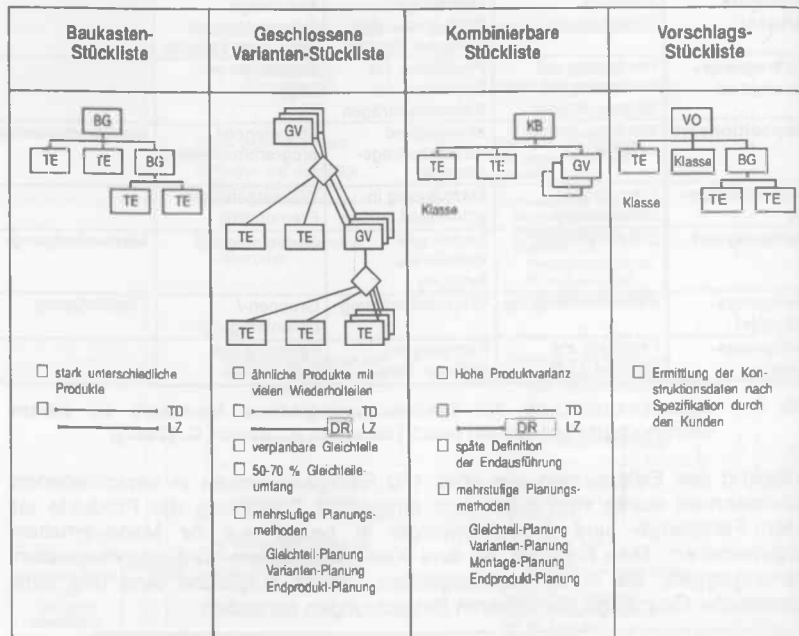


Abb. 40: Zusammenhang zwischen Stücklistenarten und Planungsverfahren

Legende:

- BG Baugruppe; baubar
 TE Einzelteil; baubar
 KB Kombinierbare Stückliste; speichert alle Gleichteile einmalig; die Variantenteile werden in Abhängigkeit von den am Endprodukt definierten Merkmalsausprägungen ausgewählt.
 VO Offene Vorschlagsstückliste; Produkt nicht baubar; erst in einem Stücklistengenerierungsprozeß werden die Komponenten der VO in Abhängigkeit von den Merkmalsausprägungen aus Klassen ausgewählt.
 Klasse Eine Menge von Stücklistenkomponenten, die gleiche Grundeigenschaften haben, sich aber in einzelnen Merkmalsausprägungen (z.B. Farbe, o.ä.) unterscheiden.
 GV Geschlossene Varianten-Stückliste

5.1.1 Planungstyp 1: Endproduktplanung

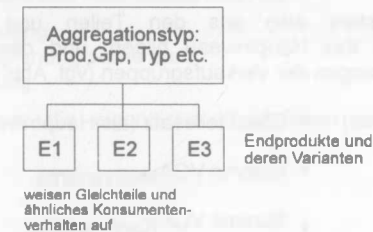
Die 'Endproduktplanung' geht davon aus, daß der gesamte Planungsablauf, die MRP-Planung sowie die dafür notwendige Datenbereitstellung (Statistiken, Marktanalysen, Kundenpotentiale etc.) auf der Basis der Endprodukt-Nummer auf der obersten Fertigungsstufe durchgeführt wird.

Käuferverhalten am Markt	Artikel muß beim Kaufwunsch im allgemeinen vorhanden sein
Produkttyp	Massen-, Fließ-, Großserienfertigung
Variantenreichtum des Endproduktes	keine Varianten oder geringe Variantenvielfalt
$DR = TD - LZ$	ab Lager ($LZ \approx 0$) oder sehr geringe Lieferzeit
Stücklistenart	Baukasten-Stückliste
Beispiele von Produkten	Elektrische Rasierapparate, Geschenkartikel, Kaffeemaschinen
Aggregation im Absatzplan *	Aggregationstyp = zugeordnete Endprodukte
Planungsart	Programmierorientierte Vertriebs-, Produktions- und Bedarfsplanung mit MRP-Verfahren

Planungsablauf in der Vier-Quadranten-Planung:

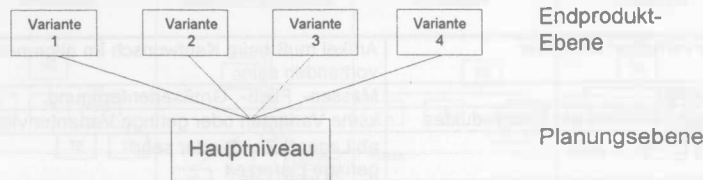


* Aggregation im Absatzplan



5.1.2 Planungstyp 2: Hauptniveauplanung

Bei der 'Hauptniveauplanung' wird davon ausgegangen, daß wegen des Variantenreichtums des Endproduktes (nahezu unendliche Variantenzahl) nicht die oberste Fertigungsstufe, sondern die darunterliegende Stücklistenebene planungsrelevant ist. Diese Ebene wird als das *Hauptniveau* bezeichnet. Die Erzeugnisvarianten werden durch das Varianten-Bildungsgesetz kombiniert.



Bei diesem Planungstyp müssen wegen des unterschiedlichen Marktverhaltens der Nachfrager zwei generalisierte Planungsarten unterschieden werden:

1. Verpackungsvariantentechnik: z.B. Pharmaindustrie

Unterschiedliche Verpackungsmengen des gleichen Grundartikels als Hauptniveau (z.B. Tablette, Nasensalbe). Absatz und Produktion werden auf dem Hauptniveau geplant. Die Verpackungsplanung wird zu einem späteren Zeitpunkt, dem Kundenauftragszeitpunkt durchgeführt.

2. Verkaufsgruppentechnik: z.B. Maschinen- und Fahrzeugbau

Die dabei angewandte Varianten-Kombinationsregel lautet: 'Logisch bildbar und vorhersehbar'. Die logisch bildbaren und vorhersehbaren Varianten werden durch die Verkaufsgruppen-Technik (VG) abgebildet. Jede Verkaufsgruppe kann beliebige Verkaufsgruppen-Ausführungen (VGA) haben. Diese Technik wird anhand einer Fallstudie in Abschnitt 5.2.4 erläutert.

Ein Endprodukt besteht also aus den Teilen und Baugruppen des Gleichteilesatzes, die das Hauptniveau bilden, und den Muß- und Kann-Varianten der Ausführungen der Verkaufsgruppen (vgl. Abb. 41):

$$\begin{aligned} \text{Endprodukt (als Variante)} &= \text{Gleichteilesatz (als Hauptniveau)} \\ &+ \text{Summe } \text{VGA}_{\text{Mußvariante}} \\ &+ \text{Summe } \text{VGA}_{\text{Kannvariante}} \end{aligned}$$

(vgl. Zimmermann [1988] S. 124).

Verkaufsgruppe (VG)		Verkaufsgruppenausführung (VGA)			
001	Karosserie	Tankvolumen		40 l	60 l
		2-Sitz	ohne HKK	001	-
			mit HKK	003	-
		3-Sitz	ohne HKK	-	006
			mit HKK	-	008
002	Triebwerk	Motor	Getriebe	4-Gang	5-Gang
			100 KW	001	002
			100 KW T	003	004
			100 KW E	005	006
			100 KW ET	007	008
003	Fahrwerk	Rahmen	Federung	torsion	hydropneumatisch
			lang	001	002
			kurz	003	004
004	Hinterachse	Std.-diff.	001		
		Sperr.-diff.	002		
005	Reifen	normal	001		
		breit	002		
006	Bordwerkzg	Standard	001		
		Faltrad	002		
007	Betr.-anleit.	deutsch	001		
		englisch	002		
501	Stabilisatoren	001			
502	2. Außenspiegel	001			
503	Autoradio	001			

Abb. 41: Verkaufsgruppen eines Endproduktes 'PKW'

Kennzeichnend für diese Grunddatentechnik ist, daß damit das 'Dispositive Risiko' durch weitere drei Planungsschritte, der

- Gleichteileplanung,
- Variantenteileplanung sowie der
- Montageplanung

erhöht wird, bevor die eigentliche Komposition der Endprodukt-Varianten erfolgen kann.

Der systematische Aufbau der Daten sowie die Kombinationstechnik der Endprodukte erfolgt nach den Wahrscheinlichkeitsgesetzen. Dies ist bei der späteren Absatz-, Vertriebs- und Produktionsplanung von besonderer Bedeutung.

Definition und Handhabung der Verkaufsgruppen-Technik (VG):

Zu einer Verkaufsgruppe sind alle Muß- bzw. Kann-Varianten zusammenzufassen, die sich bei einem Erzeugnis gegenseitig ausschließen und von denen pro Erzeugnis immer nur die eine oder die andere Variante eingebaut werden kann.

Alle Muß- bzw. Kann-Varianten, die gleichzeitig bei einem Erzeugnis zur Anwendung gelangen können, müssen unterschiedlichen Verkaufsgruppen zugeordnet werden.

Hier gilt bei der Bedarfsvorhersage der Additionssatz der Wahrscheinlichkeitsrechnung, der aussagt, daß die Wahrscheinlichkeit dafür, daß von zwei sich einander ausschließenden Ereignissen A und B das eine oder das andere auftritt, gleich der Summe aus den Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der einzelnen Ereignisse ist.

$$W(\text{entweder A oder B}) = W(A) + W(B)$$

Als Beispiel sei die Verkaufsgruppe Karosserie herangezogen, die vier sich ausschließende Varianten 001, 003, 006 und 008 umfaßt (vgl. Abb. 41). Weiter soll davon ausgegangen werden, daß die Wahrscheinlichkeiten für den Absatz dieser Varianten 10 %, 20 %, 30 % sowie 40 % betragen; daraus ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, z.B. eine Variante 001 oder 003 abzusetzen.

$$W(\text{entweder 001 oder 003}) = W(001) + W(003) = 10 \% + 20 \% = 30 \%$$

Die Wahrscheinlichkeit, irgendeine der Varianten abzusetzen, beträgt 100 %:

$$W(\text{irgendeine Variante}) = 10 \% + 20 \% + 30 \% + 40 \% = 100 \%$$

(100 % sind Voraussetzung, da eine Karosserie immer zu einem Fahrzeug gehört.)

Da z.B. die Kann-Variante Stabilisatoren (VG 501 in Abb. 41) und die Varianten der Karosserie (VG 001 in Abb. 41) sich nicht gegenseitig ausschließen, also in einem Erzeugnis gleichzeitig vorkommen können, bilden diese jeweils eine eigene Verkaufsgruppe.

Varianten, die in einem Erzeugnis unabhängig voneinander möglich sind, müssen also jeweils verschiedenen Verkaufsgruppen zugeordnet werden (Prinzip des 'sowohl als auch'). Hier gilt bei der Bedarfsvorhersage der Multiplikationssatz der Wahrscheinlichkeitsrechnung für unabhängige Ereignisse.

Wird z.B. die Kann-Variante Stabilisatoren mit einer Wahrscheinlichkeit von 30 % unabhängig von den Varianten der Karosserie abgesetzt, so gilt für die Wahrscheinlichkeiten, daß eine jeweilige Karosserie-Variante zugleich mit der Variante Stabilisatoren zu planen ist:

$$\begin{aligned} W(\text{sowohl Karosserie 001 als auch Stabilisatoren}) &= 10 \% \times 30 \% = 3 \% \\ W(\text{sowohl Karosserie 002 als auch Stabilisatoren}) &= 20 \% \times 30 \% = 6 \% \\ W(\text{sowohl Karosserie 003 als auch Stabilisatoren}) &= 30 \% \times 30 \% = 9 \% \\ W(\text{sowohl Karosserie 004 als auch Stabilisatoren}) &= 40 \% \times 30 \% = 12 \% \end{aligned}$$

Summe	30 %
-------	------

In der Summe werden also unabhängig von der Wahrscheinlichkeit der abgesetzten Karosserie-Variante Stabilisatoren mit einer Wahrscheinlichkeit von 30 % abgesetzt. Somit können die Stabilisatoren unabhängig von den Karosserie-Varianten als eigenständige Verkaufsgruppe geplant werden.

Der Bedarf an Varianten, die sich in einem Erzeugnis nicht gegenseitig ausschließen, aber auch nicht unabhängig voneinander auftreten, wird nach dem Multiplikationssatz für abhängige Ereignisse geplant.

Ist also beispielsweise die Wahrscheinlichkeit, die Kann-Variante Autoradio (VG 503 in Abb. 41) abzusetzen, wenn es sich um die Karosserie-Variante 001 handelt, gleich 30 %, bei 002 gleich 70 %, bei 003 gleich 40 % und bei 004 gleich 10 %, so ermittelt sich die Wahrscheinlichkeit für den Absatz von Autoradios insgesamt zu

$$\begin{aligned} W(\text{sowohl Karosserie 001 als auch Autoradio}) &= 10 \% \times 30 \% = 3 \% \\ W(\text{sowohl Karosserie 002 als auch Autoradio}) &= 20 \% \times 70 \% = 14 \% \\ W(\text{sowohl Karosserie 003 als auch Autoradio}) &= 30 \% \times 40 \% = 12 \% \\ W(\text{sowohl Karosserie 004 als auch Autoradio}) &= 40 \% \times 10 \% = 4 \% \end{aligned}$$

Summe	33 %
-------	------

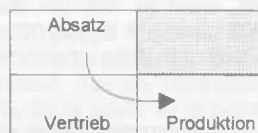
In der Summe werden also unabhängig von der Wahrscheinlichkeit der abgesetzten Karosserie-Variante Autoradios mit einer Wahrscheinlichkeit von 33 % abgesetzt. Somit können Autoradios zwar eine eigenständige Verkaufsgruppe bilden, sind aber in Abhängigkeit von den Karosserie-Varianten zu planen.

Beträgt die bedingte Wahrscheinlichkeit für B immer 100 %, wenn das Ereignis A auftritt, müssen beide zu einer einzigen Verkaufsgruppe vereinigt werden. (Prinzip des 'unter allen Umständen').

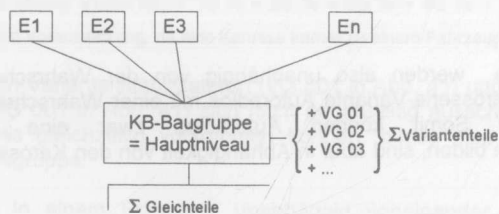
Die Merkmale dieses Planungstyps lassen sich damit wie folgt zusammenfassen:

Käuferverhalten am Markt	Es wird vom Käufer im allgemeinen akzeptiert, daß bei technischen Produkten eine dem Produkt angepaßte Lieferzeit besteht
Produkttyp	Standardisierte Varianten
Variantenreichtum	sehr hoher Variantenreichtum Bildungsregel: logisch bildbare und vorhersehbare Varianten
$DR = T_D - LZ$	für Konsumartikel ab Lager ($LZ = 0$) akzeptable Lieferzeit bei techn. Produkten
Stücklistenart	Varianten-Stücklisten Verkaufsgruppen-Technik
Beispiele von Produkten	Auto, Landwirtschaftsmaschine Pharma (Nasensalbe, Tabletten)
Aggregation im Absatzplan *	Hauptniveau = KB-Baugruppe + ΣVG
Planungsart	Gleichteile-, Variantenteile-, Montage- und Kombinationsplanung = VGA-Planung auf der Basis von Varianten-Stücklisten

Planungsablauf in der Vier-Quadranten-Planung:



* Aggregation im Absatzplan



5.1.3 Planungstyp 3 : Anonyme Vorfertigung

Bei diesem Planungstyp geht man davon aus, daß es nicht möglich ist, konkrete Endprodukte vor auszuplanen, da man aus den Vorfertigungsmaterialien beliebige unterschiedliche kundenabhängige Endprodukte herstellen kann (Sonderfall der Hauptniveauplanung).

Beispiel: Aluminium-Süßwarenfolie

Aus einer Alu-Mutterrolle können unzählige Folien-Endprodukte mit unterschiedlicher Breite und somit für unterschiedliche Kunden erstellt werden, z.B.:

- Osterhasenfolie,
- Pralinenfolie,
- Bonbonfolie, etc.

Eine Trennung der Mutterfolie wird aus wirtschaftlichen Gründen nur im Kundenauftragsfall durchgeführt. Aufgrund dieser Bedingung ergibt sich, daß es im Prinzip keinen Vertriebsplan gibt bzw. der Vertriebsplan gleich dem Produktionsplan ist.

Dies gilt auch für andere Fertigungen, wie z.B. für die Kabelherstellung.

Beispiel: Kabelherstellung

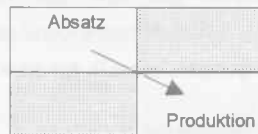
Fertigungsablaufart: Fließfertigung

Das Kabel wird ohne Rücksicht auf die später zu erwartenden Kundenaufträge endlos, z.B. in einer Länge von 150.000 m, produziert. Die Ablängplanung erfolgt zum Kundenauftragszeitpunkt.

Eine Vorplanung der abzulängenden Kabelware wäre in diesem Falle nur dann sinnvoll, wenn bestimmte Endprodukt-Standardlängen im Markt eingeführt wären.

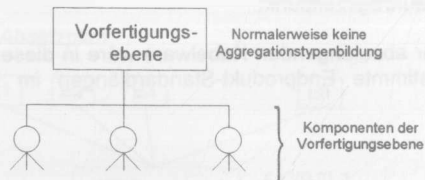
Käuferverhalten am Markt	Es wird davon ausgegangen, daß nur bei längerfristigen Aufträgen kurze Lieferzeiten realisiert werden können
Produkttyp	Kundenprodukt auf Basis standardisierter Vorfertigung
Variantenreichtum	sehr groß, marktmäßig nicht spezifizierbar
DR = 0	mittlere Lieferzeit, TD = LZ
Stücklistenart	Baukasten-Stücklisten
Beispiele von Produkten	Süßwaren-, Papier- und Zigarettenfolien, Kabelfertigung
Planungsebene	Vorfertigungsniveau
Aggregation im Absatzplan *	Planbare Vorfertigung (z.B. Mutterrolle bei Aluminiumfolien-Hersteller)
Planungsart	Kompletieren der Kundenaufträge aus Vorfertigung

Planungsablauf in der Vier-Quadranten-Planung:

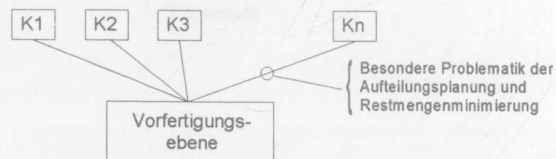


Vertriebsplan = Kundenauftragsbestand = Produktionsplan

* Aggregation im Absatzplan



Aufteilungsplanung



5.1.4 Planungstyp 4: Generierbarer Endprodukttyp

Die Stücklistenorganisation, also die Stücklistenerstellung und -verwaltung ist bei auftragsbezogener Fertigung grundsätzlich anders als bei Serien- oder Variantenfertigung. Der Unterschied liegt darin, daß Baugruppen und Teile über die gesamte Stücklistenstruktur hinweg, d.h. in allen Fertigungsstufen, oftmals keinen Funktionsinhalt aufweisen.

Die Enderzeugnisstruktur kann erst durch kundenabhängige Erzeugnisdaten erstellt werden.

Hierbei handelt es sich also um die Planung 'logisch bildbarer, aber nicht vorhersehbarer Erzeugnisse'.

In der Literatur findet man die zum generierbaren Endprodukt gehörenden Stücklistenorganisationen unter:

'Planungs-Stückliste'	}	
'Maximal-Stückliste'	}	nicht zur Fertigungsplanung und -
'Unfertige Stückliste'	}	steuerung benutzbare Stücklisten

(vgl. G. Zimmermann [1988], S. 38 ff und Hackstein [1989], S. 53 ff)

Derartige Stücklisten - oder auch Vorschlagsstrukturen - werden ausschließlich dafür bereitgestellt, um mit konstruktiv abgestimmten Verfahren kundenauftragsabhängige Stücklisten zu erstellen.

Voraussetzungen für diese Vorgehensweise sind:

- Das Vorhandensein einer Vorschlagsstruktur. Die Vorschlagsstruktur ist eine nicht baubare, nach Funktionsbegriffen, wie Pressrahmen, Heizplatte, Hydraulikgerät etc. aufgebaute Maximalstruktur. Ihre Komponenten können Klassenbegriffe oder technisch nicht bestimmte Stücklistenpositionen sein (vgl. Abb. 42).
- Das Vorhandensein von Klassifizierungsdaten (Klassen, bestimmende Merkmale, Merkmalsausprägungen, Rechenformeln) im Klassifizierungssystem.
- Das Vorhandensein von Planungsgrundlagen. Deren Inhalt dient:
 - als Kopiervorlage für später kommissionsspezifisch zu generierende Teile (vgl. Abb 43).
 - einer frühzeitigen Terminierung, Kapazitätsplanung, Kalkulation und Angebotsschreibung.

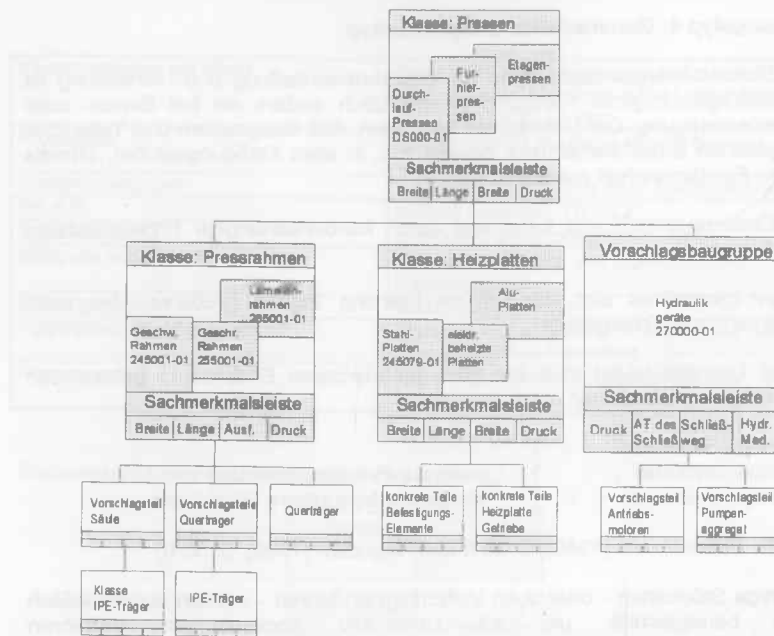
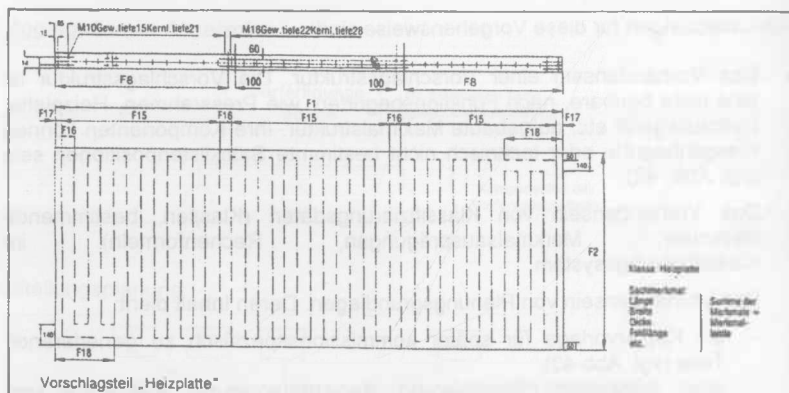


Abb. 42 'Unfertige Stückliste' bzw. Vorschlagsstruktur der Klasse 'Pressen'



HEIZPLATTEN 345079-01
 Merkmalsausprägungen
 F1=4700.00; F2=2000.00; F9=115;
 F15=1472.00; F16=92.00;
 F17=50.00; F18=418.00;
 I1=17; I2=51; I3=3;
 F8=1125.00; O2=300; N=3

Einige Heizdaten

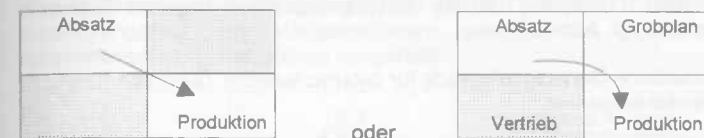
Temperaturdifferenz
 Vorlauf/Rücklauf = 8.0 C
 Druckdifferenz = 2.1 kp/cm³
 Pumpenleistung = 294l/Min
 Wärmebedarf = 141000 kcal/Std.

Abb. 43: Beispiel eines generierten Bauelementes 'Heizplatte'

Bezogen auf die Vier-Quadranten-Planung bedeutet das:

Käuferverhalten am Markt	Der Käufer nimmt Einfluß auf die Gestaltung der Produkte im Rahmen des Konstruktionsprinzips
Produkttyp	Generierbare Endprodukte
Variantenreichtum	Keine Standardvarianten. Durch die Generierungsmöglichkeit viele Varianten bzw. Ausprägungen möglich
$DR = T_D - LZ = 0$	T_D fast gleich LZ
Stücklistenart	Vorschlagsstückliste
Beispiele von Produkten	Furnierpressen, Zementkühler, Fenster- und Türenbau, Kesselbau etc.
Aggregation im Absatzplan *	keine
Planungsart	Kundenauftragsorientierte Fertigung mit geringer Vorfertigungsmöglichkeit

Planungsablauf in der Vier-Quadranten-Planung



Bei diesem Ablauf werden die Quadranten für diesen Planungstyp in einer anderen Weise verwendet:

Absatzplan	Keine Aggregation, Budgetierung der Unternehmensabsatzziele nach den Möglichkeiten der Planungsobjekte
Grobplan	Um die Plansituation abbilden zu können, werden fiktive Kundenauftragdaten angenommen und durch die Generierungsverfahren Grobplanungsdaten bereitgestellt.
Produktionsplan	Eingehende Kundenaufträge werden auf der Produktionsplanungsebene generiert und als Sumpfbjektplanung mit den fiktiven Grobplanungsdaten verrechnet.

Ein Ablauf über den Vertriebsplan-Quadranten ist nur dann sinnvoll, wenn der Anteil der Vorfertigungs-Komponenten des Endprodukts hoch und eine dementsprechende wertmäßige Beplanung möglich ist.

5.1.5 Planungstyp 5: Master Scheduling Planning

Die bisher dargestellten Planungstypen haben - bis auf den anonymen Vorfertigungstyp und den generierbaren Endprodukt-Typ - alle den gleichen Planungsablauf, bestehend aus der Erstellung folgender Teilpläne:

- Absatzplan,
- Vertriebsplan,
- Produktionsplan.

Der Grobplanungs-Quadrant wurde hierbei nicht berührt. Die Grobplanung für diese Planungstypen wird mit der ESK-Methode (= Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil) durchgeführt. Bevor auf die Planungsabläufe eingegangen wird, die auch den Grobplanungs-Quadranten in Anspruch nehmen, ist es erforderlich, wegen der in der Literatur sehr unterschiedlichen Auslegung des Begriffs Grobplanung diesen für die weiteren Ausführungen zu definieren.

5.1.5.1 Definition der Grobplanung

Nach Hackstein ([1989] S. 101) ist Grobplanung durch folgende Elemente gekennzeichnet (vgl. Abb. 44):

- unterschiedliche Genauigkeitsgrade für unterschiedliche Zeitstufen
- Datenverdichtungen.

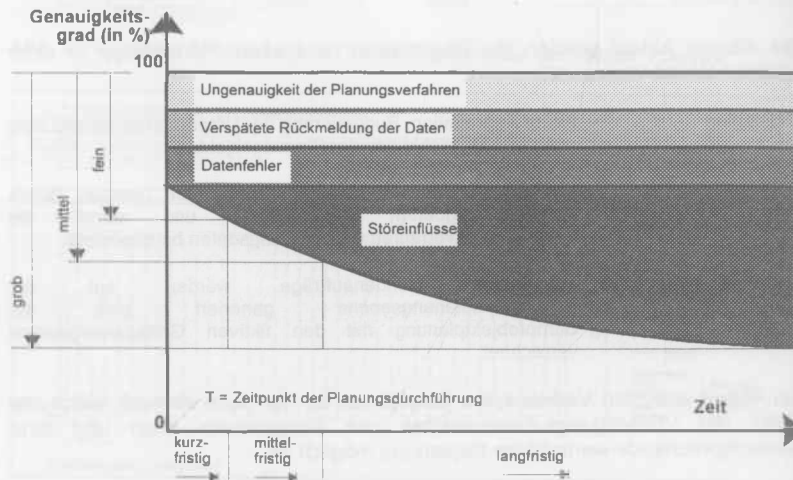


Abb. 44: Genauigkeitsgrad und Zeitstufen der Produktionsprogrammplanung (vgl. Hackstein [1989] S. 91, in Anlehnung an Thomas [1975], S. 113)

Grobe Planungsdaten sind für langfristige Planungen z.B. geschätzte Daten mittlerer Qualität oder Vergangenheitsdaten für ähnliche Sachverhalte, für mittelfristige und feine Planungen z.B. 'exakte' Sollzeiten.

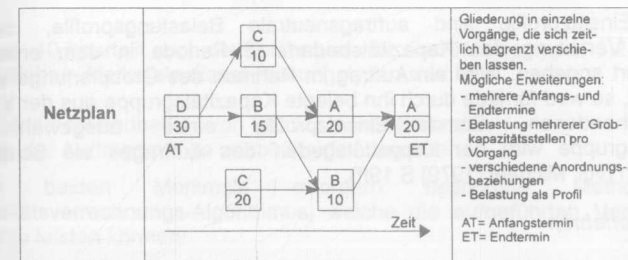
Die Genauigkeit der Planungsdaten kann aber nicht nur im Sinne der vorstehenden Beispiele variiert werden. Eine andere, häufig praktizierte Vorgehensweise bei der Planung mit unterschiedlichen Genauigkeitsstufen besteht darin, mit einer Datenverdichtung zu arbeiten (vgl. Hackstein [1989], S. 101).

Alle Verfahren der Datenverdichtung basieren auf dem Gedanken, die Datenmenge zu verringern, um die Planung bei groben Genauigkeitsansprüchen kostengünstig und schnell durchführen zu können.

Bekannte Datenverdichtungsmöglichkeiten (vgl. Michael [1979], S. 117 und Ludek Pitra [1983], S. 24) sind:

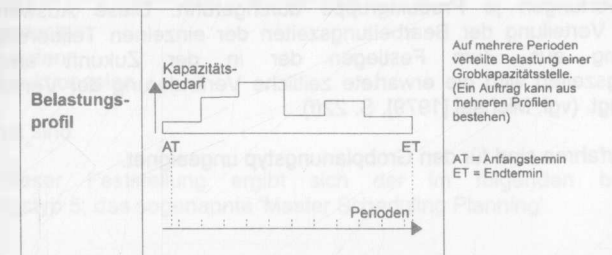
Netzplantechnik

Hierbei werden Arbeitsvorgänge zu immer größeren Ablaufabschnitten zusammengefasst, die Vorgangsdauern entsprechend aufsummiert und zusammengefasst in Netzplänen dargestellt.



Belastungsprofile

Hierbei wird der Gesamtkapazitätsbedarf eines ähnlichen, bereits früher gefertigten Auftrags zugrunde gelegt. Daraus wird der erwartete Kapazitätsbedarf des aktuellen Auftrags für die Teilbereiche der Fertigung abgeleitet und eine zeitliche Verteilung des Kapazitätsbedarfs vorgenommen.



Repräsentativverfahren

Hierbei wird für jede Produktart ein bezüglich Funktion, Leistung, Zusatzausrüstung usw. typisches Produkt ausgewählt. Aus den Arbeitsplänen der repräsentativen Produkte werden die Bearbeitungszeiten der Arbeitsvorgänge mit der entsprechenden Stückzahl multipliziert, wodurch sich der Kapazitätsbedarf für die einzelnen Teilbereiche errechnet und in Matrizen darstellen läßt.

Belastungs- matrix	Grobkapazitätsstellen	E	5	10	20	5		
		D		4	10	10		
		C			20	20	10	10
		B				5	5	
		A					10	20
								5

AT = Anfangstermin
ET = Endtermin

Auf mehrere Perioden verteilte Belastung mehrerer Grobkapazitätsstellen. (Eine Matrix kann pro Auftrag oder Baugruppe erstellt werden)

Standard-Einsatzprofile

Standard-Einsatzprofile sind auftragsneutrale Belastungsprofile, die die erwartete Verteilung des Kapazitätsbedarfs je Periode in dem erwarteten Prozentwert angeben. Wird ein Auftrag im Rahmen des Grobplanungssystems eingeplant, so wird für jede durch ihn belegte Kapazitätsgruppe aus der Vielzahl der vorhandenen Standard-Einsatzprofile eines ausgewählt. Je Kapazitätsgruppe wird der Kapazitätsbedarf des Auftrages als Schätzwert angegeben (vgl. Michael [1979] S 19ff).

Referenzverfahren

Dieses Verfahren geht von Ist-Werten bezüglich Stückzahlen und Bearbeitungszeiten je Teilbereich der Fertigung aus, wie sie in den vergangenen Jahren aufgetreten sind. Diese Ist-Daten werden aus den Nachkalkulationswerten gewonnen, die so eine ideale Grundlage zum Aufbau von Referenzdaten bilden. Um für die Referenzdaten zu berücksichtigen, daß im Laufe des vergangenen Jahres eine bestimmte Auftragsmischung von begonnenen und vollendeten Aufträgen bearbeitet wurde, werden Jahresauswertungen je Produktgruppe durchgeführt. Diese Auswertungen weisen die Verteilung der Bearbeitungszeiten der einzelnen Teilbereiche der Teilefertigung aus. Zum Festlegen der in der Zukunft erwarteten Bearbeitungszeiten wird die erwartete zeitliche Veränderung der Verteilungen berücksichtigt. (vgl. Michael [1979], S. 22ff).

Referenzverfahren sind für den Grobplanungstyp ungeeignet.

Um die Verwendbarkeit der in der Literatur dargestellten Verfahren bei der Vier-Quadranten-Planung für die Strategische Planungsebene zu prüfen, werden diese anhand geeigneter Merkmale analysiert:

Merkmal	Netzplan-technik	Belastungsprofile	Repräsentativverfahren	Standard-Einsatzprofile	Endprodukt Summen-Kapazitäts-Profil (ESK)
Generierungsfähig aus vorhandenen Stammdaten	möglich	nein	möglich	nein	ja
Verrechenbar mit den Planaufträgen der taktischen Planungsebene	nein	nein	nein	nein	ja
Zusätzlicher Erstellungs- und Pflegeaufwand	gering	mittel	gering	hoch	keiner (ergibt sich automatisch aus der Grunddatenpflege)
Fehlerquote für Planungstyp 1,2,3	hoch	sehr hoch	sehr hoch	hoch	gering
Engpaßmaterialien planbar	nein	nein	nein	nein	ja

Tab. 10: Eignung von Methoden für die Grobplanung

Die Tab. 10 beurteilt auch die Fehlerquote für die Planungstypen 1,2 und 3. Die wesentlichen Merkmale dieser Planungstypen sind:

- Wiederverwendbarkeit von Stücklistenkomponenten
- von der Auftragsmenge unabhängige Losgrößen.

Diese beiden Merkmale erfordern besondere Methoden im Kapazitätsverrechnungs-Algorithmus, welche die aufgeführten Verfahren nur teilweise leisten können.

Die Methoden

- Belastungsprofile,
- Repräsentativverfahren,
- Standard-Einsatzprofile

sind Verfahren, die aufgrund ihrer Eigenart bei der Vier-Quadranten-Planung in der Grobplanung nur für den Planungsweg

- Absatzplan,
- Grobplan,
- Produktionsplan

geeignet sind.

Aus dieser Feststellung ergibt sich der im folgenden beschriebene Planungstyp 5, das sogenannte 'Master Scheduling Planning'.

5.1.5.2Eigenschaften des Master Scheduling Planning

Käuferverhalten am Markt	Käufer geht davon aus, daß erst nach Auftragsvergabe genaue T_D geplant werden kann
Produkttyp	Generierbare Endprodukte nach Kundenspezifikation, Einmalproduktion
Variantenreichtum des Endproduktes	keine Varianten, immer neue bzw. ähnliche Produkte
$DR = T_D - LZ$	LZ annähernd gleich T_D , bzw. $LZ = T_D$
Stücklistenart	generierungsfähige Stücklisten, Einmalstückliste
Beispiele von Produkten	Transferstraßen, Brückenbau, Sondermaschinenbau, keine oder sehr geringe Wiederholfertigung
Planungsebene	Kundenaufträge
Aggregation im Absatzplan	keine
Planungsart	Kundenauftragsfertigung

Planungsablauf in der Vier-Quadranten-Planung:



Bei diesem Ablauf werden die Quadranten für diesen Planungstyp in einer anderen Weise benutzt.

- Absatzplan:

Summe aller abgegebenen Angebote
- Grobplan:

Summe der erhaltenen Aufträge. Planbasis sind die Angebote, mit den darin geplanten Kapazitäten und Materialien, die dann auf eines der dargestellten Grobplanungsverfahren übertragen werden.
- Produktionsplan:

Auftragskomplettierung, das Angebotsniveau wird auf ein Herstellungsniveau mit Stücklisten, Arbeitsplänen etc. gebracht.

5.2 Darstellung des Planungsablaufes der "Vier-Quadranten-Planung" sowie der dazugehörigen Verfahren

5.2.1 Grunddatentechnik

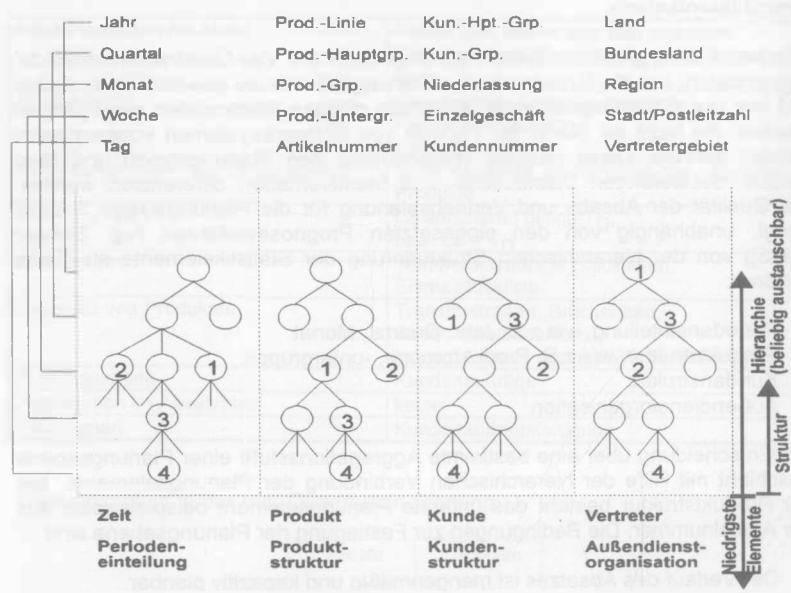
Wie jedes EDV-gestützte System benötigt auch die 'Vier-Quadranten-Methode' Stammdaten, um die Systematik des Planungsablaufs zu gewährleisten. Dabei soll hier nur auf die signifikanten, allgemein gültigen Stammdaten eingegangen werden, die nicht als Stand der Technik von Softwaresystemen vorausgesetzt werden können. Diese müssen entsprechend den Planungstypen und dem daraus resultierenden Distributions- und Marktverhalten differenziert werden. Die Qualität der Absatz- und Vertriebsplanung für die Planungstypen 1 bis 3 hängt, unabhängig von den eingesetzten Prognoseverfahren (vgl. Scheer [1983]) von der hierarchischen Strukturierung der Statistikelemente ab. Dazu gehören:

- Periodeneinteilung, wie z.B. Jahr, Quartal, Monat
- Produktstruktur, wie z.B. Produktgruppe, -untergruppe
- Kundenstruktur
- Außendienstorganisation

Die Entscheidung über eine bestimmte Aggregationsstufe einer Planungsebene geschieht mit Hilfe der hierarchischen Verbindung der Planungselemente. Bei der Produktstruktur besteht das unterste Planungselement beispielsweise aus der Artikelnummer. Die Bedingungen zur Festlegung der Planungsebene sind:

- Der Verlauf des Absatzes ist mengenmäßig und kapazitiv planbar.
- Betriebswirtschaftliche Bewertungsmaßstäbe sind ansetzbar, die ein Budgeting und eine Kapazitätsplanung ermöglichen.
- Die Planungselemente können auf einzelne fakturier- und planbare Artikelnummern zurückgeführt werden.

5.2.1.1 Planungsobjekt-Strukturen



- 1: Aggregationsniveau Absatzplan (Monat, Produkt-Gruppe, Kunden-Gruppe, Land)
- 2: Aggregationsniveau Vertriebsplan (Monat, Produkt-Gruppe, Niederlassung, Region)
- 3: Aggregationsniveau Produktionsplan (Woche, Produkt-Untergr., Kundengruppe, Bundesland)
- 4: Datenentstehungs-Ebene (Tag, Artikelnummer, Kundennummer, Vertreternummer)

Abb. 45: Planungsobjekt-Strukturen einer 'Vier-Quadranten-Planung'

Das Aggregationsproblem lässt sich wie folgt allgemein darstellen:

Für jede Einheit (im Jahr X abgesetzte Erzeugniseinheit) existiert zur statistischen Beschreibung ein n-dimensionaler Merkmalsraum. Dieser ist eine Kombination von n Merkmalen zur Beschreibung jeder Einheit, hier mit den 4 Dimensionen Vertriebsperiode, Produktstruktur, Kundenstruktur und Außendienstorganisation. Der Merkmalsraum dient damit der Klassifizierung der Einheiten (= Typenbildung).

Jedes der Merkmale weist dabei keine feste Anzahl von Ausprägungen auf, sondern es ergibt sich die jeweilige Anzahl der Merkmalsausprägungen durch die verschiedenen, frei wählbaren Stufen der Aggregation (= Ebene oder Aggregationsniveau) der Ausprägungen eines jeden Merkmals. Beginnend mit der Individualebene (1. Ebene) der Datenentstehung ergeben sich über baumartige Verdichtungen der Ausprägung - soweit sinnvoll - beliebige kollektive Merkmale höherer Ebenen, also auf höherem Aggregationsniveau. Dadurch erhält man die Möglichkeit der Klassifizierung mit zunehmender Komplexität.

Die Aggregation kann bei jedem der Merkmale unabhängig von den übrigen Merkmalen erfolgen, d.h. wenn es sinnvoll ist, kann das erste Merkmal in der 2. Ebene mit dem zweiten Merkmal in der 3. Ebene usw. kombiniert werden.

Die höchste Ebene aller Merkmale beschreibt in Kombination nur noch einen Typ, nämlich 'alle im Jahr X bei allen Kunden durch die gesamte Außendienstorganisation abgesetzten Produkte des Unternehmens'.

Als Graph verwendet man einen Baum, der zwar Kombinationen beliebig vieler Merkmale gemeinsam abbilden kann, aber schnell an Übersichtlichkeit verliert, bzw. im 2-dimensionalen Fall eine Matrix, im 3-dimensionalen Fall eine als Quader darstellbare 3-dimensionale Matrix.

Das folgende Beispiel (vgl. Abb. 46) zeigt einen Merkmalsraum mit zwei Dimensionen, d.h. 2 Merkmalen, nämlich der Periode und der Außendienstorganisation. In den Zellen der Matrix stehen die Kombinationen der Merkmalsausprägungen, also die Aggregationsypen, die sich durch unterschiedliche Aggregationsniveaus bilden, beispielhaft nur für die ersten beiden Ebenen gekennzeichnet, aus Platzgründen jedoch nicht vollständig.

Beispiel:

Periode	Außendienstorganisation	Anzahl Aggregationstypen
1. Ebene	1. Ebene	1,2,...,48
1. Ebene	2. Ebene	A, B,...X (im Kreis)
2. Ebene	1. Ebene	1,2,...,16 (im Rechteck)
2. Ebene	2. Ebene	I,II,...,VIII

In der Sprache der Mengenlehre lässt sich dies für die letzte Zeile der obigen Tabelle wie folgt formulieren:

1. Individual-Merkmal

Monat = {M1, M2, ... ,M12}
aggregiert zur Menge der Quartale, 2. Ebene :
Quartal = Q1 = {M1, M2, M3}, Q2 = {M4, M5, M6}, Q3 = {M7, M8, M9}
Q4 = {M10, M11, M12}

2. Individual-Merkmal:

Gebiet = {G1, G2, G3, G4}

Aggregiert zur Menge der Bundesländer, 2. Ebene:

Bundesland = B1 = {G1, G2}, B2 = {G3, G4}

Die Menge aller geordneten Paare dieser beiden Aggregationsniveaus ergibt sich aus dem Produkt der Mengen Quartal und Bundesland und stellt damit die Menge der 8 Typen dar, die in Abb. 46 mit I, II, III, ..., VIII bezeichnet ist.

Quartal x Bundesland =

{{(Q1;B1), (Q1;B2), (Q2;B1), (Q2;B2), (Q3;B1), (Q3;B2), (Q4;B1), (Q4;B2)}}

Periode		Ebene			
		Land			
		Bundesland 1		Bundesland 2	
Jahr	Außen- dienst- organi- sation	Gebiet 1	Gebiet 2	Gebiet 3	Gebiet 4
1. Qu.	1. Mon.	1	(A) 2	3	(B) 4
	2. Mon.	5	(C) 6	7	II 8
	3. Mon.	9	10	11	12
	1. Mon.	13	usw.		
	2. Mon.		III usw.	(7)	IV (8)
	3. Mon.				
	1. Mon.				
	2. Mon.	(9)	V (10)	(11)	VI (12)
	3. Mon.				
	1. Mon.				
	2. Mon.	(13)	VII (14)	(15)	VIII (16)
	3. Mon.				
3	2	1	Ebene		

Abb. 46: 2-dimensionaler Merkmalsraum mit je 3 Aggregationsniveaus der Merkmalsausprägungen

Jeder Strukturknoten (Merkmalsausprägung) kann zur Bildung eines Planungsobjekt herangezogen werden. Der für den späteren Planungsablauf entscheidende Ansatz ist die Verknüpfung der Planungsobjekte zur 'Vertikalen Planungsstruktur', unabhängig davon, wie diese ausgewählt wurden.

Mit Hilfe der Planungsobjekt-Strukturen lassen sich die Aggregationsebenen für die jeweiligen Teilpläne festlegen:

- Absatzplan,
- Vertriebsplan,
- Produktionsplan.

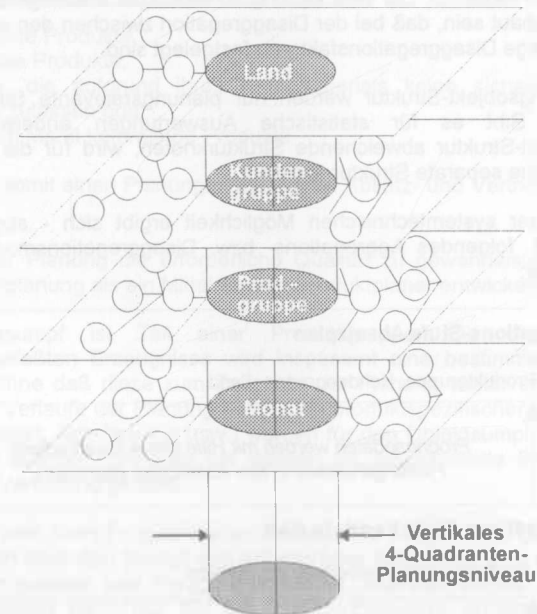


Abb. 47: Verknüpfung der Planungsobjekt-Strukturen für ein bestimmtes Aggregationsniveau, z. B. für den Absatzplan

Die Planungsobjekt-Strukturen mit den ihr zugeordneten Planungselementen sind die Basis der Datenaggregation für einen Teilplan, z. B. für den Absatzplan.

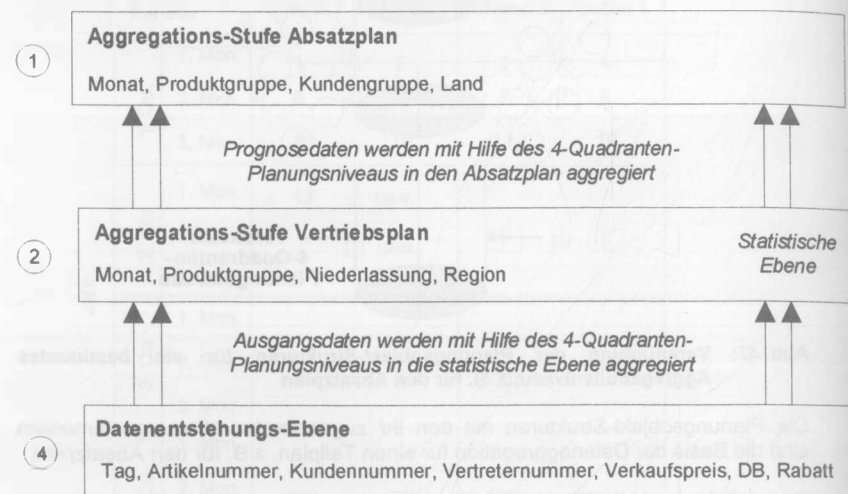
So wird der in Abb. 47 dargestellte Absatzplan mit folgenden Strukturknoten aggregiert:

Periodeneinteilung:	Alle statistischen Ausgangsdaten werden auf Monatsebene aggregiert.
Produktstruktur:	Alle aktiven Marktdaten werden auf Produktgruppenebene aggregiert.
Kundenstruktur:	Alle Kundendaten werden auf Kundengruppenebene aggregiert.
Außendienstorganisation:	Die statistischen Vertriebsdaten werden auf Landesebene aggregiert.

Jedem Teilplan der strategischen Planungsebene wird eine definierte Verknüpfung der Planungsobjekte zugeordnet. Die im Beispiel dargestellte Verknüpfung entspricht der Aggregationsstufe der Absatzplanung. Für die beiden anderen Teilpläne, Vertriebs- und Produktionsplan, wird jeweils eine andere Verknüpfung auf der Basis der Planungsobjekt-Strukturen festgelegt. Damit sind auch die Disaggregationsstufen innerhalb des Planungsablaufes der Planungstypen bestimmt. Die Verknüpfung zu einem darunterliegenden Teilplan muß so aufgebaut sein, daß bei der Disaggregation zwischen den zwei Ebenen immer eindeutige Disaggregationsfaktoren festgelegt sind.

In die Planungsobjekt-Struktur werden nur planungsrelevante Strukturknoten eingeordnet. Gibt es für statistische Auswertungen andere, von der Planungsobjekt-Struktur abweichende Strukturknoten, wird für die statistische Auswertung eine separate Struktur angelegt.

Aufgrund dieser systemtechnischen Möglichkeit ergibt sich - abgeleitet aus Abb. 45 - z.B. folgendes Aggregations- bzw. Disaggregationsmodell für den Vertriebssektor:



§ 2.1.2 Objektsumpfplanung

Der Planungsablauf beginnt im allgemeinen mit der Ermittlung von Prognosewerten. Eine Prognose projiziert das Verhalten einer betriebswirtschaftlichen Größe von der Vergangenheit in die Zukunft. Diese Art des Vorgehens trifft nicht immer alle tatsächlichen zukünftigen Tatbestände, z.B. bleibt meist unberücksichtigt, daß es sich z.B. um

- auslaufende Produkte,
- substitutive Produkte,
- Produkte, die aufgrund ihres Datenmaterials keine sichere statistische Aussage zulassen oder
- neu in den Markt kommende Produkte

handelt, die somit einen Planungsanspruch im Absatz- und Vertriebsplan haben müssen.

Um bei einer Planung die erforderliche Qualität zu gewährleisten, wurde die Objektsumpfplanung als ein Mittel für den Produktplaner entwickelt.

Der Objektsumpf ist Teil einer Produktgruppe. Für die im Sumpf zusammengefaßten Erzeugnisse wird insgesamt eine bestimmte Planmenge festgelegt, ohne daß diese zum Zeitpunkt der Planung weiter aufgeschlüsselt wird. Die im Verlaufe der Planung benötigten produktspezifischen Informationen (z.B. Stücklisten, Arbeitspläne usw.) werden für den Objektsumpf vom 'Leader' der Gruppe übernommen oder sie werden als pauschalisierte Plandaten dem System zur Verfügung gestellt.

Obwohl die dem Sumpf zugeordneten Erzeugnisse einzeln nicht geplant werden können, kann über den Sumpf das erforderliche Budget für den späteren Soll-Ist-Vergleich gebildet und Fertigungskapazität reserviert werden. Der Einkauf von Rohmaterial kann nur für das Leader-Erzeugnis erfolgen. Ansonsten können für die Sumpferzeugnisse weder Rohmaterialien vorgeplant werden noch kann eine Eintragung in die Primärbedarfsdatei erfolgen. Erst nach Eingang eines Kundenauftrages erfolgt dessen Verrechnung mit der Sumpfmenge. Damit verringert sich das dispositive Risiko, da erst im Auftragsfalle beschafft und gefertigt wird.

Wesentlich ist, daß der betriebswirtschaftliche und kapazitive Kreislauf der Planung aufrecht erhalten wird. Für alle kalkulatorischen und kapazitiven, zum Teil auch materialtechnischen Planungsvorgänge stellt das Leader-Erzeugnis stets die Sollwerte zur Verfügung

Erzeugnisse, die dem Objektsumpf zugeordnet sind, sowie Sumpferzeugnisse mit Planungsstücklisten, bei denen die Fertigung mit einem gewissen Risiko vor Eingang eines Kundenauftrages gestartet werden soll, können über eine stufenweise Freigabe durch Abstimmung mit dem Vertrieb in die Produktionsplanung übernommen werden.

Die Größe des Objektsumpfes ist abhängig von der Sicherheit, mit der die Prognosen erstellt werden können. Sie ist eine Steuergröße, die vom Vertriebsplaner festgelegt wird. Je größer die Verwendbarkeit der Teile der Sumpferzeugnisse ist, desto kleiner ist das Sumpfrisiko.

Datum: xxxx Zeit: xxxx		Planungssumpf festlegen		
Mandant:	CASGB01	Plannr.:	RKA199X	Pl.Type: 5623
MPI-Hierarchie:	CASGB01	Kal.Periode:	199X	
Kundengruppe:	.....	Prod.gruppe:	2347 P	
Mitarb.gruppe:	.....	Region:	.....	
Ltz.Verwaltg.: 12.05.9X		Planer: DAL01		
Planungsobjektmenge SOLL:		0	30	
Planungsobjektmenge IST:		0	0	
Erzeugnis	Prognose	Vertriebsplan	Mix (%)	Sumpf
70897	159,3	164	80	
70898	50,1	41	20	
70899	1,3	1	0	S

Abb. 48: Datenmäßige Festlegung eines Objektsumpfes

Die im Objektsumpf zusammengefaßten Erzeugnisse und deren Bearbeitung werden in Übersichtsbildern dargestellt (vgl. Abb. 48 und 49).

Datum: xxxx Zeit: xxxx		Planungssumpf bearbeiten	
Mandant:	CASGB01	Plannr.:	RKA199X
MPI-Hierarchie:	CASGB01	Kal.Periode:	199X
Kundengruppe:	.....	Prod.gruppe:	2347 P
Mitarb.gruppe:	.....	Region:	.....
Erzeugnis	Vertr. Plan-Menge	Prod. Plan-Menge	Wied. besch. zeit
70897	1	2	45
70898	4	4	75
70899	6	5	66
80111	4	4	47

Abb. 49: Bearbeitung eines Objektsumpfes

5.2.1.3 Zeit- und Saisonfaktoren

Im Planungsablauf werden Mengen und Zeitintervalle in unterschiedlichster Weise aggregiert bzw. disaggregiert. Die Periodeneinteilung im Absatzplan ist z.B. der Monat, somit sind aus der Jahresmenge 12 Einzelmengen festzulegen. Die Einzelmengen können einen unterschiedlichen Verlauf haben (konstant, saisonal, trend- oder trendsaisonal-förmig etc.). Die Periodeneinteilung im Vertriebsplan ist z.B. die Woche, somit sind hier aus der Monatsmenge 4 einzelne Wochenmengen festzulegen. Die Ermittlung erfolgt über die Zeit- und Saisonfaktoren analog zum Absatzplan. Ein Beispiel für eine derartige Disaggregation von Mengen und Zeitintervallen ist in Abb. 50 dargestellt.

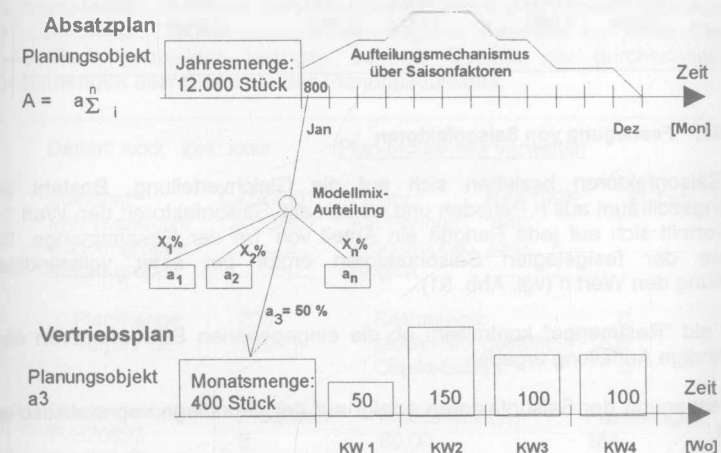


Abb. 50: Disaggregation von Menge und Zeitintervall

Es werden so viele Saisonfaktoren festgelegt, wie Produktstrukturen vorhanden sind. Nur dadurch gelingt es, jede Produktgruppe absatzgerecht zu planen. Saisonfaktoren können auch periodenabhängig bestimmt werden, denn das Absatzverhalten kann z.B. von Monat zu Monat schwanken.

Grundsätzlich besteht ein Aufteilungsvorgang aus zwei Schritten:

- Mengenaufteilung im Planungszeitraum mit Hilfe von Saisonfaktoren
- Die Disaggregation der Absatzmenge in ein darunterliegendes Planungsobjekt mit Hilfe von Modell-Mix-Faktoren

Datum: xxxx Zeit: xxxx		<u>Plan-Saisonfaktoren verwalten</u>	
Mandant:	CASGB01	Plannr.:	RKA199X
MPI-Hierarchie:	CASGB01	Kal.Periode:	199X
Kundengruppe:	.....	Prod.gruppe:	2347 P
Mitarb.gruppe:	.....	Region:	.....
Restmenge:	.....	Toleranz unten:	.....
Toleranz oben:	.....		

Periode	Faktor	Periode	Faktor	Periode	Faktor
01/9X	1,000	02/9X	0,900	03/9X	0,900
04/9X	0,800	05/9X	1,300	06/9X	1,300
07/9X	1,000	08/9X	1,000	09/9X	1,000
10/9X	1,000	11/9X	0,850	12/9X	0,950

Abb. 51: Festlegung von Saisonfaktoren

Die Saisonfaktoren beziehen sich auf die Gleichverteilung. Besteht der Planungszeitraum aus n Perioden und weisen alle Saisonfaktoren den Wert 1,0 auf, verteilt sich auf jede Periode ein Anteil von 1/n der Gesamtmenge. Die Summe der festgelegten Saisonfaktoren ergibt bei einer vollständigen Aufteilung den Wert n (vgl. Abb. 51).

Das Feld "Restmenge" kontrolliert, ob die eingegebenen Saisonfaktoren eine vollständige Aufteilung ergeben.

Die Festlegung der Saisonfaktoren erfolgt auf der Grundlage von statistischen Daten.

Die Aufteilung bezieht sich:

- auf ein einzelnes Planungsobjekt,
- auf eine bestimmte Anzahl von Planungsobjekten gemeinsam,
- als Sonderfall auf alle Planungsobjekte.

5.2.1.4 Modell-Mix-Faktoren

Innerhalb der Produktstruktur erfolgt mit der Modell-Mix-Planung das Aufteilen von Planmengen für Planungsobjekte des aktuellen Aggregationsniveaus auf die Planungsobjekte des darunter liegenden Aggregationsniveaus.

Hierbei sind nur solche Erzeugnisse zu berücksichtigen, die in den letzten zwei Jahren am Absatz beteiligt waren. Alle nicht berücksichtigten Erzeugnisse werden über den Objektsumpf geplant.

Die Modell-Mix-Faktoren gelten für jedes Erzeugnis eines Planungsobjektes und können für jede Periode gesondert berechnet werden.

Sie werden ähnlich wie die Saisonfaktoren ermittelt und ergeben sich aus den statistischen Durchschnittsmengen vergangener Perioden für jedes Element eines Planungsobjektes bezogen auf die Summe der durchschnittlichen Absatzmengen aller Elemente des Planungsobjektes.

Datum: xxxx Zeit: xxxx		<u>Plan-Modell-Mix verwalten</u>	
Mandant:	CASGB01	Plannr.:	RKA199X
MPI-Hierarchie:	CASGB01	Kal.Periode:	199X
Kundengruppe:	.....	Prod.gruppe:	2347 P
Mitarb.gruppe:	.....	Region:	.....
Planmenge:	205	Restmenge:	0
Vorjahr-Ist:	189	Modell-Mix gesamt..	205
		Objekt-Sumpf:	0

Planungsobjekt	Prognose	Modell-Mix (%)	Planmenge
F-H70897	0	80,00	164
F-H70898	0	20,00	41
F-H70899	0	0,00	0

Abb. 52: Festlegung der Modell-Mix-Faktoren

Die Aufteilung der Planungsobjekt-Mengen auf die einzelnen Erzeugnisse erfolgt

- einzeln für jedes Planungsobjekt,
- für eine bestimmte Anzahl von Planungsobjekten gemeinsam oder
- für alle Planungsobjekte geschlossen.

5.2.2. Planungsablauf Absatz- und Vertriebsplan

Im folgenden Abschnitt sollen anhand von Abb. 53 der Planungsablauf, die wesentlichen Aufgaben der einzelnen Teilpläne

- Absatzplan,
- Vertriebsplan

sowie deren strategische Bedeutung beschrieben werden.

Absatzplan

Der betriebliche Planungsprozeß beginnt auf der strategischen Planungsebene normalerweise mit der Festlegung des Gesamtumsatzzieles für das nächste Geschäftsjahr. Der Vertrieb hat danach die Aufgabe, die Absatzplanung auf die Zielfestsetzung der strategischen Planung hin abzustimmen. Planungsbasis ist hierfür die Planungsobjekt-Struktur, die in der Summe die vorgegebenen Ziele im Bereich des Absatzplanes erfüllen soll.

Die Planwerte für den Absatzplan können auf verschiedene Weise als Anfangslösung ermittelt werden:

A: Aktive Budgetierungsplanung: Aufteilung des Absatzzieles auf die einzelnen definierten Produktgruppen ausgehend von der Umsatzzielvorgabe.

B: Aggregierte Prognosen

Bei diesem Verfahren wird mit der statistischen Datenentstehungsebene nach den Regeln der Aggregation für den Absatzplan eine zweite strategische Datenebene geschaffen. Mit den aggregierten Daten wird eine Absatzmengenplanung auf der Basis von Absatzprognosen durchgeführt.

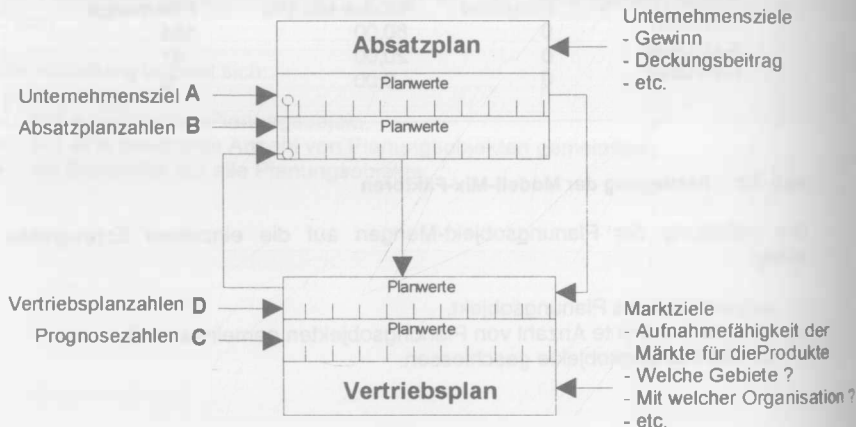


Abb. 53: Planungsablauf zwischen dem Absatz- und Vertriebsplan

Vertriebsplan

Der Vertriebsplan ist das Planungsinstrument für den Markt. Mit ihm werden auf der Basis von Prognosen und/oder manueller Festlegungen aufgrund von Analysen auf den Ebenen:

- Produktaggregation
- Mengen in der Periode
- Kundenpotentiale
- Umsatzanteile der Außendienstorganisationen

entsprechend der festgelegten Planungsobjekt-Strukturen geplant.

Dabei werden

- bereits vorhandene Kundenaufträge,
- Handelswaren sowie
- externe Mengenbeschaffungen

mit eingeplant.

Innerhalb der 'Strategischen Planungsebene' eines integrierten Unternehmensplanungssystems sind bei der Erstellung des Vertriebsplans folgende Aufgaben durchzuführen:

- Die in der Datenentstehungsebene vorhandenen Daten mit Hilfe der Planungsobjekt-Struktur auf die dort definierte Aggregationsebene zu aggregieren und sie für die Prognoseverfahren bereitzustellen,
- Vorhersagemethoden durchzuführen und die Vertriebsplanungsdaten fortzuschreiben,
- Gesamtanalysen der Ergebnisse durchzuführen. Dabei werden folgende Analysenebenen einbezogen:

- 'Strategische Absatzmarktanalyse'

Die Strategische Absatzmarktanalyse schließt die Analyse im Sinne einer Offenlegung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen und die Prognose, d.h. die Ermittlung alternativer Absatzmarktentwicklungen, ein. Die strategische Absatzmarktanalyse bezieht sich auf dieser Ebene auf die Bereitstellung von Informationen zum Markt, in dem das Unternehmen im Wettbewerb steht und der die Quelle von strategischen Chancen und Gefahren darstellt. Diese resultieren aus einem Wandel in den grundlegenden Charakteristika der Kunden und deren Bedarf sowie der Wettbewerbssituation.

Die strategische Unternehmensanalyse dient der Problemerkennung und der Prognose auf der Gesamtunternehmensebene, der Geschäftsfeldebene und der Produkt-Markt-Ebene:

- 'Gesamtunternehmensebene'

Auf der 'Gesamtunternehmensebene' stehen im Mittelpunkt Entscheidungen über die Auswahl der Märkte, in denen ein Unternehmen tätig sein will. Die Einbeziehung der Gesamtunternehmensebene ist dann erforderlich, wenn ein Unternehmen in mehreren Produkt-Markt-Kombinationen operiert und damit deren Gesamtbetrachtung erforderlich wird. Demzufolge entfällt dieser Analyseschritt bei Unternehmen, die nur eine Leistung anbieten.

- 'Strategische Geschäftsfeldebene'

Die Strategische Geschäftsfeldebene stellt gewöhnlich eine Zusammenfassung mehrerer Produkt-Markt-Kombinationen dar, die hinreichend viele Gemeinsamkeiten aufweisen, um eine derartige Zusammenfassung zu rechtfertigen. Wird eine Aggregation von Produkt-Markt-Kombinationen (Planungsobjekt-Strukturen, vgl. Abb. 46) in einem strategischen Geschäftsfeld vorgenommen, dann bedingt diese Aggregation, daß die Bewertung der Chancen und Risiken sowie Stärken und Schwächen über mehrere Produkt-Markt-Kombinationen hinweg nur noch als Durchschnitte zu interpretieren sind, mithin Unterschiede in den Produkt-Markt-Kombinationen nicht deutlich hervortreten.

- 'Produkt-Markt-Ebene'

Auf der Produkt-Markt-Ebene stehen Analysen im Vordergrund, die eine Verbesserung der Wettbewerbsposition in den einzelnen Produkt-Markt-Kombinationen unterstützen sollen. Spezifische Analysefelder sind die Charakteristika der Absatzmärkte, Beschaffungsmärkte, der Branchen sowie der bedeutendsten Wettbewerber. Diese Sichtweise ist im Gegensatz zu einer rein kundenorientierten Betrachtungsweise auf die Kundengewinnung zu Lasten der Wettbewerber ausgerichtet, die durch eine Vielzahl von Maßnahmen erreicht wird, die über eine bessere Erfüllung der Bedarfsanforderungen hinausgehen.

Ausgehend von diesen Analysen wird eine grundsätzliche Strukturierung der Absatz- und Vertriebsplanung nach folgenden Dimensionen vorgenommen:

1. Zeitachse
2. Produktstruktur
3. Markt-(Vertriebs-)Struktur

Für die Planung innerhalb der Dimensionen 1 und 2 gilt folgender Algorithmus (vgl. Abb. 54):

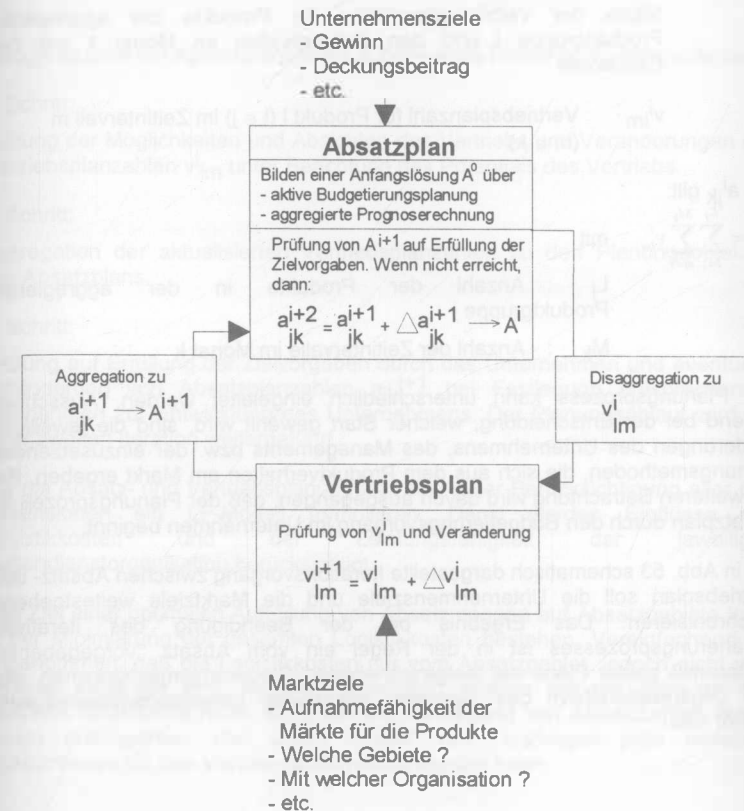


Abb. 54: Abgleichungs-Algorithmus zwischen Absatz- und Vertriebsplan

A^i : Matrix der Absatzplanzahlen der in Abb. 46 festgelegten Planungsobjekt-Strukturen mit den Elementen

a^i_{jk} : Summe der Absatzplanzahlen für die aggregierte Produktgruppe j und den Monat k

i: Iterationsschritt

j: aggregierte Produktgruppe

k: Monat

V^i : Matrix der Vertriebsplanzahlen für Produkte der aggregierten Produktgruppe j und den Zeitintervallen im Monat k mit den Elementen

v^i_{lm} : Vertriebsplanzahl für Produkt l ($l \in j$) im Zeitintervall m ($m \in k$)

Für a^i_{jk} gilt:

$$a^i_{jk} = \sum_{l=1}^{L_j} \sum_{m=1}^{M_k} v^i_{lm} \quad \text{mit}$$

L_j : Anzahl der Produkte in der aggregierten Produktgruppe j

M_k : Anzahl der Zeitintervalle im Monat k

Der Planungsprozess kann unterschiedlich eingeleitet werden. Ausschlaggebend bei der Entscheidung, welcher Start gewählt wird, sind die jeweiligen Forderungen des Unternehmens, des Managements bzw. der einzusetzenden Planungsmethoden, die sich aus dem Produktverhalten am Markt ergeben. Bei der weiteren Betrachtung wird davon ausgegangen, daß der Planungsprozeß im Absatzplan durch den Budgetierungsvorgang im Unternehmen beginnt.

Der in Abb. 53 schematisch dargestellte Iterationsvorgang zwischen Absatz- und Vertriebsplan soll die Unternehmensziele und die Marktziele weitestgehend synchronisieren. Das Ergebnis bei der Beendigung des iterativen Annäherungsprozesses ist in der Regel ein vom Absatz "vorgegebener" Kompromiß beider Pläne bei festgeschriebenen Steuerungsmechanismen, wie z.B. Organisationsform des Vertriebs, eventueller Investitionsnotwendigkeit, Zukauf usw.

Vereinfacht kann der Planungsablauf zwischen Absatzplan und Vertriebsplan wie folgt beschrieben werden (vgl. Abb. 54):

1. Schritt:

Bildung einer Anfangslösung für die Absatzplanzahlen der gewählten Planungsobjekt-Strukturen unter Beachtung der unternehmerischen Zielstellungen durch aktive Budgetierungsplanung oder aggregierte Prognoserechnung.

2. Schritt:

Disaggregation der Absatzplanzahlen auf gewählte Produkte, Zeitintervalle usw.

3. Schritt:

Prüfung der Möglichkeiten und Absichten des Vertriebs und Veränderungen der Vertriebsplanzahlen v^i_{lm} unter Beachtung des Potentials des Vertriebs.

4. Schritt:

Aggregation der aktualisierten Vertriebsplanzahlen zu den Planungsobjekten des Absatzplans.

5. Schritt:

Prüfung auf Erfüllung der Zielvorgaben durch das Unternehmen und eventuelle Veränderung von Absatzplanzahlen a^{i+1}_{jk} bei Festlegung entsprechender Maßnahmen zur Entwicklung des Unternehmens. Der Planungsablauf wird mit einer zweiten Iteration weitergeführt.

Für die Absatz- und Vertriebsplanung läßt sich unter Berücksichtigung aller drei Dimensionen ein LP-Modell formulieren. Damit werden Einflüsse von Logistikkosten und der Leistungsfähigkeit der jeweiligen Außendienstorganisation berücksichtigt.

Das Ziel einer optimalen Aufteilung von Absatzmengen auf Absatzgebiete kann in der Minimierung der gesamten Logistikkosten bestehen. Vereinfachend sei angenommen, daß die Logistikkosten nur vom Absatzgebiet, jedoch nicht vom Produkt abhängig sind. Interne Kapazitäten spielen bei der Planung des Vertriebs noch keine Rolle, es ist bei der Festlegung von Absatzzahlen immer davon auszugehen, daß durch Zukauf von Leistungen jede beliebige Absatzmenge für den Vertrieb bereitgestellt werden kann.

Die Variablen des Modells sind die Absatzmengen der Produktgruppen in den einzelnen Gebieten:

x_{pg} : Absatzmenge der Produktgruppe p im Absatzgebiet g mit
 $p = 1, 2, \dots, P$ Produktgruppen und
 $g = 1, 2, \dots, G$ Absatzgebieten

Die Konstanten des Aufteilungsmodells bestehen einmal in den Logistikkosten, die für jedes Absatzgebiet in Geldeinheit je Mengeneinheit bekannt sind und vereinfacht als unabhängig von der Produktgruppe anzusehen sind. Desweiteren seien Absatzmindestmengen für jedes Gebiet vorgesehen, damit verhindert wird, daß der gesamte Absatz nur in Gebiete mit niedrigen Logistikkosten geht. Eine Absatzhöchstmenge beschreibt die Leistungsfähigkeit der Außendienstorganisation eines Gebietes. In beiden Fällen wird angenommen, daß es sich jeweils um einen pauschalen Produktgruppen-Mix handelt. Ansonsten wäre sowohl Mindest- als auch Höchstmenge für jedes Produkt und jedes Gebiet einzeln festzulegen.

L_g : Logistikkosten für den Absatz einer Mengeneinheit irgendeiner Produktgruppe im Gebiet g
 $x_{\min_g}$: Mindestabsatz aller Produktgruppen im Gebiet g
 $x_{\max_g}$: Maximaler Absatz aller Produktgruppen im Gebiet g
 D_p : monatlicher Gesamtabsatz der Produktgruppe p laut Absatzplan

Somit lautet die Zielfunktion:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{p=1}^P (x_{pg} * L_g) = \text{Min!}$$

Die Restriktionen für die Absatzmindest- und Höchstgrenzen lauten:

$$\sum_{p=1}^P x_{pg} \geq x_{\min_g} \quad \text{für } g = 1, 2, \dots, G$$

$$\sum_{p=1}^P x_{pg} \leq x_{\max_g} \quad \text{für } g = 1, 2, \dots, G$$

Sichergestellt wird durch weitere Restriktionen, daß die im Absatzplan für eine Periode festgelegten Absatzzahlen einer Produktgruppe in allen Gebieten zur Erreichung des angestrebten Deckungsbeitrages auch erfüllt wird:

$$\sum_{g=1}^G x_{pg} = D_p \quad \text{für } p = 1, 2, \dots, P$$

Die Disaggregation auf ein kürzeres Zeitintervall und die Aufteilung der Monatszahlen auf die Wochen wird in einem weiteren Planungsschritt unter Mitwirkung der Außendienstorganisation durchgeführt.

Es gilt für jede Menge x_{pg} die Nicht-Negativitäts- sowie die Ganzzahligkeitsbedingung.

Da der Einfachheit halber keine Konstante als von der Zeit abhängig definiert wurde, führt die Minimierung der Logistikkosten zu einem von der Zeit unabhängigen Aufteilungsschlüssel, der auf jede beliebige Absatzmenge eines Monats angewendet werden kann.

Sind die maximalen Absatzzahlen für die Gebiete zu gering festgelegt, gibt es bei saisonal besonders hohen geforderten Absätzen ggf. keine zulässige Lösung. In diesem Falle sind die Höchstgrenzen anzuheben, d.h. der Vertriebsplan wird auf die Ebene des Absatzplans aggregiert und dort iterativ angepaßt.

Die Festlegung der Produktgruppen-unabhängigen Mindestabsatzzahlen verhindern zwar, daß ein Gebiet vernachlässigt wird, garantieren aber nicht, daß auch jede Produktgruppe in jedem Gebiet abgesetzt wird. Dieses könnte durch Restriktionen der Art

$$x_{pg} \geq x_{\min_{pg}} \quad \text{für } p = 1, 2, \dots, P \text{ und } g = 1, 2, \dots, G$$

erreicht werden. Gleiches gilt für die Höchstgrenzen. Die so ermittelten Absatzzahlen der Produktgruppen in den Gebieten werden in weiteren Schritten unter Mitwirkung der Außendienstorganisation konsolidiert und zur Vorgabe für den Produktionsplan bereitgestellt.

Ziel des in Abb. 53 dargestellten Abgleichungsalgorithmus ist es, die Differenz zwischen A und D zu minimieren. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, hat der Planungsablauf zwischen Absatz- und Vertriebsplan sein Ziel erreicht.

5.2.3 Planungsablauf Vertriebsplan - Produktionsplan

5.2.3.1 Mengenmäßige Planung

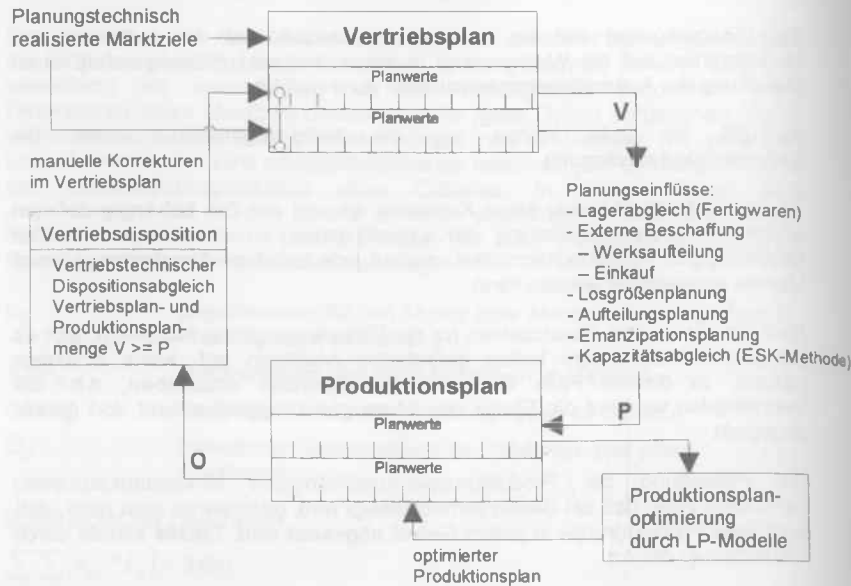


Abb. 55: Planungsablauf zwischen dem Vertriebs- und Produktionsplan

Bei der Umsetzung des Vertriebsplans in einen Produktionsplan sind mehrere Planungsschritte zu durchlaufen:

1. In Abstimmung mit den dabei zum Einsatz kommenden Verfahren ist eine zu produzierende Menge festzulegen.
2. Die zu produzierende Menge ist mit der ESK-Methode kapazitiv abzugleichen durch
 - Bildung von Plan- und Beschaffungsaufträgen,
 - eine Verfügbarkeitsrechnung sowie
 - Einlasten von Summen-Kapazitäten auf die Arbeitsplätze.
3. Die Ergebnisse aus 1. und 2. sind zu analysieren und ggf. durch Optimierungsmodelle der linearen Planungsrechnung zu verbessern.

• Lagerabgleich Fertigerzeugnisse

Bevor eine Beschaffung von Fertigerzeugnissen durch Produktion und/oder Zukauf ausgelöst wird, ist für jedes Erzeugnis die Reichweite der Lagerbestände zu ermitteln. Von diesen Beständen sind die nicht verfügbaren Anteile wie Sicherheitsbestände, reservierte oder gesperrte Bestände usw. abzuziehen. Die verbleibenden Bestände sind zum Planungszeitpunkt als verfügbar zu betrachten und werden mit den aus dem Vertriebsplan auf Wochen- und Erzeugnisebene disaggregierten Mengen verrechnet:

Beispiel:

Verfügbare Bestand zum Planungszeitpunkt

Erzeugnis E1: 1.500 Stück

Erzeugnis E2: 2.500 Stück

Absatzzahlen des verbindlichen Vertriebsplans zum Planungszeitpunkt für einen Planungszeitraum von 12 Kalenderwochen (KW):

Erzeugnis E1:

700	300	---	150	50	150	100	50
5. KW	6. KW	7. KW	8. KW	9. KW	10. KW	11. KW	12. KW

Kumulierte Absatzzahlen bis Ende 12. Kalenderwoche:

700	1000	1000	1150	1200	1350	1450	1500
5. KW	6. KW	7. KW	8. KW	9. KW	10. KW	11. KW	12. KW

Die Reichweite des Bestands an E1 von 1.500 erstreckt sich bis Ende der 12. Kalenderwoche, damit ist der Bedarf im Planungszeitraum nicht abgedeckt, eine Beschaffung für diesen Zeitraum findet nicht statt.

Erzeugnis E2:

500	1100	400	500	300	200	100	400
5. KW	6. KW	7. KW	8. KW	9. KW	10. KW	11. KW	12. KW

Kumulierte Absatzzahlen bis Ende 12. Kalenderwoche:

500	1600	2000	2500	2800	3000	3100	3500
5. KW	6. KW	7. KW	8. KW	9. KW	10. KW	11. KW	12. KW

Die Reichweite des Bestands an E2 von 2.500 erstreckt sich bis Ende der 8. Kalenderwoche, damit ist der Bedarf im Planungszeitraum nicht abgedeckt, eine Beschaffung für die Bedarfe der 9. bis 12. Kalenderwoche ist zum Planungszeitpunkt vorzusehen.

Für alle Erzeugnisse, deren Reichweiten größer oder gleich dem Planungsintervall des Produktionsplans sind, entfällt also eine Beschaffung für dieses Intervall zum Planungszeitpunkt.

• Externe Beschaffung

Ist die Beschaffung eines Erzeugnisses für eine oder mehrere Perioden des aktuellen Planungsintervalls des Produktionsplans wegen fehlender Bestände erforderlich, so ist zu klären, inwieweit dies durch die Leistungsfähigkeit aller produzierenden Werke des Unternehmens sichergestellt ist bzw. welcher Anteil an der Absatzmenge des Planungsintervalls jedes infragekommenden Erzeugnisses durch externe Beschaffungen abzudecken ist.

Beispiel

Erzeugnis E2:

500	1100	400	500	300	200	100	400
5. KW	6. KW	7. KW	8. KW	9. KW	10. KW	11. KW	12. KW

durch Bestände abgedeckt:

500	1100	400	500	---	---	---	---
5. KW	6. KW	7. KW	8. KW	9. KW	10. KW	11. KW	12. KW

durch Bestände nicht abgedeckt:

---	---	---	---	300	200	100	400
5. KW	6. KW	7. KW	8. KW	9. KW	10. KW	11. KW	12. KW

Leistungsfähigkeit aller E2 produzierenden Werke:

---	---	---	---	200	200	200	300
5. KW	6. KW	7. KW	8. KW	9. KW	10. KW	11. KW	12. KW

durch externe Beschaffung abzudeckende Bedarfe an E2:

---	---	---	---	100	---	---	100
5. KW	6. KW	7. KW	8. KW	9. KW	10. KW	11. KW	12. KW

• Losgrößenplanung

Die bekannteste Losgrößenheuristik ist die sog. 'wirtschaftliche Losgröße', die auf der optimalen Abstimmung der Kosten für das Rüsten bei Eigenfertigung bzw. für die Beschaffung bei Fremdbezug sowie der Lagerhaltungskosten für die beschaffte Menge basiert. Hierbei wird eine relativ konstante Nachfragerate unterstellt.

$$x_{opt} = \sqrt{\frac{2 * k_r * r}{k_l}}$$

mit x_{opt} : wirtschaftliche Losgröße in Mengeneinheiten

k_r : Kosten der Umrüstung von Anlagen für die Produktion des Erzeugnisses bzw. der Beschaffung bei Fremdvergabe in Geldeinheiten

k_l : Kosten der Lagerung einer Mengeneinheit je Zeiteinheit in Geldeinheiten

r : Nachfragerate in Mengeneinheiten je Zeiteinheit

Beispiel:

$k_r = 200.-$ DM

$k_l = 0,01$ DM / Stück und Woche

$r = 10.000$ Stück / Woche

$$x_{opt} = \sqrt{\frac{2 * 200 * 10000}{0,01}} = 20.000 \text{ Stück je Los}$$

Da die Losgröße degressiv mit der Nachfragerate zunimmt, führt eine Erhöhung der Nachfragerate um 50 % nur zu einer Zunahme der wirtschaftlichen Beschaffungsmenge um ca. 22 %, weshalb diese Heuristik in der Praxis auch bei schwankender Nachfragerate weite Anwendung findet. Losgrößen werden wegen der unterschiedlichen Kostenstrukturen der Werke für jedes Werk getrennt festgelegt.

Ist die Nachfragerate r etwa konstant, also wie im Beispiel 10.000 Stück pro Woche, ermittelt sich die Reichweite der wirtschaftlichen Beschaffungsmenge wie folgt:

$$\frac{x_{opt}}{r} = \frac{20.000 \text{ Stück}}{10.000 \frac{\text{Stück}}{\text{Woche}}} = 2 \text{ Wochen}$$

Die aufgrund des Lagerabgleiches ermittelten Reichweiten der Bestände eines Erzeugnisses liefern die Termine, zu denen das erste Los eines infragekommenden Erzeugnisses fertigzustellen ist, vorausgesetzt, daß es geschlossen ins Lager geht. Ist die Lagerabgangsrate geringer als die Lagerzugangsrate, d.h. geht das Los nicht geschlossen ins Lager, ist mit Auslaufen der Bestände ein Los aufzulegen.

Da der Vertriebsplan meist auf der Woche als Planungsperiode basiert, der Produktionsplan hingegen eine tagesgenaue Planung der Lose vorsieht, besteht das Problem, daß Fertigstellungstermine für Lose stets auf Wochenanfänge bzw. Vorwochenenden fallen.

Eine gleichmäßigere Auslastung der Wochentage der jeweiligen Vorwochen mit Fertigungsterminen kann z.B. mit einer Zufallssteuerung sichergestellt werden. Bei einer einschichtigen Arbeitswoche wählt man rechnergesteuert Zufallszahlen im Bereich der infragekommenden Tagesnummern der Woche des Fabrikkalenders, bei mehrschichtigen zusätzlich noch Zufallszahlen für die Nummern der Schichten (1 und 2 oder 1, 2 und 3). Eine manuelle Lösung verbietet sich wegen der Vielzahl der Entscheidungen.

Stellen sich in den Phasen der Emanzipationsplanung oder des Kapazitätsabgleichs Engpässe wegen fehlender Kapazitäten heraus, müssen die Fertigstellungstermine ohnehin noch einmal verschoben, d.h. vorgezogen werden.

• Emanzipationsplanung

Bedingt durch betriebliche Störungen oder Engpässe an Kapazitäten wie z.B. wegen Betriebsferien, größerer Wartungsarbeiten oder marktbedingter starker saisonaler Nachfrageschwankungen müssen Lose, die für bestimmte Planungsperioden vorgesehen sind, auf Perioden ohne Engpässe vorgezogen werden, sofern eine hohe Lieferbereitschaft vom Markt verlangt wird.

Um dadurch nicht neue Engpässe zu erzeugen, sind größere Lose ggf. in Teillosen zu produzieren und ihre Fertigstellungstermine auf mehrere vorherliegende Perioden aufzuteilen. Desweiteren ist zu prüfen, ob Mehrarbeit möglich und wirtschaftlich ist oder eine erhöhte Menge zur Fremdvergabe einzuplanen ist.

Auch eine schon geplante Aufteilung der Produktionsmengen auf Werksebene muß unter Umständen revidiert werden. Falls alle Maßnahmen nicht oder nur teilweise zu optimalen Lösungen des Produktionsplans führen, die als Iterationen im internen Produktionsplan-Regelkreis zwischen P und O zu verstehen sind (vgl. Abb. 55), ist die letzte auf der Ebene des Produktionsplans nicht mehr zu verbessernde Version O des Produktionsplans in der entsprechend aggregierten Form erneut der Vertriebsplanung zur Überarbeitung und Korrektur vorzulegen. Diese versucht durch Änderungen von Gebietsmengen oder terminlichen Zuordnungen von Mengen, periodische Umschichtungen von Mengen und als letztes Mittel über Mengenreduzierungen im Regelkreis Vertriebsplan-Produktionsplan einen durchführbaren Produktionsplan zu ermöglichen.

• Werksaufteilung

Ziel eines Modells zur optimalen Aufteilung der monatlichen Absatzzahlen des Vertriebsplanes auf W Werke unterschiedlicher Leistungsfähigkeit und Kostenstruktur sowie die Ermittlung des Bedarfs an externer Beschaffung ist die Maximierung des gesamten Deckungsbeitrags aller abzusetzenden Mengen im Planungszeitraum T.

Hierbei wird davon ausgegangen, daß der Deckungsbeitrag sich darin unterscheidet, in welchem Werk eine Erzeugniseinheit hergestellt wird. Die Kapazitäten der im Werk vorhandenen Anlagen stehen für bestimmte Erzeugnisse in unterschiedlicher Höhe zur Verfügung.

Die Variablen des Modells sind unterschiedlich definierte Mengen:

x_{jwat}	Menge des in Werk w auf Anlage a in Periode t herzustellenden Erzeugnisses j in Mengeneinheiten mit $j = 1, 2, \dots, J$ $w = 1, 2, \dots, W$ $t = 1, 2, \dots, T$ $a \in A_w$ $A_w = \text{Indexmenge der Anlagen des Werks } w$
x_{jw}	Menge des in Werk w insgesamt in Periode t herzustellenden Erzeugnisses j in Mengeneinheiten
x_{Ejt}	Menge des in allen Werken als Eigenfertigung herzustellenden Erzeugnisses j in Periode t in Mengeneinheiten
x_{Fjt}	Menge des in allen Werken als Fremdfertigung herzustellenden Erzeugnisses j in Periode t in Mengeneinheiten

Die Konstanten des Aufteilungsmodells sind die Deckungsbeiträge der Erzeugnisse in den einzelnen Werken, die vom Absatzplan insgesamt geforderten periodengerechten Mengen, die Anlagenkapazitäten der Werke für bestimmte Erzeugnisse sowie die Kapazitätsbedarfe zur Herstellung eines Erzeugnisses auf einer bestimmten Anlage eines Werkes.

d_{jw}	Deckungsbeitrag des Erzeugnisses j, das im Werk w hergestellt wird in Geldeinheiten je Mengeneinheit
x_{Gjt}	lt. Absatzplan insgesamt herzustellende Menge des Erzeugnisses j in der Periode t in Mengeneinheiten
C_{jwat}	Kapazitätsbestand zur Herstellung des Erzeugnisses j im Werk w auf Anlage a in Periode t in Zeiteinheiten, kann für bestimmte Erzeugnisse auch Null sein
B_{jwa}	Kapazitätsbedarf zur Herstellung einer Mengeneinheit des Erzeugnisses j auf einer Anlage a im Werk w, ist Null, wenn das Erzeugnis auf dieser Anlage nicht hergestellt werden kann

Somit läßt sich die Zielfunktion formulieren:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \sum_{j=1}^J x_{jw,t} \cdot d_{jw} = \text{Max!}$$

Die Restriktionen, bedingt durch die unterschiedlichen Werkskapazitäten, lauten:

$$x_{jw,t} \cdot B_{jw} \leq C_{jw,t}$$

$$j = 1, 2, \dots, J$$

$$w = 1, 2, \dots, W$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

$$a \in A_w$$

A_w = Indexmenge der Anlagen des Werks w

Die Bilanzen zur Ermittlung der Mengenanteile der im Werk w herzustellenden Erzeugnisse j in der Periode t lauten:

$$\sum_{a \in A_w} x_{jw,t} = x_{jw,t}$$

$$j = 1, 2, \dots, J$$

$$w = 1, 2, \dots, W$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

A_w = Indexmenge der Anlagen des Werks w

Die in allen Werken zusammen hergestellten Mengen des Erzeugnisses j in der Periode t ergeben den Eigenfertigungsanteil des Erzeugnisses j in der Periode t:

$$\sum_{w=1}^W x_{jw,t} = xE_{j,t}$$

$$j = 1, 2, \dots, J$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

Die durch den Vertriebsplan vorgeschriebenen Mengen des Erzeugnisses j in der Periode t, die entweder durch Eigen- oder durch Fremdleistungen zu erbringen sind, ergeben sich aus den folgenden Restriktionen. Es gibt keine Einschränkungen für irgendeine Fremdleistung:

$$x_{F,j,t} + x_{E,j,t} = x_{G,j,t}$$

$$j = 1, 2, \dots, J$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

Es gelten die Nicht-Negativitäts- sowie die Ganzzahligkeits-Bedingungen für alle MengenvARIABLEN.

Das dargestellte Werksaufteilungsmodell ist aufgrund der großen Anzahl von Optimierungsvariablen sowie der Nebenbedingungen schwer handhabbar. Deshalb schlägt der Autor den Einsatz der ESK-Methode (Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil-Methode) vor (siehe Abschnitt 5.2.3).

Die Grunddatentechnik der 'Vier-Quadranten-Planung' gestattet es, daß wegen des zum Teil enormen Datenvolumens maschinelle Iterationsverfahren angewandt werden können. Ohne eine Produktionsaufteilung der Vertriebsmengen auf unterschiedliche produzierende Werke wäre ein Kapazitätsabgleich nicht realistisch. Der benötigte Werksaufteilungsalgorithmus wird über folgende Größen gesteuert:

- Einen Leistungswert des produzierenden Werkes. Der Leistungswert ist die maximale mögliche Produktionsmenge in der definierten Zeiteinheit.
- Eine Prioritätssteuerung entsprechend der produktiven technischen Ausstattung mit Hilfe eines Prioritätenkennzeichens

Ein Beispiel für Grunddaten zeigt Abb. 56.

		Objekt/Typ: Bezeichnung:			
WK: 01					
Jahr	Per	Leistungswert	Eh.	Pr.	Zuteilung
199X	01	6.000	Stk.	1	80 %
	02	5.000	Stk.	1	100 %
WK: 02					
Jahr	Per	Leistungswert	Eh.	Pr.	Zuteilung
199X	01	12.000	Stk.	1	100%
	02	14.000	Stk.	1	100 %
WK: 03					
Jahr	Per	Leistungswert	Eh.	Pr.	Zuteilung
199X	01	4.700	Stk.	5	40 %
	02	5.000	Stk.	5	60 %

Abb. 56: Zuteilungen auf die produzierenden Werke

Die durch die Daten in Abb. 56 erfolgte Zuteilung ist wie folgt zu verstehen:

In Periode 1 können maximal 6000 Stück dieser Aggregationsstufe produziert werden, d.h. die Produktion verpflichtet sich gegenüber dem Vertrieb, 6000 Stück der Aggregationsstufe zu produzieren.

Hat ein Unternehmen die Möglichkeit, eine Aggregationsstufe in mehreren Werken produzieren zu lassen, wird die Absatzmenge auf die Werke aufgeteilt. Um eine maschinelle Aufteilung vorzunehmen, muß der Aufteilungsalgorithmus z.B. wie folgt definiert sein:

Beispiel der maschinellen Aufteilungsrechnung für Periode 01:

Absatzmenge	Werk	Leistungs- wert	Zuteilung	Pr.	Grobplanungsmenge für das Werk = Produktionsmenge
19.000 Stück	01	6.000 Stück	80 %	1	4.800
	02	12.000 Stück	100 %	1	12.000
	03	4.700 Stück	40 %	5	1.880
Summe Produktionsmenge					18.680
Externe Beschaffung					320

Zuteilung	Priorität	Erläuterung
100 %	1	den gesamten Leistungswert ausschöpfen
80 %	1	80 % des Leistungswertes ausschöpfen
40 %	5	wenn im Werk 03 produziert wird, 40 % ausschöpfen, aber erst dann, wenn alle anderen Prioritäten (1, 2, 3 und 4) ausgeschöpft sind

Bei der Bestimmung des Leistungswertes eines Werks ist die Organisationsform der Produktion (z.B. Werkstatt- oder Fließfertigung) entscheidend. Daraus ergeben sich spezielle Vorgehensweisen, wie das nachfolgende Beispiel zeigt.

Beispiel für die Bestimmung des Leistungswerts für eine Produktgruppe bei Fließfertigung:

Produktgruppe 01
Metallschichtwiderstände von 2 - 15 OHM mit:
Merkmale der Produktion

- Temperaturkoeffizienten, Genauigkeiten
- Drahtformen etc.

Die Herstellung läuft immer über die gleiche Produktionslinie; werden keine Metallschichtwiderstände dieser Produktgruppe hergestellt, steht die Anlage still. Somit ist der Leistungswert gleich den maximal produzierbaren Einheiten.

Mit den Stammdaten-Algorithmen

- Statistik
- Aggregations- und Disaggregationsregel
- Aufteilungen auf die produzierenden Werke

läßt sich nun eine maschinelle Planung durchführen, d.h. für die Teilpläne als Simultanplanung, für die Verbindung der Hierarchieebenen als Sukzessivplanung.

Vertriebsdisposition

In der Philosophie der SMCN-Planungsverfahren nehmen die Nachrichtennetzwerke und die damit verbundene Postkorborganisation eine wichtige Rolle ein. Der ausgleichende Faktor zwischen interdependent auftretenden Ereignissen, die vom System nicht ausgeregt werden können, ist der Disponent. Auch in der 'Strategischen Planungsebene' kommt dieser Funktion eine entscheidende Rolle zu, nämlich die Konflikt zwischen dem Produktions- bzw. Vertriebsplan auf ökonomisch sinnvolle Weise beizulegen.

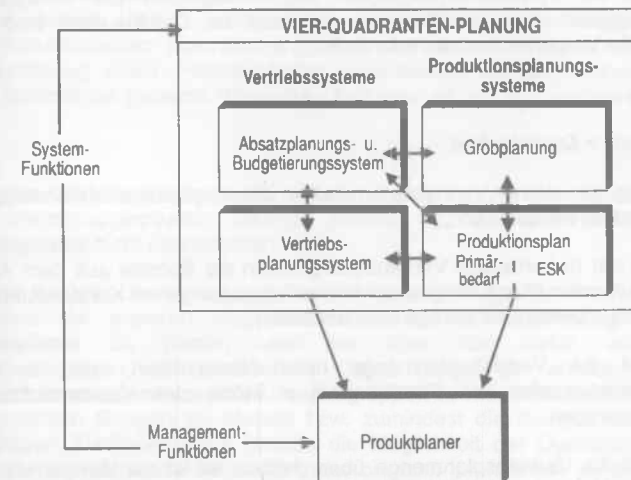


Abb. 57: Management-Funktionen der 4-Quadranten-Planung

Aufgaben des Produktplaners sind (vgl. Abb. 57):

- Überführung des Absatzplanes zu bestimmten Planungsterminen in den Vertriebsplan.
- Verwaltung des Vertriebsplanes mit Kundenauftragsverrechnung und Kontrolle des Vertriebsverlaufes. Bei erheblichen Abweichungen des Vertriebsverlaufes vom Vertriebsplan wird eine Veränderungsplanung durchgeführt.
- Berücksichtigung produktionstechnischer Veränderungen im Vertriebs- und Absatzplan.
- Verrechnung der Vertriebsplanzahlen und der Kundenaufträge als Bedarfe gegen die Produktionsplanzahlen als Aufträge an die Fertigung. In Abhängigkeit vom Verhältnis der Lieferzeit zur Durchlaufzeit sind dabei spezielle Vorgehensweisen erforderlich.

A. Lieferzeit > Durchlaufzeit

- Prüfung, zu welcher Vertriebsplanposition der eingegangene Kundenauftrag zugeordnet werden kann,
- ob bei der betreffenden Vertriebsplanposition die Summe aus dem Absatz, den laufenden Planaufträgen sowie dem eingegangenen Kundenauftrag die geplante Vertriebsplanmenge überschreitet.
 - Wird die Vertriebsplanmenge nicht überschritten, wird in den Produktionsplan ein Primärbedarf in Höhe des Kundenauftrages eingetragen.
 - Wird die Vertriebsplanmenge überschritten, so ist die Menge, um die der Vertriebsplan überschritten wird, an den Produktplaner weiterzuleiten und mit ihm zu entscheiden, ob der Primärbedarf abgedeckt und der Kundenauftrag angenommen werden kann.

B. Lieferzeit < Durchlaufzeit:

- Um eintreffende Kundenaufträge in der Lieferzeit realisieren zu können, müssen Primärbedarfe mit einem gewissen dispositiven Risiko in Absprache zwischen Produktionsplanung und Vertriebsplanung vor Eintreffen der Kundenaufträge zur Planung, Materialbeschaffung und Fertigung freigegeben werden.
- Bei Eintreffen eines Kundenauftrages wird nach einem oder ggf. mehreren Primärbedarfen im Produktionsplan gesucht, mit denen der Kundenauftrag mengen- und termingerecht gedeckt werden kann. Der ermittelte Primärbedarf wird für den Kundenauftrag reserviert.
- Kann kein verfügbarer Primärbedarf gefunden werden (in diesem Fall wurde entweder die Vertriebsplanmenge bereits überschritten oder wegen zu hohem Risiko nicht die gesamte Vertriebsplanmenge in den Produktionsplan übernommen), muß mit dem Produktplaner über die Eröffnung eines Primärbedarfes entschieden werden, wobei nun die Lieferzeit die gesamte Wiederbeschaffungszeit des Erzeugnisses umfaßt.

Für beide Vorgehensweisen gilt, daß die Überschreitung der Absatzmenge in einer Vertriebsplanposition solange zulässig ist, wie die Planmenge der Produktgruppe nicht überschritten wird.

Tritt der Fall der Überschreitung der Vertriebsplanmenge der Planungsgruppe ein, sind die weiteren eingehenden Bedarfe in Abstimmung mit dem Produktplaner zu planen und nur über das dafür vorgesehene Freigabeverfahren zu realisieren. Dabei kann es erforderlich sein, Vertriebsplanmengen in anderen Produktgruppen zu reduzieren, um im Rahmen der geplanten Budgets zu bleiben bzw. zumindest die Budgetüberschreitung anzuzeigen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der Durchführung einer Prognoserechnung zur Abschätzung der bis zum Jahresende zu erwartenden Vertriebsergebnisse ausgehend vom gegenwärtig erreichten Stand.

Die Information, mit welcher der Produktplaner arbeitet, ist die "Dispositions-Situation".

Das Dispositionsbild hat in der SMCN-Planungsphilosophie eine zentrale Stellung. Es zeigt aufgrund der besonderen Net-Change-Technik den augenblicklichen Zustand der Planung an.

Abb. 58 zeigt als Beispiel das Dispositionsbild für die Planungsebene Vertriebsplan - Produktionsplan.

Disposition-Situation

Teilenummer: 299976-01

Horizont: 3 Tage

Eink.Gr.: 040

Kommission:

Lagerbestand: 000

Ges.-Bedarf: 12.000.000 Stk

Ges.-Reserv.:

Sum.Auftr.-Mg.: 000

Sum.Pl.-Mg.: 17.000.000 Stk

Disponent:

Dispo-/Merkmal:

Fixe Bestm./Rund:

Min./Max.-Bestm.:

Sicherh./Meldebst.:

Lfz.Plandat.MWbz.:

Datum	Auftrag	T	Kunden-Nr.	Text	Bestandsveränderung	Verfügbar
12.10.9X				Anfangsbestand		0,000
21.12.9X	01007440	G		Absatz-Plan	6.000,000	1.000,000
10.03.9X	01007440	N		Plan-Auftrag	5.000,000	5.000,000
21.06.9X	01007331	N		Vertriebs-Bedarf	1.000,000	4.000,000
27.06.9X	01007332	N		Vertriebs-Bedarf	800,000	3.200,000
02.01.9X	01007333	N		Vertriebs-Bedarf	1.200,000	2.000,000

Soll-Produktionsmenge aus der Absatzplanung

Menge aus der durchgeführten Produktionsplanung

Vertriebsplanungsmengen aus der Vertriebsplanung

Abb. 58: Beispiel für den Verrechnungs-Algorithmus Absatz-, Vertriebs- und Produktionsplan

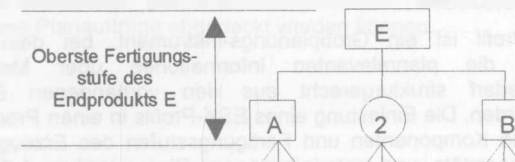
Die über die ESK-Methode ermittelten Materialmengen sind besonders gekennzeichnet und werden in der Primärbedarfsplanung verrechnet. Das heißt, hier wird eine Verfügbarkeitsrechnung unter Berücksichtigung aller Dispositionsverfahren und Dispositionsmerkmale der Endprodukt-Teilenummer durchgeführt.

5.2.3.2 Kapazitätsabgleich des Produktionsplans auf der strategischen Planungsebene mit der ESK-Planungsmethode

Die ESK-Methode (Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil-Methode) ist ein im Rahmen dieser Arbeit vom Autor entwickeltes Verfahren um

- einen rollierenden, geschlossenen Planungskreislauf auf der strategischen Planungsebene inklusive der erforderlichen Managementfunktionen sicherzustellen,
- den aus dem Vertriebsplan mengen- und periodengerecht generierten Produktionsplan kapazitätsbedarfsmäßig auf Machbarkeit zu prüfen und
- über die kritischen Materialien, die für die Realisierung des Produktionsplanes erforderlich sind, einen Planungsstatus aufzuzeigen.

Das hierzu entwickelte Verfahren gehört als spezielle Methode zum Bereich der Grobplanungsverfahren (vgl. Tab. 10, Grobplanungsverfahren). Ausgangspunkt der Überlegungen ist die in Abb. 28 dargestellte Funktionsweise (Fertigungsstruktur = materialflußgerechte Strukturierung von Endprodukten = Fertigungsstückliste eines Endprodukts, vgl. Hackstein [1989], S. 136). Daraus läßt sich ableiten, daß die heutigen Organisationsprinzipien von einer fertigungsstufengerechten Arbeitsplanorganisation ausgehen. Aufgrund dieses Organisationsprinzips kann für das Endprodukt "E", ohne Inanspruchnahme der MRP-Auflösungsverfahren, nur eine kapazitive Planung der obersten Fertigungsstufe durchgeführt werden.



Dieses Verfahren führt zu keiner brauchbaren Einlastung, da die gesamten nachfolgenden Fertigungsstufen fehlen. Die in der Vergangenheit durchgeführten Entwicklungen zur Lösung des Problems 'Einlastung ganzer Fertigungsstrukturen' basieren auf Methoden, wie sie in Abschnitt 5.1.5.1 beschrieben sind, und haben die in Tab. 10 aufgeführten Nachteile.

Der in dieser Arbeit dargestellte Ansatz geht davon aus, daß die planungsrelevanten Stammdaten

- materialflußgerechte Stücklisten sowie die
- Technologieorganisation im Unternehmen mit
 - Arbeitsplatzorganisation und
 - Arbeitsplanorganisation

zur Verfügung stehen.

Mit Hilfe dieser Stammdaten wird maschinell ein neues Stammdatensegment, das Endprodukt-Summen-Kapazitäts-Profil (ESK-Profil) erzeugt. Dieses Profil entspricht einem

Summen-Arbeitsplan (SAPL) des Endproduktes über alle Fertigungsstufen.

SAPL	=	Summe Komponenten + Summe AFO _{Teil}
mit Summe Komponenten	=	Summe aller Komponenten in einer Stücklistenstruktur
und Summe AFO _{Teil}	=	Summe aller AFOs über die Stücklistenstruktur

Bei dem errechneten Kapazitätsbedarf der Hauptressourcen sind diese mengenmäßig (Losgrößen) und zeitgerecht (Zeitpunkt des Ressourcenbedarfs) auf der jeweiligen Ressourcenebene (Arbeitsplatz) berücksichtigt.

Definition des ESK-Profiles:

- Das ESK-Profil ist ein Grobplanungs-Instrument, bei dem zu einem Endprodukt die planrelevanten Informationen über Material- und Kapazitätsbedarf strukturgerecht aus den vorhandenen Stammdaten generiert wurden. Die Einlastung eines ESK-Profiles in einen Produktionsplan ergibt für alle Komponenten und Fertigungsstufen des Erzeugnisses eine komplette kapazitäts- und materialbezogene Planung, ohne daß ein SMCN-Planungslauf über eine vollständige Stücklistenauflösung und die Auswertung der Arbeitspläne aller Komponenten und Fertigungsstufen erforderlich ist.
- Das ESK-Profil kann auch für aggregierte Planungsobjekte (vgl. Abb. 47) erstellt und als Grobplanungsgrundlage verwendet werden.
- Das ESK-Profil wird für das Endprodukt auf eine festgelegte Basislosgröße bezogen. Für alle Teile gelten die in der Stücklisten-Struktur festgelegten Losgrößen.
- Für einen zu planenden Bedarf wird nur ein Summenkapazitätsprofil zugelassen, welches auf der Grundlage der optimalen Technologie- und Arbeitsplanvariante in Verbindung mit der zugehörigen Plankalkulation steht.
- Alle Termine, die im ESK-Profil angegeben werden, sind auf einen neutralen Startzeitpunkt 0 bezogen, die Umrechnung auf Kalendertermine erfolgt bei der Einlastung des ESK-Profiles in den Produktionsplan.

Bei der Erstellung eines ESK-Profiles werden die bei der SMCN-Planung ermittelten Bedarfe an grobplanungsrelevanten Komponenten in Form einer Summen-Sekundärbedarfs-Matrix (SSM) im Stammdatensegment des ESK-Profiles gespeichert. In dieser SSM werden die in der Erzeugnisstückliste als grobplanungsrelevant gekennzeichneten Materialien mengenmäßig (losgrößengerecht) und zeitgerecht (Bedarfszeitpunkt) geführt.

Entscheidend bei diesem Verfahren ist, daß das ESK-Profil aufgrund der systemtechnischen Voraussetzungen (vgl. Abschnitt 2.1.3) automatisch an die aktuelle Produktionsplansituation angepaßt werden kann, unter Berücksichtigung der bereits bestehenden Lager- und Auftragsbestände.

Zu den bereits getroffenen Definitionen (vgl. Abb. 29) werden im Rahmen der weiteren Betrachtung der Problemstellung folgende Begriffe neu eingeführt und definiert:

- Produktionsplanbedarf (PPBED) ist der zu produzierende Bedarf, der durch die Umsetzung des Vertriebsplans in den Produktionsplan periodengerecht auf der strategischen Planungsebene entstanden ist.
- Summen-Sekundärbedarf (SSBED) sind die Sekundärbedarfe, die aufgrund der Planung mit ESK-Profilen entstehen.
- Summen-Planauftrag (SPAUF) sind die aufgrund der Planung mit ESK-Profilen aus der SSM entstandenen Planaufträge. Der SPAUF entsteht durch die summierten Sekundärbedarfsmengen (SSBED), die nicht durch vorhandene Planaufträge abgedeckt werden können.

5.2.3.2.1 Generieren des neutralen ESK-Profiles

Ausgangsbasis für die Generierung des 'Neutralen ESK-Profiles' (NSK-Profil) sind die in einer normalen Fertigungsorganisation eines Unternehmens vorhandenen Produkt-Stammdaten für das zu produzierende Endprodukt. Das NSK-Profil wird für eine Basislosgröße auf einer neutralen Zeitachse generiert und kann nach Anpassung an die aktuelle Losgröße und den aktuellen Bedarfstermin eingelastet werden. Um einen regelkreistechnischen Ablauf bei der Generierung und Wartung eines ESK-Profiles zu ermöglichen, müssen die Stammdaten durch folgende prinzipielle Festlegungen ergänzt werden:

- Festlegung der Basislosgröße für das Endprodukt, für die das NSK-Profil ermittelt werden soll
- Festlegung der planrelevanten Erzeugnis-Komponenten des Endprodukts in der Stückliste, um die Summen-Sekundärbedarfs-Matrix zu erstellen
- Festlegung der kapazitätsrelevanten Arbeitsplätze, für die ein Kapazitätsabgleich durchgeführt werden soll
- Kennzeichnung, auf welchen Fertigungsstufen ESK-Profile entstehen sollen
- Bestimmung der Verkaufsgruppen und deren -ausführungen bei Varianten-Endprodukten, die einer Hauptniveauplanung unterliegen

Für alle in einem Produktionsplan definierten Endprodukte werden durch einen Generierungslauf die NSK-Profile erstellt und in dem dazu neu geschaffenen Stammdatenbereich zur Verfügung gestellt. Der Generierungsvorgang verläuft in drei Schritten:

Im ersten Schritt werden die Materialbedarfe nach Mengen und Terminen der grobplanungsrelevanten Komponenten bestimmt.

Im zweiten Schritt werden die Kapazitätsbedarfe für alle Arbeitsfolgen ermittelt, da die nicht grobplanungsrelevanten Arbeitsplätze auf den terminlichen Ablauf der nachfolgenden grobplanungsrelevanten Kapazitätsbedarfe Einfluß haben.

Im dritten Schritt werden die nicht grobplanungsrelevanten Kapazitätsbedarfe gestrichen und somit das NSK-Profil gebildet.

1. Schritt:

Bestimmung der SSBED-Mengen und -termine für die im ESK-Profil mitzuplanenden Stücklistenkomponenten zur Erstellung der Summen-Sekundärbedarfs-Matrix (SSM).

Die Ermittlung der SSBED-Mengen und -termine erfolgt durch eine Rückwärtsterminierung der Stücklistenstruktur des Endprodukts, ausgehend von der obersten Fertigungsstufe. Die Berechnung der Termine erfolgt zunächst mittels einer Standarddurchlaufzeit (SDLZ), später wird diese Terminierung durch die Daten aus den Arbeitsplänen angepaßt.

Die sich anschließende Bedarfsmengenermittlung der auf einer tieferen Stufe liegenden Stücklistenkomponente erfolgt nach den Prinzipien der Tab. 7 unter Berücksichtigung der in den Stammdaten festgelegten Dispositionsstrategien.

Bei der Terminbestimmung der Stücklistenkomponenten werden nur diejenigen in die SSM aufgenommen, die durch die Stammdatenverwaltung dafür gekennzeichnet wurden. Für jede Stücklistenkomponente wird ein SSBED mit Terminen ermittelt.

Ist die oberste d.h. n-te Fertigungsstufe abgearbeitet, erfolgt die Bearbeitung der nächsten Fertigungsstufe n-1, bis die gesamte Produkt-Struktur aufgelöst wurde (vgl. Abb. 59).

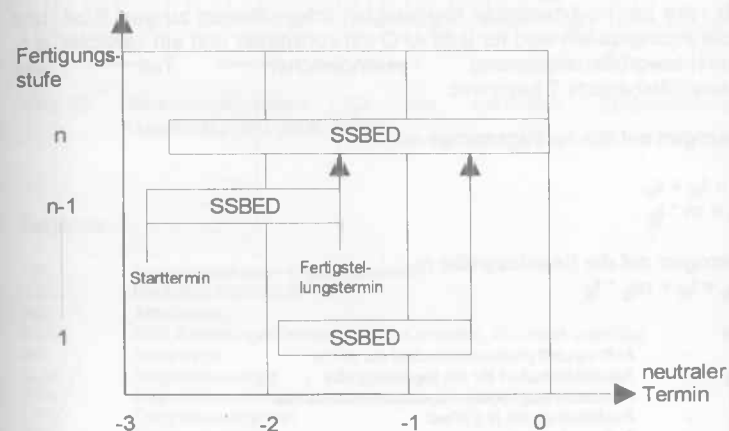


Abb. 59: Rückwärtsterminierung zur Ermittlung der SSBED

2. Schritt:

Ermittlung des 'Normalarbeitsplan-Profils' (NPL-Profil) aller Stücklistenkomponenten einer Endproduktstruktur (vgl. Abb. 60).

Auf der Basis der SSBED wird für alle Stücklistenkomponenten der Kapazitätsbedarf jeder einzelnen Arbeitsfolge (AFO) ermittelt und daraus ein NPL-Profil gebildet.

Folgende Teilschritte sind hierfür notwendig:

2.1. Terminierung der Arbeitsfolgen und Kapazitätsbedarfsermittlung für die betrachtete Stücklistenkomponente für jeden im Arbeitsplan vorkommenden Arbeitsplatz. Die Termine werden auf einer neutralen Zeitachse (für die letzte AFO der Struktur bei Starttermin 0 beginnend) unter Berücksichtigung folgender Bedingungen ermittelt:

- vor und nach jeder AFO wird eine Pufferzeit in Form einer Handlingszeit bzw. einer allgemeinen Übergangszeit basierend auf einer Übergangsmatrix festgelegt
- ist der Kapazitätsbedarf für eine AFO größer als die an einem Tag verfügbare Standardkapazität, wird bei der Terminierung auf den nächsten bzw. die folgenden Tage übergegangen.

2.2. Mit Hilfe der im Arbeitsplan festgelegten Informationen zu den Rüst- und Ausführungszeiten wird für jede AFO ein konstanter und ein variabler, d.h. durch Losgrößenanpassung veränderlicher Teil des Kapazitätsbedarfs T bestimmt:

Bezogen auf die Auftragsmenge m:

$$T = t_R + t_V$$

$$t_V = m \cdot t_E$$

Bezogen auf die Basislosgröße m_B :

$$T_B = t_R + m_B \cdot t_E$$

mit	
T	- Auftragszeit (Kapazitätsbedarf der AFO)
T _B	- Kapazitätsbedarf für die Basislosgröße
t _R	- Rüstzeit = konstanter Kapazitätsbedarfsanteil
t _E	- Ausführungszeit je Einheit
m	- Auftragsmenge
m _B	- Basislosgröße
t _V	- variabler Kapazitätsanteil

2.3. Die Start- und Endtermine der AFOs, d.h. die Grenzen der Einlastungszeiträume sowie der Kapazitätsbedarf für jede AFO werden in den Normalarbeitsplan (NPL) geschrieben. Die so ermittelten Startertermine bilden die spätesten Endtermine der davor liegenden AFOs bzw. Fertigungsstufen.

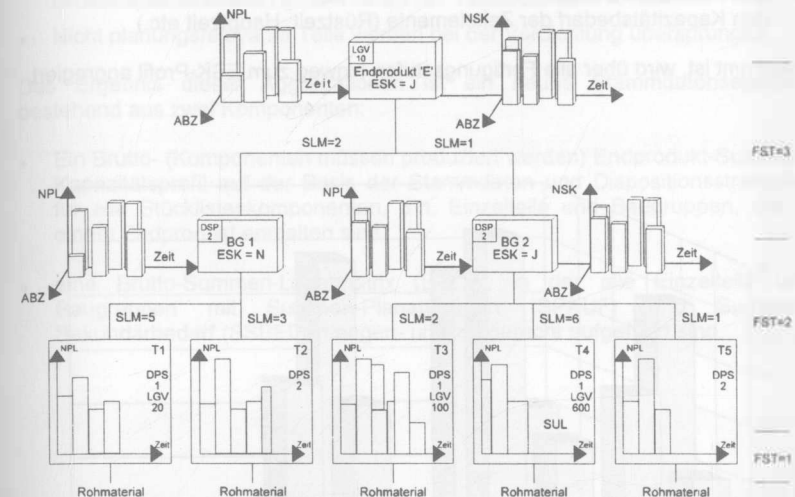


Abb. 60: Generierungsablauf für ein neutrales Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil (NSK-Profil)

Legende:

NPL	Normalarbeitsplan-Kapazitätsbedarf
NSK	Neutrales ESK-Profil
ABZ	Arbeitsplatz
ESK	ESK-Erstellungs-Kennzeichen (J = erstellen, N = nicht erstellen)
BG	Baugruppe
SLM	Stücklistenmenge
DPS	Dispositionsstrategie (1 = Losgrößen, 2 = Auftragsgrößen)
LGV	Losgrößenverfahren
FST	Fertigungsstufe

3. Schritt:

Verdichten der Summen-Arbeitsplanelemente zum ESK-Profil

Jedes kapazitive Einzelement des Summen-Arbeitsplanes, welches durch

- den Start- und Endtermin,
- den Arbeitsplatz sowie
- den Kapazitätsbedarf der Zeitelemente (Rüstzeit, Hauptzeit etc.)

bestimmt ist, wird über alle Fertigungsstufen hinweg zum ESK-Profil aggregiert

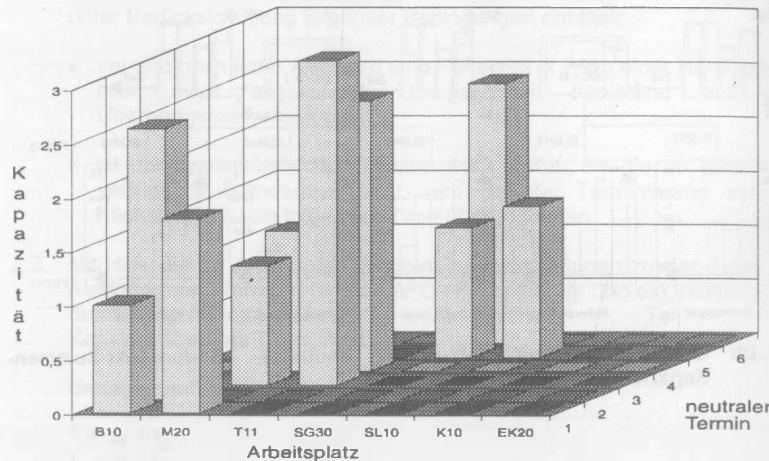


Abb. 61: Generiertes 'Neutrales Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil' (NSK-Profil)

Die Verdichtung der NPL-Profile zu einem ESK-Profil erfolgt unter folgenden Bedingungen:

- Nicht planungsrelevante Arbeitsplätze bleiben unberücksichtigt
- Nicht planungsrelevante Fertigungsstufen werden übersprungen
- Belastungsschranken an Arbeitsplätzen werden berücksichtigt, falls der Bruttokapazitätsbedarf größer ist als der Tageskapazitätsbedarf
- Nicht planungsrelevante Teile werden bei der Verdichtung übersprungen

Das Ergebnis dieser Aggregationen ist ein neues Stammdatensegment, bestehend aus zwei Komponenten:

- Ein Brutto- (Komponenten müssen produziert werden) Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil auf der Basis der Stammdaten und Dispositionsstrategien für alle Stücklistenkomponenten, d.h. Einzelteile und Baugruppen, die in einem Endprodukt enthalten sind.
- eine Brutto-Summen-Lagermatrix (BSLM), in der alle Einzelteile und Baugruppen mit Summen-Planaufträgen (SPAUF) und Summen-Sekundärbedarf (SSBED) mengen- und zeitgerecht aufgeführt sind.

5.2.3.2.2 Produktionsplanabgleich in der Strategischen Planungsebene mit ESK-Profilen

Der Produktionsplanabgleich mit den NSK-Profilen wird durch eine Einlastungsplanung vorgenommen; das als Simultanplanung arbeitende Einlastungsverfahren beginnt mit der Planung nach der Umsetzung des Vertriebsplanes in den Produktionsplan (vgl. Abschnitt 5.2.3.1) und der dabei im ersten Iterationsschritt abgeschlossenen Mengenbildung und Periodenzuordnung des zu produzierenden Endproduktes:

Umgesetzter Vertriebsplan = Produktionsplan in der Strategischen Planungsebene.

Beispiel: Produktionsplan für Endprodukt 29776-0001

20 Stk.	10 Stk.	70 Stk.	50 Stk.	Menge
25.08.XX	30.08.XX	14.09.XX	01.10.XX	Ablieferungstermin an Vertrieb

Planungselement

Einlastungsvorgang (Erläuterung in Anlehnung an Abb. 62):

1. Schritt: Materialbedarfsrechnung auf Basis der Brutto-Summen-Sekundärbedarfs-Matrix

Die Materialbedarfsermittlung erfolgt in zwei Teilschritten:

- 1.1 Anpassung der neutralen ESK-Bedarfsmengen an die aktuelle Produktionsplanmenge
- 1.2 Berechnung der Netto-ESK-Komponentenbedarfe mit Verfügbarkeitsrechnung auf allen Dispositionsstufen und Umrechnung der relativen Materialbedarfstermine des Normal-ESK-Profiles in die aktuellen Bedarfstermine des Produktionsplanbedarfs.

zu 1.1:

- Vergleich der ESK-Profil-Basismenge (mg) mit der Produktionsplanmenge

a = mg (im Beispiel Abb. 60) = 10 Stk.
b = Prod. Plan-Menge (s.o. Beispiel Endprodukt 29776-0001) = 20 Stk.

Fall 1 a = b Keine Mengenanpassung der Stücklistenkomponenten in der Brutto-Summen-Lagermatrix

Fall 2 a ≠ b Mengenanpassung der Stücklistenkomponenten

Die in der SSM aufgeführten Materialien werden auf den Produktionsplanbedarf bezogen und der Bedarfstermin auf ein Kalenderdatum umgerechnet. Dieser Vorgang wird für alle Komponenten der SSM durchgeführt.

Entsprechend dem Beispiel Abb. 60 wird für BG 2 aus der SSM-Menge 10 Stk. aufgrund der Bedingung $a = 10 \text{ Stk.} < b = 20 \text{ Stk.}$ die Produktionsplanmenge 20 Stk. Teil T3 (vgl. Abb. 60) ist mit 100 Stk. im ESK-Profil enthalten und wird wegen der Änderung der Produktionsplanmenge auf 200 Stk. erhöht.

zu 1.2:

- Verfügbarkeitsrechnung der in der Endproduktstruktur vorhandenen Komponenten unter Berücksichtigung ihrer Dispositionsstrategien.

Nach der in Abb. 31 getroffenen Definition ergeben sich aufgrund der Stücklistenmengen Sekundärbedarfe, die über Planaufträge (PAUFs) abzudecken sind.

Bei der Materialverfügbarkeitsrechnung sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- SSBED findet einen Bedarfsdecker z.B. einen Lagerbestand, einen offenen Fertigungsauftrag oder einen Planauftrag, der die benötigte Menge abdeckt

$$\text{DECKER} \geq \Sigma \text{ Sekundärbedarf} + \Sigma \text{ SSBED}$$

Die Konsequenz dieser Bedingung ist, daß die Einplanung aller Material- und Kapazitätsbedarfe der darunterliegenden Fertigungsstufe entfällt. Über die in der Lager-Matrix (vgl. Abb. 63) abgebildete Komponentenstruktur werden alle dadurch betroffenen Komponenten ermittelt und von der weiteren Einlastung ausgeschlossen. (Die kapazitive Betrachtung erfolgt im 2. Schritt.)

- SSBED findet keinen Bedarfsdecker, sondern es muß für die Sekundärbedarfsmenge ein neuer PAUF ermittelt werden (zu den Regeln vgl. Tab. 7). Dieser wird als Summen-Planauftrag (SPAUF) bezeichnet, da sein Verursacher ein SSBED ist.

$$\text{SPAUF} \geq \Sigma \text{ SSBED}$$

Falls wegen des Losgrößenverfahrens der SPAUF größer ist als die Summe der SSBED, wird die nicht verrechnete SPAUF-Menge für die Deckung nachfolgender Bedarfe verwendet und somit eine reellere Dispositionssituation unter gleichzeitiger Kapazitätsberücksichtigung geschaffen.

2. Schritt: Kapazitätsbedarfsrechnung auf Basis der Brutto-Summen-Sekundärbedarfs-Matrix

Analog zum ersten Schritt der ESK-Einlastung erfolgt auch die kapazitive Anpassung in zwei Teilschritten:

2.1 Anpassung der neutralen ESK-Kapazitätsbedarfe an die aktuelle Produktionsplanmenge

2.2 Anpassung der Kapazitätsbedarfe für die einzelnen Komponenten an die im Teilschritt 1.2. bestimmten Komponentenbedarfe auf allen Dispositionsstufen und Umrechnung der relativen Kapazitätsbedarfstermine des neutralen ESK-Profiles in die aktuellen Bedarfstermine des Produktionsplanbedarfs.

Die Kapazitätsanpassung unter 2.1. erfolgt so, daß die variablen Anteile der Kapazitätsbedarfe t_v in allen AFOs mit dem Verhältnis der aktuellen Auftragsmenge des Primärbedarfs m zur Basislosgröße m_B multipliziert werden.

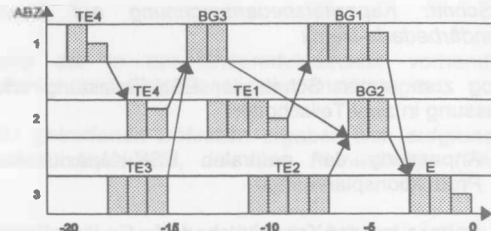
$$T_a = t_R + m / m_B \cdot t_v$$

Bei Einhaltung der Bedingungen, daß die aktuelle Auftragsmenge m nicht größer als die Basislosgröße m_B sein darf, werden die strukturellen Zusammenhänge in der Terminstruktur der AFOs richtig abgebildet. Eine Neuterminierung braucht für $m < m_B$ dann nicht zu erfolgen, der entstehende Fehler kann im Rahmen der Grobplanung akzeptiert werden. Durch den geringer werdenden Kapazitätsbedarf entsteht bei gleichbleibender Terminstruktur ein zusätzlicher Puffer, der bei der Einlastung des ESK-Profiles verwendet werden kann. Die maximale Größe kann über die Festlegung der Basislosgröße beeinflusst werden. Die Anpassung des Kapazitätsbedarfes an die aktuelle Losgröße erfolgt komponentenweise bei der Einlastung.

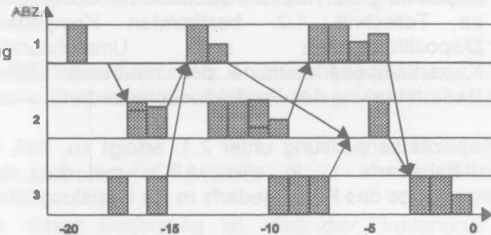
Die Terminanpassung unter 2.2. erfolgt so, daß der neutrale Termin des Kapazitätsbedarfes auf den Kalendertemin umgerechnet wird. Der unter 2.1. errechnete Kapazitätsbedarf wird als SPAUF auf dem entsprechenden Arbeitsplatz beginnend mit dem Anfangszeitpunkt des Einlastungszeitraumes eingelastet. Diese Einlastung erfolgt in der Grobplanungsphase ohne Rücksicht auf die verfügbare Kapazität.

In Abb. 62 ist die Einlastung des ESK-Profiles schematisch dargestellt. In Abb. 62, 1. Teil ist der Kapazitätsbedarf auf der neutralen Zeitachse vom Punkt 0 rückwärts terminiert für die drei betrachteten grobplanungsrelevanten Arbeitsplätze aufgetragen. Die Balken stellen die Kapazitätsbedarfe, die Pfeile die strukturellen Beziehungen zwischen ihnen dar. In Abb. 62, 2. Teil sind die auf die aktuelle Losgröße unter Beachtung der Verfügbarkeitsrechnung (Teilschritt 1.2.) bezogenen Kapazitätsbedarfe dargestellt, somit das Ergebnis des Teilschritts 2.1. Die Ergebnisse ihrer Einlastung auf die vorhandenen, teilweise schon belegten Arbeitsplätze im realen Zeitablauf zeigt Abb. 62, 3. Teil.

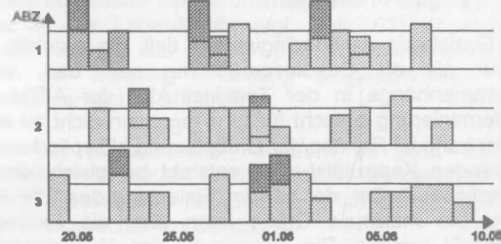
1. Neutrales ESK-Profil, wie aus Stammdaten generiert



2. Modifiziertes ESK-Profil:
- Auftragsmengenanpassung
- Losgrößenanpassung
- PAUF-Anpassung



3. Summe eingelasteter ESK-Profile in die Arbeitsplatzorganisation



■ Kapazitätsbedarfe entsprechend dem neutralen ESK-Profil
■ Kapazitätsbedarfe nach Anpassung des ESK-Profiles auf die aktuelle Losgröße
■ Kapazitätsbedarfe, die auf die Arbeitsplätze für andere Aufträge bereits eingelastet wurden

Abb. 62: Beispiel einer Einlastung mit der ESK-Profil-Technik (Kapazitätsbedarfe)

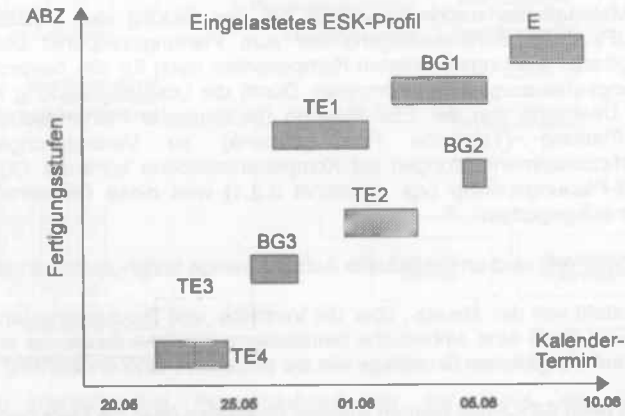
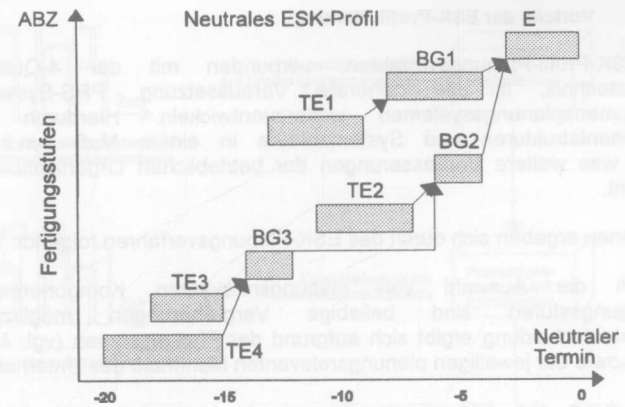


Abb. 63: Beispieldarstellung der Lagermatrixveränderung und der SPAUF- und SSBED-Ermittlung

5.2.3.2.3 Vorteile der ESK-Profil-Planung

Das ESK-Profil-Planungsverfahren, verbunden mit der 4-Quadranten-Planungstechnik, ist die generelle Voraussetzung, PPS-Systeme zu Unternehmensplanungssystemen weiterzuentwickeln. Hierdurch können Managementstrukturen und Systemabläufe in einem Maß synchronisiert werden, was weitere Verbesserungen der betrieblichen Organisationsformen ermöglicht.

Im einzelnen ergeben sich durch das ESK-Planungsverfahren folgende Vorteile:

1. Durch die Auswahl von planungsrelevanten Komponenten und Fertigungsstufen sind beliebige Vergrößerungen möglich. Die Einzelentscheidung ergibt sich aufgrund der Planungstypen (vgl. Abschnitt 5.1) sowie der jeweiligen planungsrelevanten Merkmale des Unternehmens.
2. Nur durch die 4-Quadranten-Planung in Verbindung mit dem ESK-Planungsverfahren ist der Aufbau eines hierarchischen Planungssystems zu realisieren, wie aus Abb. 64 deutlich erkennbar ist.
3. Die Materialbedarfsrechnung erfolgt bei der Bildung der SSBEDs und SPAUFs unter Berücksichtigung der zum Planungszeitpunkt bekannten verfügbaren planungsrelevanten Komponenten nach für alle hierarchischen Planungsebenen gleichen Prinzipien. Durch die Losgrößenbildung kann es beim Übergang von der ESK-Planung (Strategische Planungsebene) zur MCP-Planung (Taktische Planungsebene) zu Veränderungen der Bedarfszusammenfassungen auf Komponentenebene kommen. Durch das SMCN-Planungsprinzip (vgl. Abschnitt 3.2.1) wird diese Differenz jedoch immer ausgeglichen.
4. Ein ESK-Profil wird an die aktuelle Auftragsmenge kontinuierlich angepaßt.
5. Es besteht von der Absatz-, über die Vertriebs- und Produktionsplanung bis zum ESK-Profil eine einheitliche betriebswirtschaftliche Basis, da ein ESK-Profil auf der gleichen Grundlage wie die aktuellen Pläne erstellt wird.
6. Schon beim ESK-Profil können Engpaß-Strategien über die Machbarkeit des Produktionsplanes geprüft werden, wie z.B. Einsatz von Ausweicarbeitsplätzen oder Auswärtsvergaben.

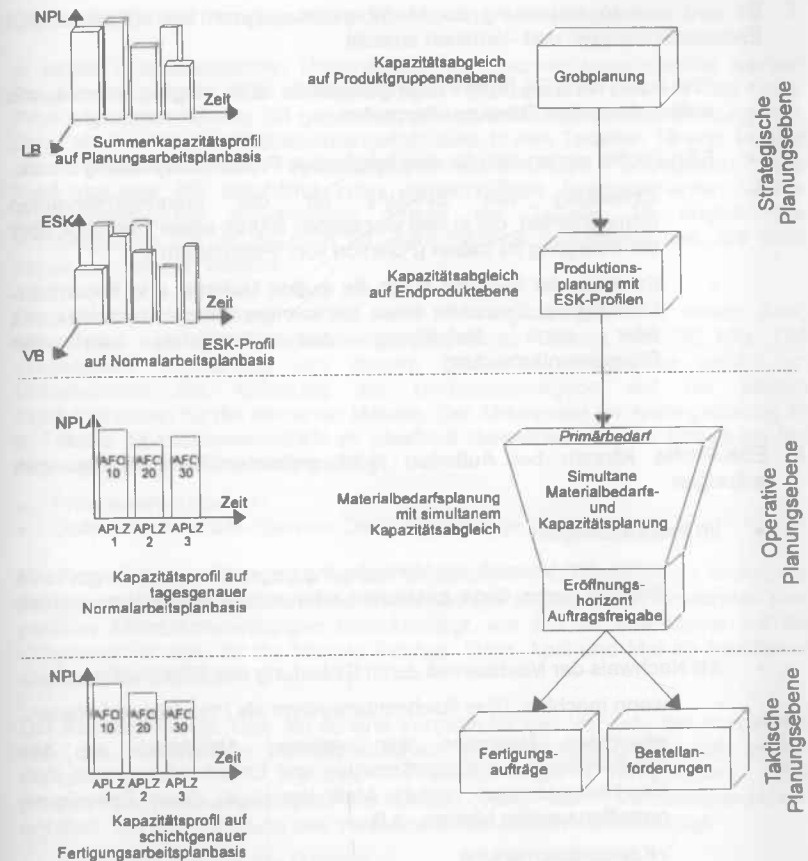


Abb. 64: Hierarchischer Planungsablauf auf der Basis der ESK-Profil-Planungsmethode

7. Es wird eine Verbesserung der Machbarkeitsanalysen bei schwankenden Endproduktmengen und -terminen erreicht.

- Erst durch die ESK-Profil-Planungsmethode ist es möglich, schnell, und online alternative Pläne zu überprüfen.
- ESK-Profile eignen sich für eine langfristige Produktionsplanung durch
 - Einlastung von SPAUFs für die planungsrelevanten Komponenten, um in den wichtigsten Stufen einen Überblick über die Belegung zu haben (Funktion von "Platzhaltern")
 - Ersetzen der SPAUFs durch die exakte Material- und Kapazitäts-Planung bei Erreichen eines bestimmten Freigabehorizonts, mit oder ohne Beteiligung des Vertriebes an der Freigabeentscheidung

8. ESK-Profile können bei Auftreten nicht geplanter Bedarfe Lösungen aufzeigen.

- Im Produktionsplan
 - durch den Versuch der Verrechnung gegen eine andere geplante Position, wenn diese gestrichen oder zeitlich verschoben werden kann.
- Als Nachweis der Machbarkeit durch Einlastung des ESK-Profiles:
 - wenn machbar, über Nachrichtensystem als Primärbedarf planen,
 - ansonsten Übergabe der weiteren Aktivitäten an den Produktplaner zur Engpaßanalyse und Entscheidung nach dem Bearbeitungsprinzip, welche Maßnahmen zu deren Beseitigung getroffen werden können, z.B.
 - Kapazitätserhöhung
 - Ausweichtechnologien
 - Auswärtsvergabe

5.2.4 Fallstudie für den Planungsablauf Absatz- und Vertriebsplan

In einem mittelständischen Unternehmen der Baumaschinenbranche werden Bagger hergestellt. Die verkaufsfähigen Erzeugnisse sind in die zwei Produktgruppen KB und GB gegliedert, deren Verkaufsgruppenausführungen in den Tabellen 11 und 12 zusammengefaßt sind. In den Tabellen 13 und 14 sind die Preise für die Verkaufsgruppenausführungen angegeben. Die Produktgruppe KB beinhaltet zehn verkaufsfähige Baggervarianten, deren Zusammensetzung einschließlich Preise die Tabelle 15 angibt. Die Produktgruppe GB repräsentiert 80 verkaufsfähige Baggervarianten, die nicht näher beschrieben werden.

Die Unternehmensleitung hat für einen Planungszeitraum von einem Jahr, ausgehend von den Unternehmenszielen, einen Umsatz von 30 Mio. DM vorgegeben. Ausgehend von diesem Budgetierungsvorschlag erfolgt im Unternehmen die Aufteilung der Umsatzzielvorgabe auf die beiden Produktgruppen für die einzelnen Monate. Der Absatzplan als Anfangslösung ist in Tabelle 16 zusammengefaßt im Überblick dargestellt. Bei der Erstellung der Anfangslösung werden berücksichtigt:

- Prognoserechnungen
- Unternehmensziele (Gewinn, Deckungsbeiträge, etc.)

Die Produktgruppe KB, als die für das Unternehmen im Planungsjahr wichtigere Produktgruppe wird im Absatzplan mit 20 Mio DM angesetzt. Im Absatzplan sind zeitliche Absatzschwankungen berücksichtigt, wie z.B. für den Monat Juli als Urlaubsmonat oder für die Monate Februar, März, April und Mai als traditionell absatzstarke Monate.

Der Absatzplan (vgl. Tab. 16) ist eine Vorgabe für den Vertrieb, der ausgehend von den monatlichen Absatzplanzahlen eine Disaggregation der beiden Produktgruppen in planbare Produkte (im vorliegenden Fall Verkaufsgruppenausführungen) durchführt und die Vertriebsplanzahlen ermittelt. Bei der Erstellung des Vertriebsplanes werden berücksichtigt:

- Aufnahmefähigkeit des Marktes
- Prognoserechnung
- Organisationsform des Vertriebs sowie Vertriebsstrategien
- Analysen bezüglich Kundenwünschen, etc.

In Tab. 17 ist der Vertriebsplan für die einzelnen Verkaufsgruppenführungen (siehe dazu auch Tab. 11 und Tab. 12) auf Monatsbasis dargestellt. Unschwer ist erkennbar, daß die Produktgruppe KB insgesamt vertriebsseitig dem Absatzplan genügt. Für die Produktgruppe GB entspricht der Vertriebsplan im wesentlichen den Absatzplanvorgaben. Die Unternehmensleitung muß entscheiden, ob die Differenz zur Umsatzzielvorgabe von ca. 700.000,- DM durch verstärkte Aktivitäten bezüglich der Produktgruppe KB ausgeglichen werden kann, oder ob Maßnahmen bezüglich der Produktgruppe GB den Markt positiv beeinflussen können.

VG	Bezeichnung	VG-Ausführungen		
001	Unterwagen	Langausführung 001	Kurzausführung 001	
002	Ausrüstungen	Zugschaufel / Normalausleger 001	Greiferausrüstung Normalausleger 002	
003	Zugschaufel	1,00 m 001	1,25 m 002	1,40 m 003
004	Zweischalen- Greifer	für Schüttgut 001		für Metallschrott 001

Tab. 11: Verkaufsgruppen Bagbertyp KB

VG	Bezeichnung	VG-Ausführungen			
001	Oberwagen	für Zugschaufel-, Greifer- und Abbrucheinsatz 001		für Zugschaufel-, Greifer-, Abbruch- und Kraneinsatz 002	
002	Unterwagen	Langausführung mit Kettenführung 001		Kurzausführung mit Kettenführung 002	
		Langausführung Abstützung mit Bodenplatten 003		Kurzausführung Abstützung mit Bodenplatten 004	
003	Ausrüstungen	Zugschaufel 001	Greifer- ausrüstung 002	Abbruch- ausrüstung 003	
		Krausausrüstung 004			
004	Zugschaufel	1,00 m 001	1,25 m 002	1,40 m 003	1,6 m 004
005	Zweischalen- Greifer	für Schüttgut 001		für Mischschrott 002	
006	Abbruch- elemente	Kugel 001	Spitzkegel 002	Sechskant 003	
007	Haken- flaschen	20 t 001		30 t 002	

Tab. 12: Verkaufsgruppen Bagbertyp GB

Verkaufsgruppe	Verkaufsgruppen-Ausführung		
	001	002	003
001	27.850,00	22.375,00	-----
002	15.050,00	21.080,00	-----
003	15.435,00	17.745,00	20.475,00
004	26.380,00	37.530,00	-----
Gleichteile	24.250,00		

Tab. 13: Preise für Verkaufsgruppen-Ausführungen Bagbertyp KB in DM

Verkaufs- gruppe	Verkaufsgruppen-Ausführung			
	001	002	003	004
001	31.250,00	45.180,00	-----	-----
002	29.250,00	25.725,00	27.980,00	23.390,00
003	15.490,00	22.800,00	12.820,00	19.200,00
004	15.435,00	17.445,00	20.475,00	23.310,00
005	29.455,00	37.530,00	-----	-----
006	2.350,00	5.900,00	6.000,00	-----
007	2.445,00	4.245,00	-----	-----
Gleichteile	28.500,00			

Tab. 14: Preise für Verkaufsgruppen-Ausführungen Bagbertyp GB in DM

Variante	VG VA	001 001 002	002 001 002	003 001 002 003	004 001 002	Gleich- teile	Preis in DM
1		x	x	x		x	82.585,00
2		x	x	x		x	84.855,00
3		x	x	x	x	x	87.625,00
4			x	x		x	77.110,00
5			x	x	x	x	79.420,00
6			x	x		x	82.150,00
7			x			x	99.560,00
8		x		x	x	x	110.071,00
9			x	x	x	x	94.085,00
10		x	x		x	x	105.235,00

Tab. 15: Verkaufsfähige Baggervarianten der Produktgruppe KB

Prod. Grp.	Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
KB	20,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	0,5	1,5	2,0	2,0	1,5	1,5
GB	10,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	—	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5
Summe	30,0	2,5	3,5	3,5	3,0	3,0	2,5	0,5	2,0	3,0	2,5	2,0	2,0

Tab. 16: Entwurf des Absatzplanes (Angaben in Mio. DM) - Matrix der Absatzplanzahlen A⁰

VA	Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
KB001001		8	14	12	12	8	8	2	8	14	13	10	10
KB001002		8	8	10	12	14	8	3	8	10	10	6	6
KB002001		10	10	12	12	14	10	2	10	10	12	10	10
KB002002		6	12	10	12	8	6	3	6	14	11	6	6
KB003001		3	3	5	5	7	4	2	4	2	4	2	4
KB003002		3	4	5	5	5	4	0	4	3	4	4	4
KB003003		4	3	2	2	2	2	0	2	5	4	4	2
KB004001		2	6	5	8	6	2	1	3	8	4	3	2
KB004002		4	6	5	4	2	4	2	3	8	7	3	4
Gleichteile		16	22	22	24	22	16	5	16	24	23	16	16
Summe KB in DM	20 312 475	1 451 100	2 068 030	2 009 250	2 186 270	1 919 950	1 443 300	469 725	1 432 180	2 286 270	2 138 880	1 453 210	1 454 280
Summe GB in DM	8 984 890	922 800	1 258 890	1 320 550	899 700	922 400	850 250	0	480 720	980 250	408 800	420 780	288 750
Summe in DM	29 297 365	2 373 900	3 326 920	3 329 800	3 085 970	2 842 350	2 293 550	469 725	1 912 900	3 266 520	2 637 680	1 873 990	1 744 030

Tab. 17: Konsolidierter Vertriebsplan auf der Basis der Unternehmensziele, von Prognoserechnungen und Vertriebsstrategien

5.3 Management von Störungen

5.3.1 Generelle Betrachtung von Störungen

Die Darstellung der wesentlichen Störungsarten in Abb. 65 beruht auf einer auf Gutenberg zurückgehenden Aufteilung der Produktionsfaktoren (vgl. Gallus [1979]).



Abb. 65: Störungsarten

- Arbeitsbedingte Störungen: Darunter sind Störungen zu verstehen, die durch den Produktionsfaktor "Menschliche Arbeitsleistung" ausgelöst werden, z.B. Krankheit oder Betriebsunfall, Arbeitsfehler oder Abweichungen vom geplanten Leistungsgrad.
- Betriebsmittelbedingte Störungen: Hier werden Beeinträchtigungen der Produktion betrachtet, die durch Mängel am Produktionsfaktor "Betriebsmittel" bedingt sind (vgl. Lampkemeyer/Soliman [1987]), z.B.
 - Ausfall von Maschinen, Förder- und Lagereinrichtungen
 - Bruch von Werkzeugen
 - Fehlen von Meß- und Prüfgeräten, Arbeits- und Produktionsunterlagen (z.B. Arbeitspläne und Zeichnungen), Steuerungsprogrammen für NC-Maschinen sowie bei weiterer Definition des Faktors "Betriebsmittel" auch
 - mangelnde Verfügbarkeit von Hilfs- und Betriebsstoffen.
- Materialbedingte Störungen: Hierzu zählen in erster Linie das Fehlen oder eine zu geringe Qualität von Rohstoffen und Halbfabrikaten, was z.B. auf fehlerhaften Materialien, falschen Materialabmessungen oder Transportschäden beruhen kann.
- Dispositionsbedingte Störungen: Hierunter fallen alle Ausnahmesituationen, die durch den dispositiven Faktor der Produktionsplanung verursacht wurden, z.B.
 - fehlendes Material
 - zu spät angeliefertes Material
 - mangelnder Kapazitätsabgleich
 - zu kurzfristige Änderungen von Kundenaufträgen.

Auswirkungen, die sich aus Störungen ergeben, sind im allgemeinen von unterschiedlicher Tragweite und wirken sich innerhalb des Unternehmens und nach außen auf verschiedene Weise aus. Grundsätzlich lassen sich drei Arten unternehmensinterner Auswirkungen von Störungen aufführen:

- Terminabweichungen,
- mangelhafte Kapazitätsauslastung,
- erhöhte Bestände.

Jede Auswirkung führt zu einer erhöhten Kostenbelastung, die durch geeignete dispositive Eingriffe möglichst gering zu halten ist. Das Ausmaß der Auswirkungen ist unter anderem abhängig von der jeweiligen Fertigungsart.

Nach außen, gegenüber den Kunden wirken sich die Störungen im wesentlichen durch Terminverzögerungen bei den vereinbarten Lieferterminen aus.

In den weiteren Ausführungen wird nur die terminliche Seite der Störungen behandelt. Das Ziel des Managements von Störungen soll also darin bestehen, die durch Störungen hervorgerufenen Terminverzögerungen innerhalb des Produktionsbereichs so auszugleichen, daß keine oder nur minimale Veränderungen im Liefertermin gegenüber den Kunden auftreten.

Tritt bei einer ungepufferten Fließfertigung, bei der eine relativ starre Kopplung der Arbeitsplätze zueinander vorliegt, eine Störung auf, so wird wenig später die Produktion der ganzen Anlage zum Stillstand kommen, da durch das Fehlen der Vorprodukte die jeweils nachgelagerte Arbeitsstation ebenfalls nicht weiterarbeiten kann.

Im Gegensatz dazu findet man bei einer Werkstattfertigung nach dem Eintritt einer Störung eine etwas andere Situation vor. Fällt hier z.B. eine Maschine aus, so sind zwar alle Aufträge betroffen (und die Folgeaufträge im Auftragsnetz), die auf dieser Maschine gefertigt werden müssen, alle übrigen Aufträge können aber nahezu unbeeinflusst weiter durchgeführt werden. Wegen der ungeplanten ablaufbedingten Zwischenlager treten schwerwiegende Auswirkungen aber erst verzögert auf und belassen eine - wenn auch geringe - Zeitspanne für eine Umdisposition.

Die entscheidende Idee innerhalb des Management von Störungen ist, daß der Schaden einer Störung minimiert wird. Eine Störungsbewältigung benötigt dazu zwei Elemente:

- eine organisatorische Strategie und
- eine systemtechnische Unterstützung.

Bormann [1978] (S. 80 ff) teilt die verschiedenen Strategien der Störungsabwehr bzw. -bewältigung, wie in Abb. 66 dargestellt ein:

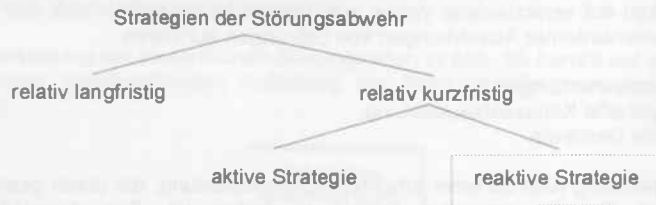


Abb. 66: Strategien der Störungsabwehr

Die organisatorische Strategie der Störungsbewältigung umfaßt folgende Phasen:

- Abweichungserkennung
- Abweichungsbeurteilung
- Abweichungsbeseitigung, die aus einer
 - Maßnahmenermittlung sowie einer
 - Maßnahmenauswahl.
 besteht.

Die Maßnahmenermittlung hat dabei die in der jeweiligen Situation denkbaren Maßnahmen für eine Umdisposition festzustellen sowie deren Nutzen und den erforderlichen Aufwand zu bestimmen. Welche Maßnahme ergriffen wird, hängt von der Art und der Dauer der Störung ab. Möglichkeiten sind z.B. Überlappen, Splitten, Verlagerung von Arbeitsvorgängen auf Ausweicharbeitsplätzen oder die Änderung von Terminen. Im letzten Schritt ist aufgrund der bewerteten Maßnahmen vom System bzw. vom Disponenten zu entscheiden, welche der vorgeschlagenen Maßnahmen anzuwenden sind.

Ein integriertes Unternehmensplanungssystem benötigt bei der Störungsbewältigung eine systemtechnische Unterstützung. Ungelöst blieb bisher die Frage, welche Anforderungen an den Vorgang der Störungsbewältigung bei Systemen zu stellen sind, die nach dem SMCN-Planungsverfahren arbeiten. In Abschnitt 3.2.2 wurde hierzu bereits die grundsätzliche Problematik dargestellt. In diesem Abschnitt soll nun eine Lösung für diese spezielle systemtechnische Aufgabenstellung aufgezeigt werden.

5.3.2 Management von Störungen mit Pufferreduzierung

Die systemgestützte Bewältigung von Störungen mit integrierten Software-Systemen ist heute nach wie vor meist ungelöst, da viele Unternehmensplanungssysteme nicht über ein ausreichendes Störungsmanagement und entsprechende softwaretechnische Lösungen verfügen (vgl. Rose [1989]).

Bei der Aufgabe, Störungen systemtechnisch abzufangen, stützt man sich im wesentlichen auf:

- Puffer als Mittel zur Planrealisierung und dabei insbesondere auf den Einsatz spezieller Planungspuffer (vgl. Müller [1987]) und
- die Verwendung von Puffern, die sich normalerweise aus den Planungsgrunddaten, also z.B. aus den Daten der Arbeitsplätze, Arbeitsfolgen oder Übergangszeitmatrizen ermitteln lassen.

Aus der systemtechnischen Betrachtung, Störungen im kybernetischen Umfeld abzufangen, lassen sich folgende Fälle unterscheiden:

1. Ein Primärbedarf kann so eingelastet werden, daß sich Bedarf und Bedarfsdecker im Gleichgewicht befinden. Eintretende Störungen (z.B. eine geringfügig verspätete Rückmeldung von Wareneingängen oder Fertigungsaufträgen) haben nur eine geringe Wirkung, so daß die Plansituation davon nicht beeinflußt wird. Die Störungen werden im Produktionsprozeß selbst ausgeglichen.
2. Bei der Einlastung eines Primärbedarfs lassen sich die gebildeten Planaufträge nur so einplanen, daß die Starttermine in der Vergangenheit liegen. Ein termingerechtes Gleichgewicht von Bedarfen und Bedarfsdeckern läßt sich deshalb nicht herstellen. Das Planungssystem zwingt den Disponenten über Ausnahmemeldungen auf die Situation zu reagieren und eine Entscheidung zu treffen.
3. Nach erfolgreicher Einlastung treten Störungen auf, die das termingerechte Gleichgewicht stören. Über dispositive Maßnahmen muß versucht werden, dieses wieder herzustellen.

Zur Störungsbeseitigung in den Fällen 2 und 3 stehen im Prinzip zwei Vorgehensweisen zur Verfügung:

- Anwendung dispositiver Methoden, welche die geplante Termsituation unverändert lassen, z.B. durch Verlagerung von Arbeitsfolgen auf andere Arbeitsplätze, die Verwendung alternativer Materialien oder Baugruppen u.ä.
- Sind die zuvor genannten Maßnahmen nicht ausreichend, müssen Terminänderungen in Kauf genommen werden. Es sind Pufferreduzierungen vorzusehen, damit der Kundenbedarfstermin so weit wie möglich eingehalten werden kann. Dabei entstehen für die betroffenen Erzeugnisstrukturen ein oder mehrere kritische Pfade von Arbeitsfolgen.

Keines der heute auf dem Markt befindlichen Unternehmensplanungssysteme ist in der Lage, Störungen zum Anlaß zu nehmen, den im Gleichgewicht befindlichen kritischen Planungszustand aufzuheben bzw. zu verringern. Durch dieses Fehlverhalten nähern sich alle Planstrukturen eines Unternehmens mit jeder ausgeregelten Störung sukzessive einem kritischen Zustand.

Dadurch wird auch in einem erheblichen Umfang die bei der Erstplanung vorhandene Planqualität eingeschränkt.

Im einzelnen kann festgestellt werden:

- Das gesamte Planungsnetz eines Unternehmens nähert sich einem kritischen Zustand.
 - Es entstehen falsche Termine und
 - falsche Kapazitätsbelegungen.
- Es kommt zu Maßnahmen in Form von unnötigen Eilaufträgen. Es herrscht Planungs- und Steuerungshektik.
- Es werden zusätzliche Werkstattbestände aufgebaut.

Im Rahmen des gesetzten Forschungsziels (vgl. Abschnitt 1.2.3, Abb. 4, Punkt 3 und 4) wird im folgenden Abschnitt eine Lösung dieses Problems entwickelt, die als MVS-Methode (Management von Störungen) bezeichnet wird.

5.3.2.1 Ausgangslage des Gleichgewichts-Vektoren-Syndroms (GVS)

Durch die MRP-Verfahren werden die Endprodukte E_1 bis E_n mit allen in ihrer Struktur enthaltenen Baugruppen B_1 bis B_n und Teilen T_1 bis T_n und Rohmaterialien R_1 bis R_n nach den Prinzipien in Abb. 30 und Tab. 7 eingeplant. Bei jeder Komponente der Erzeugnisstruktur handelt es sich um den Summen-Sekundär-Bedarf (SSBED), mit Hilfe der Dispositionsstrategie werden hierzu Planaufträge (PAUFs) gebildet, so daß das Planungs-Gleichgewicht hergestellt ist (vgl. Abb. 31).

Abb. 67 zeigt beispielhaft eine Erzeugnisstruktur, anhand derer das Zustandekommen des Gleichgewichts-Vektoren-Syndroms erläutert werden soll:

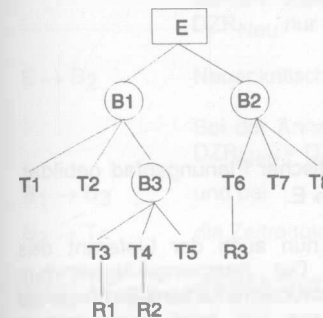


Abb. 67: Beispiel einer geplanten Erzeugnisstruktur

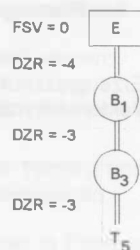
Bei Auftreten einer Störung, wenn z.B. der Lieferant des Kaufteils T_5 meldet, daß er das Teil um 10 Tage verspätet gegenüber dem vereinbarten Termin anliefern wird, registriert der Netchange-Algorithmus diese Ereignismeldung und versucht, diese Störung z.B. mit Hilfe der Strategie der Durchlaufzeitreduktion, also durch Inanspruchnahme eingeplanter Pufferzeiten zu beseitigen.

Dabei könnte sich folgende denkbare Plansituation ergeben:

Der durch die Störung betroffene Strukturpfad besteht aus den Teilpfaden (→) mit den jeweils maximalen Durchlaufzeitreduktionen (DZR):

- $T_5 \rightarrow B_3$: max. 3 Tage
- $B_3 \rightarrow B_1$: max. 3 Tage
- $B_1 \rightarrow E$: max. 4 Tage

Die Summe der maximalen Zeitreduktionen aller Komponenten auf dem betroffenen Strukturpfad entspricht der aufgetretenen Liefer-Verspätung von 10 Tagen. Das System kann also mit Hilfe der MVS-Methode einen Gleichgewichtszustand zwischen Bedarfsdecker und -verursacher herstellen, d.h. der Fertigstellungstermin von E als oberste Zielsetzung braucht nicht verschoben zu werden, der Fertigstellungsverzug (FSV) ist also Null:

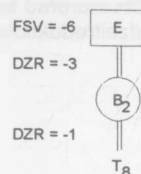


Dadurch hat sich aber für die Produktion ein kritischer Planungspfad gebildet, nämlich für die Produktionsfolge $T_5 \rightarrow B_3 \rightarrow B_1 \rightarrow E$.

Zu Beginn des Herstellungsprozesses meldet nun auch der Lieferant des Kaufteils T_8 einen 10-tägigen Lieferverzug. Der Netchange-Algorithmus versucht abermals, diese Störung nach der Durchlaufzeitreduktions-Strategie zu beseitigen, wobei die maximalen Zeitreduktionen wie folgt angenommen werden:

- $T_8 \rightarrow B_2$: max. 1 Tag
- $B_2 \rightarrow E$: max. 3 Tage

Die Summe der maximalen Zeitreduktionen auf dem Pfad $T_8 \rightarrow B_2 \rightarrow E$ ist also kleiner als der aufgetretene Lieferverzug. Der Fertigstellungstermin von Erzeugnis E kann somit nicht mehr gehalten werden. Es entsteht ein Fertigstellungsverzug (FSV) bei Erzeugnis E von $10 - 4 = 6$ Tagen:



Hieran wird deutlich, daß der ursprünglich kritische Pfad $T_5 \rightarrow B_3 \rightarrow B_1 \rightarrow E$ nicht mehr (zumindest nicht mit dem bisherigen Gewicht) als kritisch eingestuft werden kann. Er könnte in jedem Fall um 6 Tage entzerrt werden.

Eine Entzerrung des ehemals kritischen Planungspfades wäre z.B. auf den folgenden Teilpfaden möglich:

$E \rightarrow B_1$ Alter kritischer Planungspfad bleibt bestehen.

$$DZR_{\text{Neu}} = 4 \text{ Tage} = DZR_{\text{Alt}}$$

(Anm.: Der Teilpfad könnte aber auch um einen Tag entzerrt werden. Das würde bedeuten, daß die dann vorhandene DZR_{Neu} nur 3 Tage beträgt.)

$E \rightarrow B_2$ Neuer kritischer Planungspfad

Bei der Annahme, daß beim Teilpfad $E \rightarrow B_1$ die Beziehung $DZR_{\text{Neu}} = DZR_{\text{Alt}}$ gilt, können bei den Teilpfaden

$B_1 \rightarrow B_3$ und bei

$B_3 \rightarrow T_5$ die Zeitreduktionen jeweils aufgehoben werden

$B_2 \rightarrow T_8$ Neuer kritischer Planungspfad

Man kann nun zu einer normalen Produktion zurückkehren. Für das in Abschnitt 5.3.1 aufgezeigte Verhalten des GVS soll in dem folgenden Abschnitt die systemtechnische Lösung entwickelt werden.

In der Fachliteratur wird bei Abweichungen im Planungs- und Fertigungsablauf fast ausschließlich der Begriff "Störungen" verwendet. Störungen assoziieren aber im Sprachgebrauch oft eine gefährliche Abnormalität. Für den systemtheoretischen Zusammenhang wurde deshalb in den vorhergehenden Abschnitten der Begriff "Ereignis" eingeführt. Vor jeder Störung kommt also das Ereignis. Ereignisse führen zu Störungen, wenn nicht geeignete Maßnahmen ergriffen werden.

5.3.2.2 Puffer aus Planungsgrunddaten

Zu den arbeitswirtschaftlichen Planungsgrunddaten gehören:

- Arbeitsplatzdaten, d.h. Kapazitätsbestand der Maschinen, Schichtmodell etc. und
- Arbeitsplandaten, d.h. Technologiedaten, wie sie zur Herstellung der zu produzierenden Teile und Baugruppen notwendig sind. (Vorgabezeit je Einheit t_e , Rüstzeit t_r , Zwischenzeit t_{zw})

Im Rahmen dieser Arbeit werden lediglich die Arbeitsplandaten untersucht, da sie eine wesentliche Stellung bei der Durchführung des MVS (Management von Störungen) einnehmen.

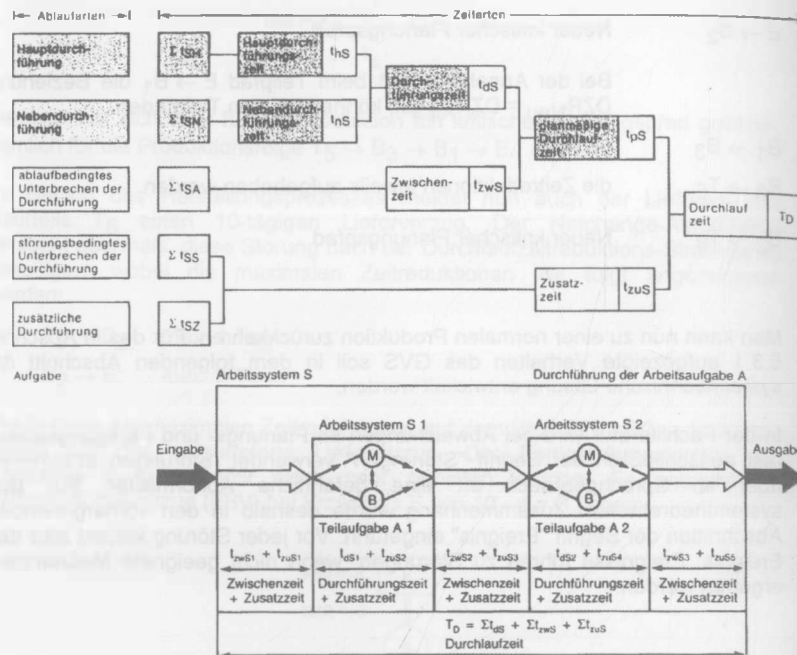


Abb. 68: Zeitarten der Durchlaufzeit mit Beispiel für zwei aufeinanderfolgende Arbeitssysteme bzw. Arbeitsfolgen (nach REFA [1985] S. 17)

Aus den in Abb. 68 dargestellten Zeitarten läßt sich die Durchlaufzeit für alle Systeme "S" ermitteln:

$$t_D = \Sigma t_{dS} + \Sigma t_{nS} + \Sigma t_{zuS}$$

Sie ist nach REFA wie folgt definiert:

Die Durchlaufzeit ist die Sollzeit für die Erfüllung von Aufgaben in einem oder mehreren bestimmten Arbeitssystemen und setzt sich aus Durchführungszeiten, Zwischenzeiten und Zusatzzeiten zusammen.

Dabei gilt:

$$t_{dS} = t_{hS} + t_{nS} \quad t_h \text{ Hauptzeit; } t_n \text{ Nebenzeit}$$

Die Zwischenzeit t_{zwS} besteht aus der Summe der Sollzeiten in denen die Durchführung der Aufgabe planmäßig unterbrochen ist

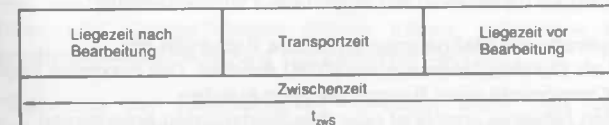


Abb. 69: Gliederung der Zwischenzeit

Die Zusatzzeit t_{zuS} besteht aus der Summe der Zeiten, die zusätzlich zur planmäßigen Durchführung von Aufgaben erforderlich sind. Sie wird wie eine Soll-Zeit bei der Ermittlung der Durchlaufzeit berücksichtigt.

Es ist:

$$t_{zuS} = \Sigma t_{SZ} + \Sigma t_{SS}$$

Die in den Grunddaten der Arbeitsplanorganisation vorhandenen Zeitarten werden nun zur Reduzierung der Durchlaufzeit und damit zur Beseitigung von Störungen herangezogen, indem geeignete Maßnahmen wie

- Vermindern von Zwischenzeiten
- Überlappen von Vorgängen
- Splitten von Vorgängen
- Chargieren von Vorgängen
- Verkleinern von Losgrößen
- Vermindern der Anzahl von Arbeitsplatzwechseln.

ergriffen werden.

Diese Maßnahmen können je nach betrieblichen Gegebenheiten miteinander kombiniert werden. Ihre Anwendbarkeit ist begrenzt durch technologische Zusammenhänge, durch die Verfügbarkeit geeigneter Kapazitäten und durch die vorhandenen organisatorischen Möglichkeiten.

Zwischenzeiten können gegenüber ihrer durchschnittlich erforderlichen Dauer verkürzt werden, wenn die Fertigungsorganisation in der Lage ist, kürzere Liegezeiten zu realisieren. Sie steuert die Belegung der Kapazitäten so, daß die zur Durchführung der einzelnen Arbeitsvorgänge notwendigen Arbeitssysteme zu den vorgesehenen Terminen auch tatsächlich zur Verfügung stehen.

Die aufgrund der getroffenen Maßnahmen erzielbare Reduktion der Durchlaufzeit wird als Durchlaufzeitreduktion (DZR) definiert. Der maximale Wert der DZR für jede Komponente einer Baugruppe kann aus den Planungsgrunddaten fallweise errechnet oder den Stammdaten entnommen werden.

5.3.2.3 Zeitpuffer als Mittel zur Planrealisierung

Für den größten Teil der Maßnahmen zur Störungsbeseitigung sind gewisse Zeitreserven erforderlich. Sind die einzelnen Fertigungsstufen und Arbeitsfolgen unmittelbar aufeinander terminiert, wird die Störungsbeseitigung zwangsläufig zu einem Terminverzug bei den Kundenaufträgen führen. Deshalb ist bei der Terminierung die Einführung von Zeituffern unerlässlich, denn sie stellen die notwendige Zeit für die Überwindung von Störungen im Fertigungsablauf zur Verfügung (vgl. Abb. 69). Damit sind Zeitpuffer für die Sicherung der Realisierung der Pläne unverzichtbar (vgl. Abschnitt 5.3.1.2.).

Auch Müller [1987], (S. 107) stellt kategorisch fest, daß "Geplante Puffer" der Sicherung der Durchführung von Plänen dienen. Dies ist aufgrund der stets vorhandenen Unsicherheit und der damit verbundenen Ungenauigkeit der Planung notwendig. Dabei kann die Ungenauigkeit verschiedene Ursachen haben: Zum einen kann sie durch unvollständige bzw. fehlerhafte Informationen entstehen, also im Zuge der Informationsgewinnung auftreten, wie z.B. als Ungewißheit über verschiedene entscheidungsrelevante Gegebenheiten, besonders im Bereich der betrieblichen Umwelt. Oder sie kann die Informationsverarbeitung betreffen, d.h. im Zusammenhang mit den Entscheidungsaktivitäten der Planung stehen. Darüber hinaus stellt auch die Ungenauigkeit aufgrund von aggregierter und sukzessiver Planung ein Problem dar, das geklärt werden sollte. Aggregation kann zu Inkompatibilität zwischen über- und untergeordneten Plänen führen; sukzessive Planung bedeutet prinzipiell Vernachlässigung von Interdependenzen.

"Sicherung der Realisierbarkeit" bedeutet auch, daß die Pläne für die unternehmensinternen Aktivitäten (also Pläne in der taktischen Ebene) geändert werden können, damit Kundenaufträge von Störungen soweit wie möglich unberührt bleiben und die Realisierung übergeordneter Pläne der strategischen Ebene ermöglicht wird. Unter "Stabilität eines Plans" verstehen wir hier also primär die "Stabilität der Sachzielkomponente", insbesondere die Einhaltung von Terminen, was mit der Einführung der Zeitpuffer garantiert werden soll.

Zur Möglichkeit der Reduktion der Durchlaufzeit in einem Arbeitssystem, egal, ob eine oder die Summe mehrerer Arbeitsfolgen einer zu produzierenden Einheit betroffen ist, kommt die Zuordnung von Puffern hinzu, die sich aus der Terminierungsrechnung bei der Stücklistenauflösung und der Bestimmung des Sekundär- und Primärbedarfs ergeben. Diese Zeitpuffer können ebenfalls zur Planrealisierung herangezogen werden. Bei den derzeit vorhandenen Systemen ist dieses nicht der Fall.

Folgende Pufferarten werden verwendet:

1. Primär-Durchlaufzeit-Reduktion (PDZR)

Bei der Material- und Kapazitätsplanung werden vom Primärbedarf aus auf der Komponentenebene Sekundärbedarfe ermittelt und entsprechend der Dispositionsstrategie zur Deckung dieser Sekundärbedarfe Planaufträge gebildet. Bei der Bildung eines Planauftrages und seiner Terminierung unter Verwendung der Arbeitspläne und der darin festgelegten Möglichkeiten der Durchlaufzeitreduktion wird dem Planauftrag eine Primär-Durchlaufzeit-Reduktion (PDZR) zugeordnet. Sie entspricht der Summe der DZR auf dem kritischen Pfad für das Erzeugnis E_1 .

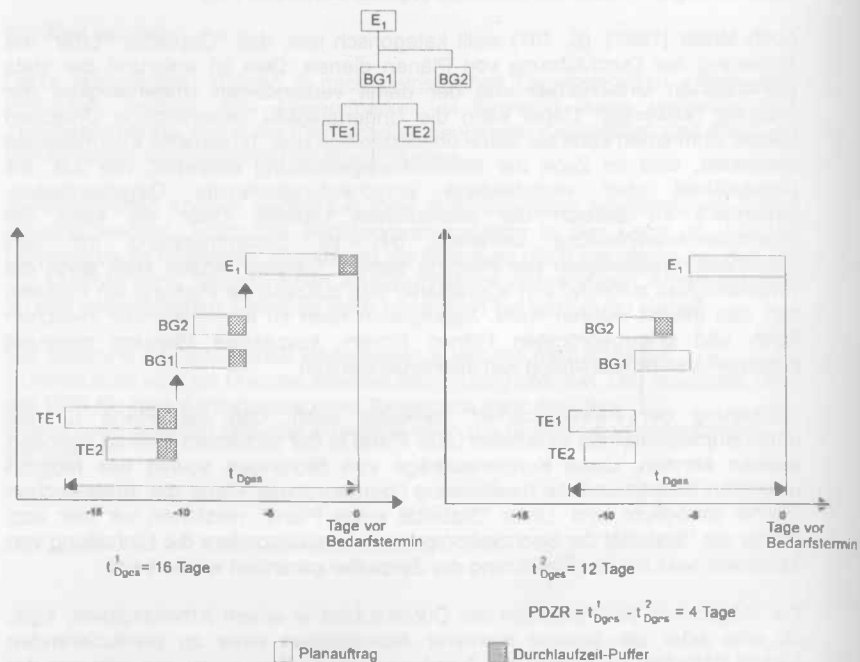


Abb. 70: Erläuterung zur Primär-Durchlaufzeit-Reduktion PDZR

Im linken Teil der Abbildung ist das normale Terminierungsergebnis, d.h. ohne Störung dargestellt. Im rechten ist die PDZR vollständig in Anspruch genommen. Auf dem kritischen Pfad $TE1 \rightarrow E_1$ können Störungen von bis zu 4 Tagen ausgeglichen werden, ohne daß der Termin für E_1 verändert werden muß.

2. Plan-Sekundär-Puffer (PSP)

Durch die Bildung von Planaufträgen, die mehrere Sekundärbedarfe unterschiedlicher Enderzeugnisstrukturen oder unterschiedlicher Verwendungen in Fertigungsstufen decken, kann es dazu kommen, daß der Planauftrag früher beendet ist, als für den einzelnen Sekundärbedarf erforderlich. Dann entsteht zwischen dem Planauftrag und dem Sekundärbedarf eine vergrößerte Liegezeit, die als Planpuffer bezeichnet wird und dem entsprechenden Sekundärbedarf vorläufig zugeordnet wird.

Der Planpuffer gibt somit immer eine Beziehung zwischen einem Planauftrag und dem Sekundärbedarf an, der dadurch abgedeckt wird.

Ein Planauftrag kann aber nur innerhalb des kleinsten Planpuffers aller vom Planbedarf abgedeckter Sekundärbedarfe verschoben werden. Dieser Wert wird deshalb dem Planauftrag als Plan-Sekundär-Puffer (PSP) zusätzlich zugewiesen. Die anderen, an die Sekundärbedarfe gebundenen Planpuffer haben nur dann eine Bedeutung, wenn eine Splitting eines Planauftrages zugelassen wird. Der PSP kann auch entstehen oder sich vergrößern, wenn in einem anderen Pfad ein Terminverzug entsteht, die Termine der nicht betroffenen Pfade jedoch nicht verändert werden.

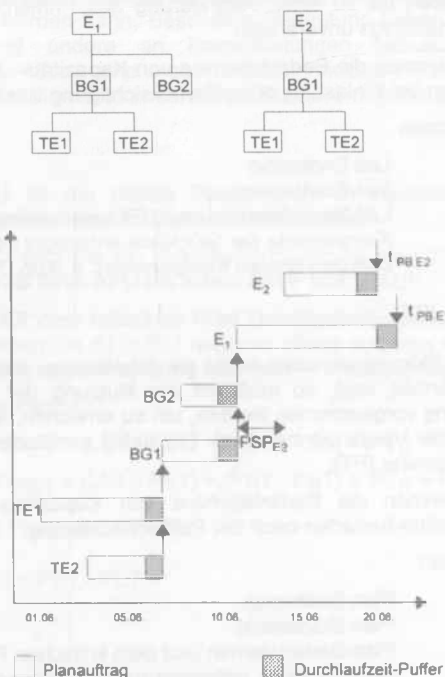


Abb. 71: Erläuterung zum Plan-Sekundär-Puffer PSP

5.3.3 Allgemeine Beschreibung des Verfahrens

5.3.3.1 Vorbereitende Definitionen

Wie bereits dargestellt, ist die systemtechnische Lösung von MVS in keinem derzeit bekannten System zufriedenstellend (vgl. Rose [1989]). Darüber hinaus wird hier behauptet, daß das Ausregeln von Störungen mittels Zeitpuffer ebenfalls systemtechnisch nicht zufriedenstellend, wenn überhaupt, gelöst ist. Man kann dies allein an der Tatsache erkennen, daß Festlegungen und Definitionen zu diesem Sachverhalt in der Literatur fehlen. Deshalb werden in diesem Abschnitt in Anlehnung an die SMCN-Planungstechniken vorbereitende Definitionen für einen Lösungsansatz getroffen.

Für die MVS-Methode werden folgende neue Begriffe im Bereich der Terminierung definiert:

- Leit-Termine (LT)
 - Leit-Termine werden anhand der Durchlaufterminierung (Rückwärtsterminierung) unter Berücksichtigung der normalen DZ bei der Materialbedarfsplanung ermittelt.
 - sie bleiben bis zu einer Veränderung des Primärbedarfs, d.h. des Kundenauftrags unverändert.
 - sie bestimmen die Bedarfstermine von Kapazitäts-, Material- und BM-Bedarfen bei Einlastung ohne Berücksichtigung von Störungen.
 - Definitionen
 - LET = Leit-Endtermin
 - LST = Leit-Starttermin
 - LBT = Leit-Bedarfstermin (der LET einer untergeordneten Komponente der Stückliste entspricht dem LST/LBT der übergeordneten Komponente), s. Abb. 74-1.
- Plan-Termine (PT)
 - tritt eine Störung ein oder ergibt die Einplanung, daß der LST in der Vergangenheit liegt, so muß mit der Nutzung der DZR eine neue Einplanung vorgenommen werden, um zu erreichen, daß der LST nicht mehr in der Vergangenheit liegt. Die dabei ermittelten Termine bilden die Plantermine (PT).
 - sie bestimmen die Bedarfstermine von Kapazitäts-, Material- und Betriebsmittel-Bedarfen nach der Pufferreduzierung.
 - Definitionen
 - PET = Plan-Endtermin
 - PST = Plan-Starttermin
 - PBT = Plan-Bedarfstermin (auf dem kritischen Pfad entspricht der PET einer untergeordneten Komponente dem PST/PBT der übergeordneten Komponente)

- Leitpuffer (LEITPU)

Der Leitpuffer dient nur zur Ermittlung des Strukturpuffers und wird bei der Vorwärtsterminierung ermittelt. Es ist die Differenz aus Plan-Bedarftermin des übergeordneten Teils und dem Leit-Endtermin der Komponente.

$$\text{LEITPU} = \text{PBT} - \text{LET}$$

- Planverzögerung (PV)

Die Planverzögerung ergibt sich aus Leittermin - Plantermin.

$$\text{PVE} = \text{LET} - \text{PET}$$

$$\text{PV}_S = \text{LST} - \text{PST}$$

- Strukturpuffer (STRUPU)

Der Strukturpuffer ergibt sich, wenn über alle Fertigungsstufen hinweg die möglichen Durchlaufzeit-Reduktionen kumuliert werden. Er gibt an, welcher Terminverzug von der betreffenden Stufe aus maximal noch über die PDZR bis zum Primärbedarfstermin abgefangen werden kann und von welcher Größe des Terminverzugs an der Liefertermin des Primärbedarfs nicht mehr eingehalten werden kann. Besondere Bedeutung haben Strukturpuffer für Kaufteile und andere an Fremdleistungen gebundene Teile oder Baugruppen. Sie sind aber auch nutzbar, um Folgen von Maschinenausfällen oder anderen Kapazitätsverringerungen abzuschätzen.

Es gilt:

- STRUPU ist ein mittels Planterminen in Relation zum jeweiligen Leittermin über die Struktur ermittelter Puffer
- STRUPU wird bei der Vorwärtsterminierung berechnet und bestimmt die Priorität einer AFO bei einem FAUF bzw. PAUF
- Sofern auf dem kritischen Pfad Durchlaufzeitverkürzungen vorhanden sind, weisen die STRUPU negative Werte auf, was eine hohe Priorität bei der Störungsbeseitigung bedeutet => Verzögerung
- Rechenvorschrift:

$$\text{STRUPU}_{\text{PET}} = (\text{LET} - \text{PET}) + (\text{PBT} - \text{PET}) = \text{PVE} + \text{PLANPU}$$

$$\text{STRUPU}_{\text{PST}} = (\text{LST} - \text{PST}) + (\text{PBT} - \text{PET}) = \text{PV}_S + \text{PLANPU}$$

mit dem Planpuffer PLANPU

$$\text{PLANPU} = \text{PBT} - \text{PET}$$

5.3.3.2 Terminierungsmethoden bei der Ausregelung von Störungen

Um auftretende Störungen auf allen Fertigungsstufen für jede Komponente bei Mehrfachteileverwendung ausregeln zu können, müssen die in Abschnitt 2.1.3 definierten Systembedingungen gegeben sein.

Alle Systeme beginnen die vom Endprodukt ausgehende Leiterterminbestimmung mittels einer Rückwärtsterminierung. Treten Störungen an Plan- oder Fertigungsaufträgen auf, versucht die Vorwärtsterminierung in Verbindung mit einer partiellen Rückwärtsterminierung Pufferreduktionsmöglichkeiten bereitzustellen, um damit aufgrund der bestehenden aktuellen Planungssituation die Störung nach den gegebenen Bedingungen auszuregeln. Für das Ausregeln der Störungen kommen in sich abgestimmte und systemtechnisch verzahnte Terminierungsmethoden zum Einsatz.

- Rückwärtsterminierung und Rückwärts-Durchlaufzeit-Reduktion (RDZR)

Bei diesem Verfahren werden in der Fertigungsstruktur Störungen retrograd von oben nach unten behoben, beginnend mit der höchsten Fertigungsstufe. Der Verzug wird dabei durch wenige Reduzierungsschritte abgebaut, da die gesamte darunterliegende Struktur von der höchsten Stufe an beginnend nach oben gezogen wird. Genau dies ist aber auch ein großer Nachteil, denn je weiter oben die Struktur verändert wird, desto mehr darunterliegende Stufen sind davon betroffen.

Bei Mehrfachverwendung und Loszusammenfassungen von einzelnen Strukturelementen (Teilen) können deshalb ungünstige Situationen bei anderen Fertigungsstrukturen und zusätzliche Probleme bei der Materialverfügbarkeitsrechnung entstehen. Diese rückwärtsgerichtete Störungskorrektur kann also im Extremfall dazu führen, daß versucht wird, z.B. die durch verspätete Materiallieferungen entstandenen Störungen in der untersten Fertigungsstufe erst in der Endmontage, der obersten Fertigungsstufe auszugleichen.

- Vorwärtsterminierung und Vorwärts-Durchlaufzeit-Reduktion (VDZR)

Diese versucht, an der Stelle des Verzugs beginnend, in vorwärtsgerichteter Weise (progressiv) diejenigen Teile zu bestimmen, bei denen der Verzug durch Pufferreduzierung gerade ausgeglichen werden kann und die somit als Startpunkte für eine erneute Rückwärtsterminierung dienen können.

Dieser Planungsschritt liefert als Ergebnis weiterhin sämtliche neu berechneten Größen wie Dauer, Puffer, Start- und Endtermine aller sich auf diesem Pfad befindlichen Arbeitsfolgen und stellt sie der Terminierung der Bedarfsplanungssysteme zur Verfügung.

Es kann nun der Fall auftreten, daß auf höheren Fertigungsstufen sehr viel kritischere Störungen auftreten als solche, die bereits auf unteren Ebenen ausgeglichen wurden. Als Folge davon entstehen möglicherweise 'Löcher' in der Fertigungsstruktur, d.h. End- und Starttermin von zwei aufeinanderfolgenden Arbeitsfolgen stimmen nicht überein. Dadurch wird in den unteren Stufen eine Beschleunigung der Arbeitsfolgen, eine unnötige Hektik veranlaßt.

Um diesen Effekt zu vermeiden, untersucht die anschließend einsetzende Rückwärtspufferbildung das Fertigungsnetz auf zeitlich nicht stetige Stellen und entspannt die Struktur maximal auf die ursprünglichen Dauern und Zeitpuffer der einzelnen Arbeitsfolgen. Unter Umständen ergibt es sich dabei sogar, daß ein Starttermin, der nach der Erstterminierung noch in der Vergangenheit lag, nun in die Zukunft geschoben wird.

5.3.3.3 Systemtechnisches Ausregeln von Störungen nach der MVS-Methode

Für das systemtechnische Ausregeln der Störungen gelten folgende Grundsätze:

- Die Einhaltung des Liefertermins hat oberste Priorität
- Durchlaufzeitreduktionen sollen so schnell wie möglich wieder abgebaut werden.
- Fertigungs- und Planaufträge (z.B. bei Abrufbestellungen) können weit in die Zukunft geplant sein
- Zusammengehörende Ausnahmemeldungen werden zusammenhängend dargestellt
- Durchlaufzeitreduktionen erfolgen nur bis zu einem bestimmten Anteil (z.B. 50 %) der maximalen Verkürzung automatisch, größere Verkürzungen müssen vom Disponenten maschinell unterstützt im PAUF bzw. FAUF eingetragen werden
- Durchlaufzeitreduktionen verändern Plan-Termine primär nur auf dem/n kritischen Pfaden, auf den unkritischen Pfaden gelten die Plan-Termine gemäß ungekürzter T_D , wobei jedoch die Strukturpuffer gegenüber den mit gekürzten T_D ermittelten Terminen über alle Stufen ausgewiesen werden
- Materialbereitstellungs- und Durchlauftermine haben Vorrang vor mittelfristigen Kapazitätsüberlegungen

Das Ausregeln erfolgt entsprechend den nachfolgend dargestellten Planungsschritten (vgl. Abb. 72 und 73).

Der MVS-Algorithmus läuft in drei Schritten ab:

1. Planungsschritt: Ermittlung der Leit-Termine über die gesamte Struktur für alle im Planungshorizont befindlichen Komponenten (Abb. 72).
2. Planungsschritt: Ermittlung der Plan-Termine und Strukturpuffer über die gesamte Struktur und alle Komponenten im Planungshorizont (Abb. 73).
3. Planungsschritt: Systemtechnische Ausregelung einer Störung (Abb. 74).

Im ersten Planungsschritt werden - ausgehend vom Kundenwunschtermin - die Start- und Endtermine aller Fertigungsstufen wie bei den herkömmlichen Systemen berechnet. Für den Fall, daß keine Störung eintritt, läuft die Beschaffung und die Fertigung nach diesen Terminen ab.

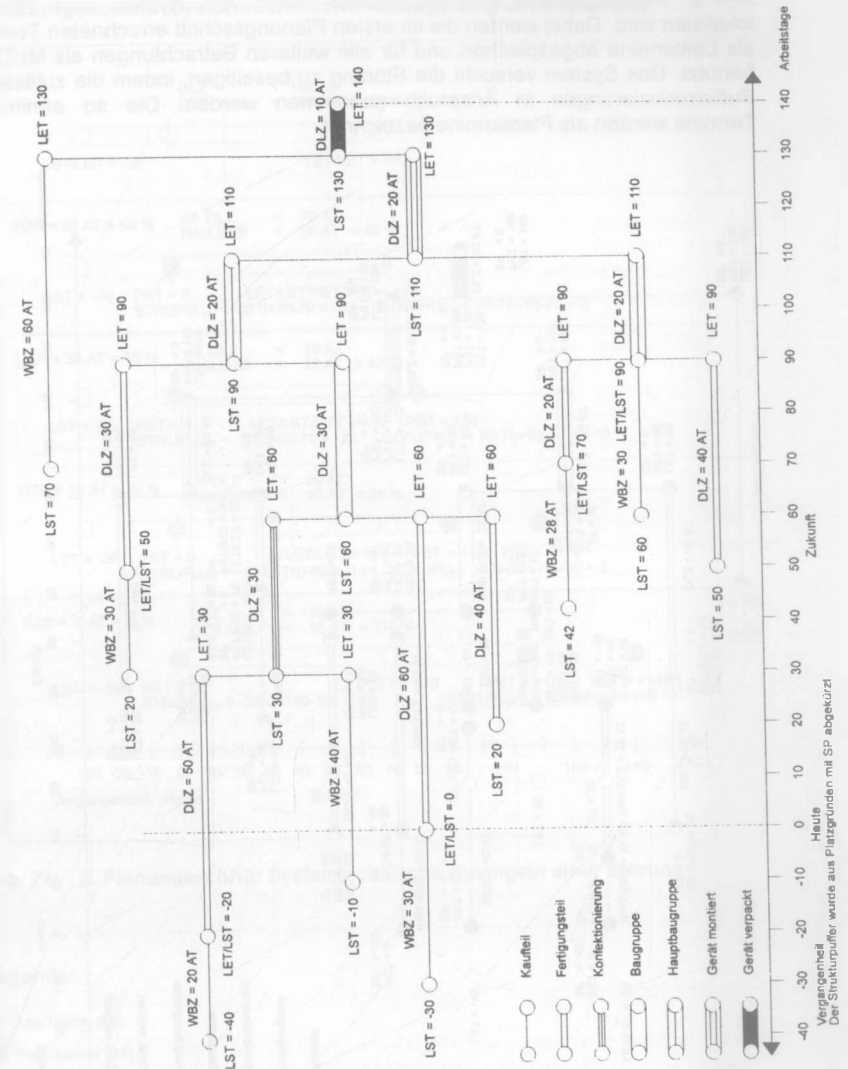


Abb. 72: 1. Planungsschritt: Ermittlung der Leit-Termine über die gesamte Struktur für alle im Planungshorizont befindlichen Komponenten

Der 2. Planungsschritt wird angestoßen, wenn vom System eine Störung lokalisiert wird. Dabei werden die im ersten Planungsschritt errechneten Termine als Leittermine abgespeichert und für alle weiteren Betrachtungen als Maßstab benutzt. Das System versucht die Störung zu beseitigen, indem die zulässigen Pufferreduzierungen in Anspruch genommen werden. Die so ermittelten Termine werden als Plantermine bezeichnet.

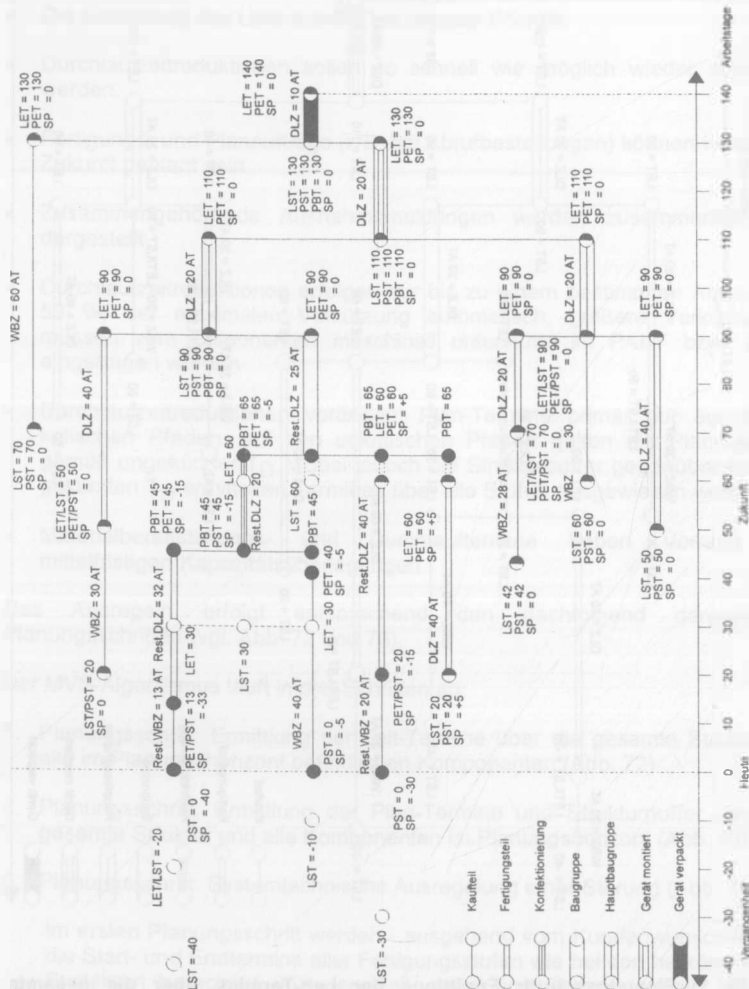


Abb. 73: 2. Planungsschritt: Ermittlung der Plan-Termine und Strukturpuffer über die gesamte Struktur und alle Komponenten im Planungshorizont

3. Planungsschritt: Systemtechnische Ausregelung einer Störung

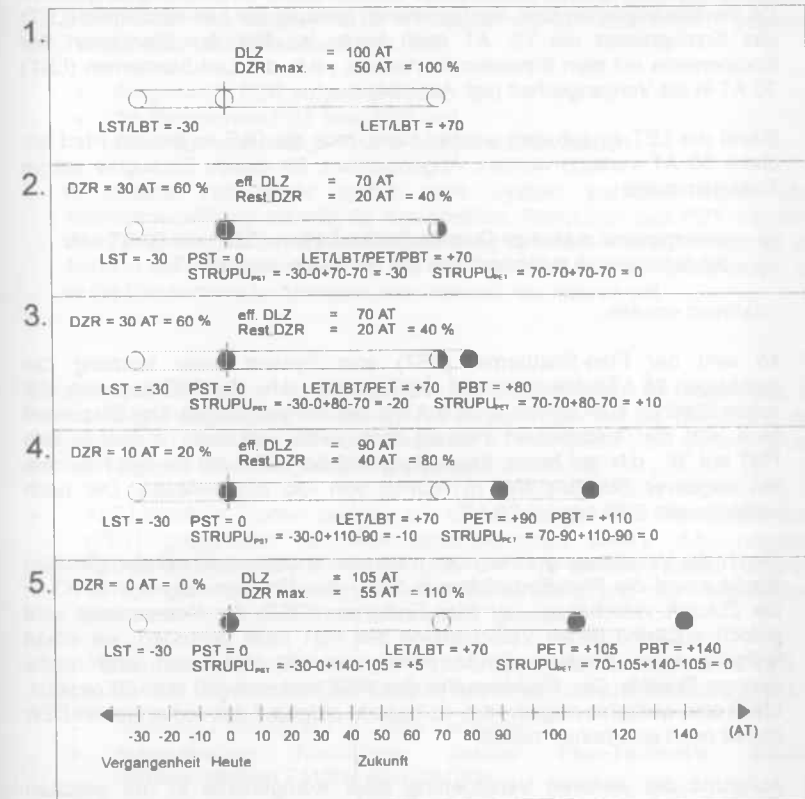


Abb. 74: 3. Planungsschritt: Systemtechnische Ausregeln einer Störung

Legende:

- Leit-Termin (LT)
- Plan-Termin (PT)
- LT und PT identisch

1. Ein Erzeugnis wird mit der normalen Durchlaufzeit (DLZ) von 100 Arbeitstagen (AT) nach der Methode der Rückwärtsterminierung eingeplant. Da der Bedarfstermin bzw. der Endtermin, genauer der Leit-Endtermin (LET) des Erzeugnisses der 70. AT nach heute ist, fällt der Starttermin der Komponente mit dem frühesten Starttermin, d.h. der Leit-Starttermin (LST) 30 AT in die Vergangenheit (vgl. Abb. 74).

2. Damit der LET eingehalten werden kann, muß die DLZ in diesem Pfad um diese 30 AT verkürzt werden. Angenommen, für dieses Erzeugnis sei im Teilestammsatz

- eine maximal zulässige Durchlaufzeitreduktion (DZR) mit 50 AT und
- die automatisch zulässige DZR mit 50 %, d.h. also 25 AT

definiert worden,

so wird der Plan-Starttermin (PST) vom System unter Nutzung der zulässigen 25 AT automatisch auf -5 AT gesetzt, d.h. der PST liegt trotz der automatischen DZR immer noch 5 AT in der Vergangenheit. Der Disponent muß jetzt die Durchlaufzeit manuell noch weiter verkürzen, indem er den PST auf "0", d.h. auf heute, fixiert. Aufgrund der DZR wird für den PST nun ein negativer Strukturpuffer (STRUPU) von -30 ausgewiesen. Die noch verbleibende DZR beträgt 20 AT.

3. Durch die Verzögerung einer oder mehrerer Komponenten in der gleichen Struktur wird der Plan-Bedarfstermin (PBT) des Erzeugnisses um 10 AT in die Zukunft verschoben. Der Plan-Endtermin (PET) der Komponente wird jedoch aufgrund dieser Verschiebung des PBT nicht verändert, sie erhält lediglich einen positiven Strukturpuffer von +10 und somit eine relativ geringe Priorität. Der Strukturpuffer des PST wird von -30 auf -20 gesetzt, bleibt also weiterhin negativ, d.h. es besteht aufgrund der vorhandenen DZR immer noch eine hohe Priorität.

4. Aufgrund der weiteren Verzögerung einer Komponente in der gleichen Struktur wird der PBT nochmals um 30 AT in die Zukunft verschoben, d.h. der PBT liegt nun insgesamt 40 AT später als er ursprünglich geplant war. Diese Verschiebung würde nun zu einem neuen Planpuffer von +40 führen, da aber der Planpuffer des PET von größer +10 zu einer Neufestsetzung des PET führen, ggf. verbunden mit der Auflösung bzw. Teilauflösung der DZR, wird der PET um 20 AT in die Zukunft verschoben und die DZR von bisher 30 AT auf neu 10 AT verringert.

Anschließend werden die STRUPU neu gerechnet: der STRUPU des PST bleibt mit -10 weiterhin negativ, der STRUPU des PET erhält den Wert "Null".

5. Angenommen, der Plan-Endtermin (PET) des Erzeugnisses würde sich nochmals um 30 AT in die Zukunft verschieben, d.h. der Plan-Bedarfstermin (PBT) wäre nun insgesamt 70 AT später als der ursprünglich geplante Termin, dann hätte dies zur Folge, daß

- die gesamte DZR aufgelöst würde,
- die Plantermine PST bzw. PET und
- die entsprechenden STRUPU neu berechnet würden.

In diesem Fall würde jedoch vom System zusätzlich noch eine Ausnahmemeldung erstellt, da der effektive Planpuffer des PET mit dem Wert 35 größer als der als maximal zulässig definierte Planpuffer von 20 ist. Anhand der Ausnahmemeldung hat der Disponent nun zu entscheiden, ob er die Plantermine so belassen oder manuell neu fixieren will.

Ein besonderes Augenmerk beim SMCN-Planungsverfahren ist wegen des im System zugrundegelegten Netchange-Planungsprinzips auf die Dämpfung der Regelkreise zu legen, um ein Hochschaukeln zu vermeiden. Aus diesem Grund werden folgende Dämpfungsregeln festgelegt.

- Auf kritischen Pfaden werden nur Verzögerungen der Plan-Endtermine (PET) gegenüber den Plan-Bedarfsterminen (PBT), d.h. negative Planpuffer von mehr als m AT (z.B. $m = -5$) auf die nächst höhere/n Fertigungsstufe/n übertragen. Sofern keine Dämpfung des Regelkreises erwünscht ist, wird der Wert für m auf "0" gesetzt.
- Planpuffer der Plan-Endtermine ($PLANPU_{PET}$) von mehr als p AT (z.B. $p = 20$) trotz ungekürzter Durchlaufzeit führen zu Ausnahmemeldungen, d.h.
 - manuelle Festsetzung von Plan-Termin/en
 - automatisches Nachführen des/der Plan-Termins/e des/der untergeordneten FAUF/s oder PAUF/s

Die für den 3. Planungsschritt erforderlichen Teilschritte wurden zum besseren Verständnis bisher nur auf eine Fertigungsstufe bezogen. Bei mehrstufiger Fertigung sind diese Teilschritte über alle Fertigungsstufen durchzuführen. Dabei ist zu entscheiden, ob die Methode der RDZR oder VDZR angewandt werden soll.

5.3.3.4 Fallunterscheidungen

Folgende Fallunterscheidungen für unterschiedliche Störungssituationen in der Materialbedarfsplanung bei Anwendung der MVS-Methode ohne Berücksichtigung der Fertigungskapazität sind zu treffen.

Der Start des Algorithmus erfolgt jeweils durch eine Ausnahmemeldung mit folgendem Inhalt:

1. Es liegen Veränderungen von Lieferbedingungen (Termine und Liefermengen) bei Materialien, Baugruppen oder Teilen vor, die von außerhalb kommen;
2. Es liegen Veränderungen von Lieferbedingungen bei Fertigerzeugnissen vor (zusätzliche Aufträge, Terminveränderungen, Veränderungen oder Bestellmengen, u.ä.);
3. Bei der Materialbedarfs-Auflösung entstehen für einen Primärbedarf Starttermine, die in der Vergangenheit liegen;
4. Es liegen Auftragsrückmeldungen aus der Fertigungsauftragsbearbeitung vor, daß die Abarbeitung eines oder mehrerer Planaufträge wegen Veränderungen oder Störungen innerhalb des Produktionssystems nicht möglich ist, z.B. wegen Maschinenausfällen u.ä.

5.3.3.4.1 Veränderung der Lieferbedingungen bei Kaufteilen

A. Der Liefertermin für Kaufteile liegt später

Die Abarbeitung beginnt z. B. mit folgender Information über die Ausnahmesituation (vgl. Abb. 75):

Ausnahmemeldung: Terminveränderung bei Kaufteilen				
Bestellnummer:		Lieferant:	Lager:	
Bestelltermin:				
Pos	Teilenummer Teilebezeichnung	Bestellmenge	Bruttopreis	Liefertermin Terminänderung
0010	471400-04 Rundstahl 110mm	1 t	*	10.09.9X 20.09.9X
*	*	*	*	*

Abb. 75: Terminveränderung bei Kaufteil

Als zusätzliche Nachrichten liegen Informationen zu den Auswirkungen der Terminveränderung vor.

Ausnahmemeldung: Terminveränderung bei Kaufteilen				
Kaufteil Teil-Nr. Teil-Bez.	Liefertermin alt neu	Primärbedarf Teil-Nr. Teil-Bez.	Leittermin Plantermin	max. DZR
471400-04 Rundstahl 110	10.09.9X 20.09.9X	299976-01 PKW-Coupe	30.09.9X 10.10.9X	30
471400-04 Rundstahl 110	10.09.9X 20.09.9X	299777-03 PKW-Limus	26.09.9X 01.10.9X	24
471600-02 Rundstahl 100	12.09.9X 18.09.9X	299976-01 PKW-Coupe	30.09.9X 06.10.9X	28
Terminveränderung akzeptiert ? DZR anwenden, neu terminieren			Teile-Nr. eingeben: Teile-Nr. eingeben:	

Abb. 76: Terminveränderung bei Kaufteilen

In der Spalte DZR wird die über die gesamte Struktur, vom Primärbedarf bis zur betrachteten Komponente, berechnete Durchlaufzeitreduktion (DZR) dargestellt.

In Abb. 76 ist einzutragen, welche Terminveränderungen ohne DZR akzeptiert werden können und bei welchen Teilen eine Neuterminierung unter Verwendung der DZR erfolgen soll. Werden alle Terminveränderungen ohne DZR akzeptiert, so kann die Planung als überarbeitet und aktualisiert betrachtet und gespeichert werden.

Wird eine Neuterminierung mit DZR aktiviert, so laufen folgende Schritte ab:

Analyse, ob das betroffene Teil bereits zu einem kritischen Pfad mit DZR gehört.

I. Im betroffenen Pfad gab es noch keine DZR

Vorwärtsterminierung mit DZR; alle Planaufträge, die eine Terminverschiebung erhalten, werden gekennzeichnet.

Vergleich der End-Termine bei den Primärbedarfen: LET = PET?

a) Es wurde ein Ausgleich erreicht. Ausgabe z.B. folgender Informationen (vgl. Abb. 77 bis 79):

Ergebnis Neuterminierung mit DZR - Endtermin unverändert				
- ((Kopfzeile für weitere Kommentare)) -				
Kaufteil Teil-Nr. Teil-Bez.	Liefertermin alt neu	Primärbedarf Teil-Nr. Teil-Bez.	Leittermin Plantermin	max. DZR akt. DZR
471400-04 Rundstahl 110	10.09.9X 20.09.9X	299978-01 PKW-Coupe	30.09.9X 30.09.9X	30 20
471600-02 Rundstahl 100	15.09.9X 20.09.9X	299777-03 PKW-Coupe	30.09.9X 30.09.9X	20 15

Abb. 77: Ergebnis der Neuterminierung

Ergebnis Neuterminierung mit DZR - Endtermin unverändert						
- Anzeige kritischer Pfad -						
Teil-Nr.	Auftrag	übergeordn Teil	LST	PST	DZR	Verzug
471400-04 Rundstahl 110	19520	471200-03 Flansch 95x11	10.09.9X	20.09.9X	30	30
471200-03 Flansch 95x11	19621	299999-01 Quertraverse	30.09.9X	05.10.9X	25	25
299999-01 Quertraverse	29621	430000-01 Chassis	15.10.9X	15.10.9X	25	25

Abb. 78: Zusätzliche Nachrichten: Anzeige kritischer Pfad

Ergebnis Neuterminierung mit DZR - Endtermin unverändert					
- Anzeige entstandener Planpuffer -					
Teil-Nr.	Auftrag	LST	PST	Planpuffer	DZR
244687-03 Sicherg.ring	235368	19.09.9X	19.09.9X	5	30
107846-01 Schaltwelle	324535	14.09.9X	14.09.9X	5	32

Abb. 79: Zusätzliche Nachrichten: Anzeige entstandener Planpuffer

- b) Es konnte eine End-Terminverschiebung nicht verhindert werden.
Ausgabe z.B. folgender Informationen (vgl. Abb. 80):

Ergebnis Neutermminierung mit DZR - Endtermin verändert				
- Anzeige aller betroffenen Primärbedarfe -				
Störungsverursacher:		betroffene Primärbedarfe:		
Kaufteil	Lieferttermin	Primärbedarf	Leittermin	max. DZR
Teil-Nr.	alt	Teil-Nr.	Plantervmin	akt. DZR
Teil-Bez.	neu	Teil-Bez.	Term.überschr.	
471200-03	10.09.9X	299777-03	13.10.9X	5
Flansch 95x11	20.09.9X	PKW-Limus	18.10.9X	0
			5	

Abb. 80: Veränderung des Endtermins

Danach laufen folgende Aktivitäten ab:

Überprüfung, ob eine Teilung von Planaufträgen die Einhaltung von Primärbedarfsterminen für einen Teil der betroffenen Primärbedarfe ermöglicht, wenn der verzögerte Planauftrag mit einer geringeren Stückzahl termingerecht gestartet werden kann und mit der realisierten Stückzahl diese Primärbedarfe gesichert werden können.

Wenn 'ja'

- Festlegung dieser Planaufträge; die nicht termingerecht herzustellenden Sekundärbedarfe werden zu den frühest möglichen Terminen zu Planaufträgen zusammengefaßt und weiter wie im Fall - 'nein' - verfahren

Wenn 'nein'

- Fixierung neuer Plan-Termine (PT)
- Plan-Termine vorläufig akzeptieren, bzw. Meldung über Terminverzug absetzen

Resultierende Information:

- Plan-Endtermin (PET) für Erzeugnis
- Verursacher der Störung (Fertigungsstufe, die als erste vom Lieferterminverzug betroffen ist)
- kritischer Pfad von Störungsverursacher zu Erzeugnis.

- II. Im betroffenen Pfad wurde bereits eine DZR vorgenommen
Besteht ein weiterer Terminverzug bei Störungsverursacher?

a) Wenn 'ja'

Weiteres Vorgehen wie bei Situation ohne bisherige Störung im System bzw. mit Kommentar in der Kopfzeile des Bildes: "Weitere Terminverschiebung auf dem kritischen Pfad"

b) Wenn 'nein'

- Vorwärtsterminierung ohne DZR von Störungsverursacher bis Schnittpunkt mit dem kritischen Pfad
- Werden die Termine auf dem kritischen Pfad in Richtung Endtermin verschoben?

Wenn 'nein'

Fixierung der neuen Plan-Termine für den betrachteten Zweig, Kommentar in der Kopfzeile von Abb. 77: "Terminverschiebung ohne Einfluß auf kritischen Pfad"

Wenn 'ja'

- Vorwärtsterminierung mit DZR
- Terminverzug vor dem Primärbedarfstermin ausgeglichen?

Wenn 'ja' Fixierung der neuen Plan-Termine für den betrachteten Zweig, Kommentar in der Kopfzeile von Abb. 77: "Terminverschiebung mit Einfluß auf kritischen Pfad"

Wenn 'nein' Vorwärtsterminierung für die gesamte Struktur mit maximaler DZR

- Dabei wird die Vorwärtsterminierung vom Störungsverursacher aus durchgeführt, alle bisherigen DZR werden gestrichen und entsprechend der neuen Situation völlig neu berechnet. Damit werden alle nun nicht mehr notwendigen Verkürzungen wieder aufgehoben, bzw. auf das der neuen Situation entsprechende Niveau begrenzt.
- Fixierung der neuen Plan-Termine für den betrachteten Zweig, Kommentar in der Kopfzeile von Abb. 80: "Weitere Terminverschiebung"

B. Der Liefertermin für Kaufteile liegt früher

Wenn die Lieferterminveränderung nicht die störungsverursachende Fertigungsstufe betrifft, wird der Lieferterminverzug akzeptiert, ohne daß neue Plantermine bestimmt werden. Eine Anzeige erfolgt wie in Abb. 80.

Betrifft der Lieferterminverzug die störungsverursachende Fertigungsstufe, wird eine Vorwärtsterminierung durchgeführt, um die bisherige DZR auf das notwendige Maß zu reduzieren. Eine Anzeige erfolgt wie in Abb. 77 und 78 mit dem Kommentar: "Vergrößerung der DZR".

C. Verringerung der Liefermenge bei Kaufteilen

Zunächst erfolgt die Bestimmung der Menge der zum gesonderten Liefertermin lieferbaren Erzeugnisse; aus der Restmenge wird mit Hilfe des Nachliefertermins ein neuer Planauftrag gebildet und eingeplant. Es wird z.B. folgende Ausnahmemeldung ausgeben (vgl. Abb. 81):

Ausnahmemeldung: Verringerung der Liefermenge bei Kaufteilen				
Bestellnummer:		Lieferant:		Lager:
Bestelltermin:				
Pos	Teilenummer Teilebezeichnung	Bestellmenge Verringert auf	Bruttopreis	Liefertermin
0010	471400-04 Rundstahl 110mm	1,0 t 0,5 t	*	10.09.9X
*	*	*	*	*

Abb. 81: Verringerung der Liefermenge bei Kaufteilen

Danach wird im MCP-Modul für die verringerte Menge ein Planauftrag gebildet.

D. Liefermenge bei Kaufteilen wird erhöht

Die zusätzliche Menge der Kaufteile wird an das Lager abgeben. Es erfolgt eine Anzeige wie in Abb. 81 mit dem Kommentar: "Erhöhung der Liefermenge bei Kaufteilen"

5.3.3.4.2 Terminveränderungen bei Erzeugnislieferterminen

A. Erzeugnisliefertermin wird vorgezogen

- Es erfolgt eine Rückwärtsterminierung mit neuem Erzeugnisliefertermin
- Liegt der Plan-Starttermin (PST) in der Vergangenheit?

Ausnahmemeldung:		Terminveränderung bei Erzeugnissen		
Primärbedarf	Liefertermin	Starttermine in der Vergangenheit		
Teil-Nr.	alt	Teil-Nr.	akt. Datum	DZR
Teil-Bez.	neu	Teil-Bez.	PST	
299976-01	30.09.9X	471400-01	30.08.9X	17
PKW-Coupe	11.09.9X	Rundstahl 50	24.08.9X	
299777-03	26.09.9X	244687-03	30.08.9X	10
PKW-Limus	09.09.9X	Sicherg.ring	17.08.9X	
Terminveränderung akzeptiert ?		Teile-Nr. eingeben:		
DZR anwenden, neu terminieren		Teile-Nr. eingeben:		

Abb. 82: Terminveränderung bei Erzeugnissen

Wenn 'nein'

Fixierung der neuen Plan-Termine

Wenn 'ja'

- Rückwärtsterminierung mit DZR
- Liegen die neuen Plan-Starttermine (PST) in der Vergangenheit?

Wenn 'nein'

- Fixierung der neuen Plan-Termine

Wenn 'ja'

- Ausnahmemeldung auslösen mit folgenden Informationen:
 - Terminverzug
 - alle in der Vergangenheit liegenden Fertigungsstufen und dazugehörige AFOs
 - Strukturpuffer als Bewertungsgröße

B. Erzeugnisliefertermin wird in die Zukunft verschoben

wurden zuvor Störungen ausgeglichen? (LT = PT)

- ja, markieren

- Rückwärtsterminierung mit neuem Erzeugnisliefertermin, ohne DZR
- Fixierung der ermittelten Plan-Termine, wenn LT = PT

- nein

- prüfen, ob PST in der Vergangenheit liegt. In diesem Fall erfolgt eine Vorwärtsterminierung mit DZR (aus Performance-Gründen kann es erforderlich sein, daß die frühere DZR nicht verworfen wird, sondern zielgerichtet Methoden ihrer Verringerung angewendet werden).

Zusammenfassung der Vorteile der MVS-Planungstechnik

Die Lösung des Gleichgewichts-Vektoren-Syndroms (GVS) (vgl. Abschnitt 3.1.2.2) gewinnt wegen der zunehmenden Integration der Softwaresysteme an Bedeutung. Mit der Lösung dieses Problems in der taktischen Planungsebene im Bereich der MRP-Planung wird folgendes erreicht:

- Auftragsnetze, die in der taktischen und operativen Planungsebene durch PAUFs und SKBED erzeugt werden, sind nicht mehr so starr und nähern sich nicht zwangsläufig einem kritischen Zustand.
- Auftragsnetze können auch im ausgeregelten Zustand entsprechend den positiven oder negativen Ereignisarten "atmen", d.h. Auftragsnetze können, obwohl sie sich im Gleichgewichtszustand befinden, weiter entzerrt, d.h. unkritischer gemacht werden.
- die reale betriebliche Situation läßt sich somit korrekter abbilden, und zwar:
 - organisatorische Maßnahmen, Eilaufträge, Vorziehen der Fertigung, kritische Auftragspfade sind erheblich besser und realistischer zu steuern.
 - die vorgenommene Kapazitätsbelegung ist von wesentlich besserer Qualität und damit auch die Einlastung der ESK-Profile.
 - Werkstatt- und Lagerbestände werden abgebaut
 - es entsteht eine wesentlich genauere Abbildung der Termsituation für PAUFs und FAUFs.

Der Autor vertritt über die sachlichen Fakten hinaus die Meinung, daß das GVS-Problem, falls es in den Unternehmensplanungssystemen nicht grundsätzlich gelöst wird, sich vor allem in der nächsten Stufe der Organisationsform (vgl. Abb. 37) extrem nachteilig auswirken wird oder solche Systeme für den betrieblichen Einsatz sogar ungeeignet werden läßt.

6. Zusammenfassung, Thesen und Ausblick

Anhand einer kritischen Analyse werden in der vorliegenden Arbeit die Möglichkeiten und Grenzen gegenwärtig verfügbarer Verfahren der integrierten Unternehmensplanung gezeigt. Die Wissenschaft hat bis heute zur Weiterentwicklung integrativer Planungsmodelle nur einen eingeschränkten Beitrag geleistet und sich dagegen viel stärker mit Fragestellungen des zugrundeliegenden Methodenspektrums beschäftigt, d.h. im wesentlichen Forschungsziele im Bereich der Suboptimierung bearbeitet.

Es besteht daher derzeit noch ein erhebliches Defizit an Verfahren, die zum einen die heutigen Möglichkeiten der Informationstechnik ausnützen und andererseits an die hierarchisch strukturierten Organisationsabläufe eines Unternehmens angepaßt sind. Als wesentliche und verbesserungswürdige Defizite und Schwachstellen werden in der vorliegenden Arbeit diagnostiziert

- die mangelhafte Integration der Planungsverfahren,
- die unzureichende Berücksichtigung der strategischen Planungsebene,
- die in der Regel viel zu zeitaufwendigen, weil an einzelne Arbeitspläne gebundenen Verfahren der Kapazitätsrechnung,
- eine unzureichende systemtechnische Hilfe beim Management von Störungen und bei der Ausregelung von kritischen Planungssituationen, insbesondere an der Schnittstelle Markt und Produktion.

Ausgehend von den genannten Schwachstellen ist es Ziel der vorliegenden Arbeit, ein DV-gestütztes, kybernetisch orientiertes Planungssystem zu entwickeln, das auf dem heutigen Stand des Softwareengineering und der damit verbundenen Organisationsmöglichkeiten aufbaut. Der in dieser Arbeit verfolgte zentrale Ansatz für den Entwurf eines integrierten Unternehmensplanungsmodells besteht

- im Aufzeigen der elementaren datentechnischen und organisatorischen Verknüpfungen und Abhängigkeiten zwischen den Teilaufgaben der Unternehmensplanung,
- in der Zusammenführung des kybernetischen Systemansatzes mit den Möglichkeiten der Simulation und
- in der Konzeption von hierarchisch gegliederten, miteinander verknüpften Planungsebenen eines ganzheitlichen Gesamtsystems.

Der Autor schließt sich mit der Unterscheidung zwischen strategischer, taktischer und operativer Planungsebene einem inzwischen gängigen Ansatz zur hierarchischen Strukturierung der Aufgabenfelder im Rahmen der Unternehmensplanung an. Neben der Erläuterung der Aufgaben und Verfahren der einzelnen Planungsebenen werden innerhalb der taktischen Unternehmensplanung die Methoden und Verfahren der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) nochmals einer detaillierteren kritischen Betrachtung aus dem Blickwinkel einer ganzheitlich ausgerichteten Planungsphilosophie unterzogen.

Die Bedeutung der konzeptionellen Teile dieser Arbeit wird durch die These unterstrichen, daß Informationsstrategien die organisatorischen Abläufe in wettbewerblich ausgerichteten Unternehmen nicht nur wesentlich zu beeinflussen vermögen, sondern im Zeichen einer rasanten Entwicklung der Informationstechnik letztendlich zu deren bestimmenden Faktoren werden. Diese These basiert auf folgender Erkenntnis: wenn das DV-System in der Lage ist, alle wesentlichen und im wahrsten Sinne des Wortes entscheidenden betrieblichen Abläufe sowie die damit verbundenen Planungs- und Überwachungsaufgaben datenmäßig abzubilden, dann beeinflussen auch die davon ausgehenden Ausführungs- und Entscheidungsfunktionen in erheblichem Maße die betriebliche Aufbau- und Ablauforganisation. Vereinfacht ausgedrückt entsteht damit eine weitgehende Kongruenz von Management- und systemtechnischen Funktionen.

Die genannten Thesen bilden die Grundlage für die vom Autor vorgenommene Konzeption eines umfassenden, integrierten, hierarchisch strukturierten Unternehmensplanungssystems. In diesem Systemkonzept werden durch folgende bedeutsame Verbesserungen verschiedene Schwachstellen der derzeit verfügbaren Systeme behoben:

1. Durch die Einbeziehung aller organisatorischen Planungsebenen in ein integriertes, ganzheitliches, hierarchisch strukturiertes System werden Abstimmverluste zwischen den Planungsebenen vermieden und eine Synthese der Vorteile von sukzessiven und simultanen Planungsansätzen erreicht.
2. Durch die Einführung der vom Autor entwickelten 'Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil-Methode' (ESK-Methode) wird die Produktions-Grobplanung innerhalb der strategischen Ebene erheblich unterstützt. Die ESK-Methode beruht auf der Verwendung eigener Grobplanungsdaten, die aus der einheitlichen Datenbasis aller Planungsebenen gewonnen werden. Sie gewährleistet dadurch einerseits die Korrektheit und Aktualität der Grobplanungsdaten, fördert andererseits aber auch die datenmäßige Autonomie der strategischen Ebene.
3. Durch das vom Autor entwickelte Konzept der 'Vier-Quadranten-Planung' wird die Erzeugung differenzierter Teilpläne (Absatz-, Vertriebs-, Grob- und Produktionsplan) sowie die Abstimmung dieser Teilpläne innerhalb der strategischen Planungsebene entscheidend verbessert. Die explizite Berücksichtigung der Absatz- und Vertriebsplanung (Budgetierung, Absatzpolitik, Distributionsplanung etc.) in einem geschlossenen Konzept ist eine wesentliche Erweiterung gängiger Verfahren der strategischen Planung, die sich meist nur auf verschiedene Aggregationsstufen der Produktionsplanung beschränken.
4. Die Unterscheidung verschiedener Produkttypen und die Definition der jeweils darauf abgestimmten Planungsschritte innerhalb der Vier-Quadranten-Planung gewährleistet eine flexible und universelle Einsetzbarkeit der vorgestellten Planungsverfahren in unterschiedlichsten Branchen und Fertigungstypen.

5. Durch die Konzeption der Technik zum Management von Störungen (MVS-Technik) auf der taktischen Ebene werden die Auswirkungen systembedingter Planungsfehler verringert oder aufgehoben. Der Autor weist nach, daß die Netchange-Technik der üblichen PPS-Verfahren mit den ihnen zugrundeliegenden Reaktionsmechanismen auf Störungen zwangsläufig zu kritischen Planungssituationen oder schwerwiegenden Planungsfehlern führt. Mit der von ihm entwickelten MVS-Technik wird ein neuartiges Verfahren vorgestellt, mit dem sich derartige Fehler vermeiden lassen.

Die vorgestellte Gesamtkonzeption eignet sich als Ergänzung und Erweiterung vorhandener Unternehmensplanungssysteme, da sie auf den gängigen Planungstechniken aufsetzt und gezielt auf die Beseitigung der Schwachpunkte derzeitiger Systeme ausgerichtet ist.

Weitergehende technische Entwicklungsperspektiven bietet beispielsweise die Einbindung regelkreisgeleiteter Simulationsverfahren auf den verschiedenen Planungsebenen unter Verwendung einer einheitlichen Datenbankbasis. Darüber hinaus bildet die vorgestellte Systematik die informationstechnische Basis für die Verwirklichung prozeßorientierter Organisationsformen, mit denen die strategischen Ziele eines Unternehmens erheblich effizienter als mit den bisher eingesetzten Verfahren erreicht werden können.

7. Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1:	Softwareentwicklung unter Berücksichtigung des heutigen Wissensstandes.....	2
Abb. 2:	Grundstruktur eines Unternehmensplanungssystems mit ereignisbezogener Interaktion nach klassischer Funktionsaufteilung.....	5
Abb. 3:	Ereignisverarbeitung und Nachrichtenfluß eines hierarchischen Unternehmensplanungssystems.....	8
Abb. 4:	Integriertes Unternehmensplanungssystem (ohne Darstellung der betriebswirtschaftlichen Systemkomponenten).....	11
Abb. 5:	Allgemeine Funktionsdarstellung eines Unternehmensplanungssystems ohne betriebswirtschaftlichen Bereich.....	14
Abb. 6:	Die hardwaretechnische Entwicklung und die Modernisierung der Standardsoftware als strategisches Element (vgl. Polzer [1992]).....	18
Abb. 7:	Ausnahmegesteuertes Ereignis-Management nach dem Netchange-Takterprinzip (vgl. Polzer [1988]).....	21
Abb. 8:	Datenbankmodell Selektivplanung.....	22
Abb. 9:	Prinzip des Online-Realtime-Mailing bei Netchange-Verarbeitung (vgl. Polzer [1988]).....	23
Abb. 10:	Wechselwirkungen der Kybernetik (in Anlehnung an Steinbuch [1983]).....	29
Abb. 11:	PPS-Regelkreis (nach Wiendahl [1990]).....	34
Abb. 12:	Allgemeiner Ablauf der Simulation.....	39
Abb. 13:	Systematik der Modelle (nach Meyer [1990]).....	40
Abb. 14:	Simulationsablauf im Unternehmensplanungs-Simulationsmodell.....	43
Abb. 15:	Hierarchisch gegliedertes Unternehmensplanungs-Simulationsmodell.....	44
Abb. 16:	Integration von Regelkreis und Simulation.....	47
Abb. 17:	Integriertes Unternehmensplanungssystem.....	49

Abb. 18:	Integriertes Unternehmensplanungssystem mit hierarchischen Planungsebenen	50
Abb. 19:	Module der 'Vier-Quadranten-Planung'	55
Abb. 20:	Regelkreis Absatzplan	58
Abb. 21:	Regelkreis Vertriebsplan	60
Abb. 22:	Regelkreis Produktionsplan	62
Abb. 23:	MRP II-Planungsablauf (nach Mertens [1992])	68
Abb. 24:	MRP II in der strategischen Ebene (nach Heinrich [1989])	69
Abb. 25:	MRP II Konzept (vgl. MRPS, Gesellschaft für Fertigungssteuerung und Materialwirtschaft e.V. [1987])	70
Abb. 26:	Module der simultanen Planung in der 'Taktischen Planungsebene'	72
Abb. 27:	Funktionale Darstellung der 'Taktischen Ebene'	73
Abb. 28:	Erzeugnisstruktur nach Fertigungsstufen (ohne Mengenangaben)	74
Abb. 29:	Erzeugnisstruktur nach Dispositionsstufen (ohne Mengenangaben)	74
Abb. 30:	Schematischer Ablauf der MRP-Logik	75
Abb. 31:	Gleichgewicht von Bedarfsdeckern und Bedarfsverursachern	79
Abb. 32:	Durchlaufzeitsyndrom (nach Glaser u.a. [1991])	83
Abb. 33:	Systemmodule der 'Operativen Produktionsplanungsebene'	86
Abb. 34:	Funktionen und Methoden der operativen Ebene	87
Abb. 35:	Informationsbedürfnis im Unternehmen (vgl. Polzer [1992])	88
Abb. 36:	Leistungsfähige Organisationsformen in Abhängigkeit der EDV-technischen Möglichkeiten	94
Abb. 37:	Unternehmensplanungssysteme verändern Organisationsformen und -strukturen	96
Abb. 38:	Ausgangsbasis für die Entwicklung wettbewerbsfähiger Organisationsformen und -strukturen (Anlehnung an Frese/Noetel [1990], S. 42)	98
Abb. 39:	Prinzip der Vier-Quadranten-Planung (vgl. Polzer [1988])	102

Abb. 40:	Zusammenhang zwischen Stücklistenarten und Planungsverfahren	104
Abb. 41:	Verkaufsgruppen eines Endproduktes 'PKW'	107
Abb. 42:	'Unfertige Stückliste' bzw. Vorschlagsstruktur der Klasse 'Pressen'	114
Abb. 43:	Beispiel eines generierten Bauelementes 'Heizplatte'	114
Abb. 44:	Genauigkeitsgrad und Zeitstufen der Produktionsprogrammplanung (vgl. Hackstein [1989] S. 91, in Anlehnung an Thomas [1975], S. 113)	116
Abb. 45:	Planungsobjekt-Strukturen einer 'Vier-Quadranten-Planung'	122
Abb. 46:	2-dimensionalen Merkmalsraum mit je 3 Aggregationsniveaus der Merkmalsausprägungen	124
Abb. 47:	Verknüpfung der Planungsobjekt-Strukturen für ein bestimmtes Aggregationsniveau, z. B. für den Absatzplan	125
Abb. 48:	Datenmäßige Festlegung eines Objektsumpfes	128
Abb. 49:	Bearbeitung eines Objektsumpfes	128
Abb. 50:	Disaggregation von Menge und Zeitintervall	129
Abb. 51:	Festlegung von Saisonfaktoren	130
Abb. 52:	Festlegung der Modell-Mix-Faktoren	131
Abb. 53:	Planungsablauf zwischen dem Absatz- und Vertriebsplan	132
Abb. 54:	Abgleichungs-Algorithmus zwischen Absatz- und Vertriebsplan	135
Abb. 55:	Planungsablauf zwischen dem Vertriebs- und Produktionsplan	140
Abb. 56:	Zuteilungen auf die produzierenden Werke	147
Abb. 57:	Management-Funktionen der 4-Quadranten-Planung	149
Abb. 58:	Beispiel für den Verrechnungs-Algorithmus Absatz-, Vertriebs- und Produktionsplan	152
Abb. 59:	Rückwärtsterminierung zur Ermittlung der SSBED	157
Abb. 60:	Generierungsablauf für ein neutrales Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil (NSK-Profil)	159
Abb. 61:	Generiertes 'Neutrales Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil' (NSK-Profil)	160

Abb. 62:	Beispiel einer Einlastung mit der ESK-Profil-Technik (Kapazitätsbedarfe).....	166
Abb. 63:	Beispieldarstellung der Lagermatrixveränderung und der SPAUF- und SSBED-Ermittlung.....	167
Abb. 64:	Hierarchischer Planungsablauf auf der Basis der ESK-Profil-Planungsmethode.....	169
Abb. 65:	Störungsarten.....	176
Abb. 66:	Strategien der Störungsabwehr.....	178
Abb. 67:	Beispiel einer geplanten Erzeugnisstruktur.....	181
Abb. 68:	Zeitarten der Durchlaufzeit mit Beispiel für zwei aufeinanderfolgende Arbeitssysteme bzw. Arbeitsfolgen (nach REFA [1985] S. 17).....	184
Abb. 69:	Gliederung der Zwischenzeit.....	185
Abb. 70:	Erläuterung zur Primär-Durchlaufzeit-Reduktion PDZR.....	188
Abb. 71:	Erläuterung zum Plan-Sekundär-Puffer PSP.....	189
Abb. 72:	1. Planungsschritt: Ermittlung der Leit-Termine über die gesamte Struktur für alle im Planungshorizont befindlichen Komponenten.....	195
Abb. 73:	2. Planungsschritt: Ermittlung der Plan-Termine und Strukturpuffer über die gesamte Struktur und alle Komponenten im Planungshorizont.....	196
Abb. 74:	3. Planungsschritt: Systemtechnische Ausregeln einer Störung.....	197
Abb. 75:	Terminveränderung bei Kaufteil.....	201
Abb. 76:	Terminveränderung bei Kaufteilen.....	201
Abb. 77:	Ergebnis der Neutermminierung.....	202
Abb. 78:	Zusätzliche Nachrichten: Anzeige kritischer Pfad.....	203
Abb. 79:	Zusätzliche Nachrichten: Anzeige entstandener Planpuffer.....	203
Abb. 80:	Veränderung des Endtermins.....	204
Abb. 81:	Verringerung der Liefermenge bei Kaufteilen.....	206
Abb. 82:	Terminveränderung bei Erzeugnissen.....	207

8. Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1:	Systemkomponenten eines Unternehmensplanungssystems.....	4
Tab. 2:	Funktionaler Abdeckungsgrad moderner PPS-Systeme (nach Scheer [1990], S. 258).....	25
Tab. 3:	Gegenüberstellung der verschiedenen Steuerungsmodelle (in Anlehnung an Aue-Uhlhausen/Kühnle [1988], S. 224).....	36
Tab. 4:	Zuordnung der Steuerungsmodelle zur Fertigungstypologie (nach Aue-Uhlhausen/Kühnle [1988], S. 222 ff).....	37
Tab. 5:	Feinsteuerungsstrategien der Werkstattsteuerung (nach Aue-Uhlhausen, Kühnle [1988], S. 222 ff).....	37
Tab. 6:	Charakterisierung der Teilpläne der strategischen Planungsebene.....	56
Tab. 7:	Schema einer Brutto- und Nettobedarfsrechnung.....	77
Tab. 8:	Erfolgspotentiale mit Beispielen (in Anlehnung an Zäpfel [1989], S. 11).....	100
Tab. 9:	Zusammenstellung der betriebstypologischen Merkmale zu einem morphologischen Kasten (nach Hackstein R., Speith G. [1983]).....	103
Tab. 10:	Eignung von Methoden für die Grobplanung.....	119
Tab. 11:	Verkaufsgruppen Baggertyp KB.....	172
Tab. 12:	Verkaufsgruppen Baggertyp GB.....	172
Tab. 13:	Preise für Verkaufsgruppen-Ausführungen Baggertyp KB in DM.....	173
Tab. 14:	Preise für Verkaufsgruppen-Ausführungen Baggertyp GB in DM.....	173
Tab. 15:	Verkaufsfähige Baggervarianten der Produktgruppe KB.....	174
Tab. 16:	Entwurf des Absatzplanes (Angaben in Mio. DM) - Matrix der Absatzplanzahlen A0.....	174
Tab. 17:	Konsolidierter Vertriebsplan auf der Basis der Unternehmensziele, von Prognoserechnungen und Vertriebsstrategien.....	175

9. Verzeichnis der Abkürzungen

4Q	Vier Quadranten
A	Abweichung zwischen Ist und Soll eines Regelkreises
ABZ	Arbeitsplatz
AFO	Arbeitsfolge
ASIM	Arbeitsgemeinschaft Simulation in der Gesellschaft für Informatik
AWF	Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung
BDE	Betriebsdaten-Erfassung
BDV	Betriebliche Datenverarbeitung
BG	Baugruppe
BGD	Bestandsgeregelte Durchflußsteuerung
BOA	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe
BOM	Bill Of Materials, Stückliste, Stücklistenprozessor
BSLM	Brutto-Summen-Lagermatrix
CAD	Computergestützte Konstruktion
CAL	Angebotskalkulation
CAT	Klassifizierung
CCA	Kostenstellenrechnung
CCMP	Closed Loop Material Requirements Planning
CEM	Plankalkulation
CIM	Computerintegrierte Planungs- und Steuerungsmechanismen
COPICS	PPS-System der Fa. BM
COS	Kundenauftragsabwicklung
CRP	Capacity Requirements Planning
CSC	Lagerplatzverwaltung
CVS	Client Server Verarbeitung als Gesamtsystem
DB	Deckungsbeitrag

DLZ	Durchlaufzeit
DR	Dispositives Risiko
DZR	Durchlaufzeitreduktion
E	Entscheidungsbereich in einem Regelkreis
EA	Einkaufsabwicklung
EAI	EDV-gestützte Anwendunginseln
EDI	Electronic Data Interchange
ENG	Expertensystem
ESK	Endprodukt-Summem-Kapazitätsprofil
F	Führungsgröße in einem Regelkreis
FAUF	Fertigungsauftrag
FIBU	Finanz-Buchhaltung
FIFO	First in first out- Prinzip
FSM	Prognose und Losgrößenermittlung
FST	Fertigungsstufe
FSV	Fertigstellungs-Verzug
FZS	Fortschrittszahlen-Verfahren
GHK	Gesamt-Herstellkosten
GID	Teilestammverwaltung
GVS	Gleichgewichts-Vektoren-Syndrom
KANBAN	Kanban-Verfahren
KB	Kombinierbare Stückliste
KIS	Bereitstellung von Dienstleistungen für Kunden und Zulieferer über computerunterstützte Kommunikationsinfrastruktur
KOG	Kybernetisch orientierte Gesamtsysteme
KW	Kalenderwoche
LBT	Leit-Bedarfstermin

LEITPU	Leitpuffer
LET	Leit-Endtermin
LIFO	last in first out-Prinzip
LP-Modell	Lineares Optimierungs-Modell
LST	Leit-Starttermin
LT	Leit-Termin
LZ	Lieferzeit
m	Auftragsmenge
m_a	aktuelle Menge
m_B	Basislosgröße
MJ	Mannjahre
MPS	Master Production Scheduling
MRP	Material Requirements Planning
MRPS	Managment Resource Planning System
MTU-CIMOS	PPS-System der Fa. MTU
MVS	Management von Störungen
NC	Numerical Controlled
NEL	Netto-Erlös
NPL	Normalarbeitsplan-Profil
NSK	neutrales Endprodukt-Summen-Kapazitätsprofil
OPT	Optimized Produktion Technology
PAUF	Planauftrag
PBT	Plan-Bedarfstermin
PDZR	Primär-Durchlaufzeit-Reduktion
PET	Plan-Endtermin
PIOSS-O	PPS-System der Fa. PSI
PG	Produktgruppe

PLANPU	Planpuffer
PPS	Produktionsplanungs- und steuerungssystem
PRD	Fertigungsplanung und -steuerung
PSP	Plan-Sekundär-Puffer
PST	Plan-Starttermin
PT	Plan-Termin, allgemein
PUR	Einkaufsauftragsabwicklung
PV	Plan-Verzögerung
R	Rückmeldung in einem Regelkreis
RDZR	Rückwärts-Durchlaufzeit-Reduktion
RE	Regler in einem Regelkreis
RG	Regelgröße in einem Regelkreis
RM-PPS	PPS-System der SAP Walldorf
ROI	Return On Investment
RS	Regelstrecke in einem Regelkreis
RTG	Methoden- und Zeitplanung der Kapazitätsgrunddaten
RW	Rechnungswesen
S	Störgröße in einem Regelkreis
SAPL	Summen-Arbeitsplan
SAP-R2	PPS-System der SAP Walldorf
SAP-R3	PPS-System der SAP Walldorf
SC/400	PPS-System der biw Weinstadt
SCK	Lagerwirtschaft
SDLZ	Standard-Durchlaufzeit
SE	Störung im Entscheidungsbereich eines Regelkreises
SI	Störung im Informationsbereich eines Regelkreises
SL	Störung im Leistungsbereich eines Regelkreises

SMC	Simultane Material- und Kapazitätsplanung
SMCN	Simultane Material- und Kapazitätsplanung auf Netchangebasis
SPAUF	Summen-Planauftrag
SQL	Structured Query Language
SQP	Technische Angebotsschreibung
SSBED	Summen-Sekundärbedarf
SSM	Summen-Sekundär-Bedarfsmatrix
STRUPU	Struktur-Puffer
T	Stellgröße in einem Regelkreis
T _a	Auftragszeit für die aktuelle Menge
T _D	Durchlaufzeit für einen Auftrag
t _E	Ausführungszeit je Einheit
t _R	Rüstzeit
t _V	variabler Kapazitätsbedarf
V	Veränderung der Führungsgröße in einem Regelkreis
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDZR	Vorwärts-Durchlaufzeit-Reduktion
VG	Verkaufsgruppe
VGA	Verkaufsgruppen-Ausführung
VO	Offene Vorschlagsliste
W(...)	Wahrscheinlichkeit

10. Literaturverzeichnis

- Ackoff [1972]* Ackoff, R.L., Unternehmensplanung - Ziele und Strategien rationeller Unternehmensführung, München 1972
- Aldrich [1979]* Aldrich, H.E., Technology and organizational structure: A reexamination of the findings of the Aston Group, in ASQ 1972, S. 26-43
- Ansoff/Declerck/Hayes [1976]* Ansoff, H.I., Declerck, R.P., Hayes, R.L., From Strategic Planning to Strategic Management, London u.a. [1976]
- Ashby [1958]* Ashby, W.R., Requisite variety and its implication for the control of complex systems, in: Cybernetica, 1/1958, S. 83 ff
- ASIM [1987]* ASIM (Arbeitsgemeinschaft Simulation in der Gesellschaft für Informatik) (Hrsg.), Leitfaden für Simulationsanwender in der Fertigung, o.O., 1987
- Aue-Uhlhausen/Kühnle [1988]* Aue-Uhlhausen, H., Kühnle, H., Von ABS bis OPT - PPS-Methoden im Vergleich, in: AWF (Hrsg.), Proceedings PPS 88, Kongreß Böblingen, Eschborn 1988, S. 176-230
- AWF [1985]* AWF (Hrsg.), AWF-Empfehlung "Integrierter EDV-Einsatz in der Produktion - CIM: Begriffe, Definitionen, Funktionszuordnungen", Eschborn 1985
- Beer [1959/1970]* Beer, St., Cybernetics and Management, London 1959; deutsch: Kybernetik und Management, Frankfurt, 1970
- Beer [1981]* Brain of the firm, 2. Aufl., Chichester etc. 1981, 1. Aufl. 1972
- Bleicher [1972]* OBleicher, K., Organisation als System, Wiesbaden 1972
- Böcker u.a. [1976]* Böcker, F., von Eckardstein, D., Hauzeneder, R. u.a., Grundzüge des Marketing, 3. Aufl., München 1976
- Bormann [1978]* Bormann, D., Störungen von Fertigungsprozessen und die Abwehr von Störungen bei Ausfällen von Arbeitskräften durch Vorhaltung von Reservepersonal, Berlin 1978
- Browne [1988]* Browne, J., Simulation and Simulation Models, in: Rolstadas, A. (Hrsg.), Computer Aided Production Management, Berlin u.a.: Springer 1988, S. 123-134

- Büchel/Wildmann [1975]* Büchel, A., Wildemann, P., Heuristische Verfahren zur Festlegung mittel- und kurzfristiger Produktionsprogramme, in: Hansen, H.R. (Hrsg.), Informationssysteme im Produktionsbereich, München-Wien 1975, S. 141-163
- Bühner [1985]* Bühner, R., Technische Innovation in der Produktion durch organisatorischen Wandel, in: Zeitschrift Führung + Organisation, 54 (1985) 1, S. 33-39
- Busch [1990]* Busch, U., Entwicklung eines PPS-Systems, 3. Aufl., Berlin: Schmidt 1990
- Dahrendorf [1959a]* Dahrendorf, R., Sozialstruktur des Betriebes - Betriebssoziologie, Wiesbaden 1959
- Dangelmaier [1991]* Dangelmaier, W., Ansätze für eine angepaßte Fertigungssteuerung, Teil 1: Aufbau des Fertigungsprozeß-Modells, FB/IE 40 (1991) 6, S. 273-279
- Dinkelbach [1964]* Dinkelbach, W., Zum Problem der Produktionsplanung in Ein- und Mehrproduktunternehmen, Würzburg-Wien 1964
- Emery/Trist [1965]* Emery, F.E., Trist, E., The causal texture of organizational environments, in: HR 1965, S. 21-32
- Evans [1988]* Evans, J.B., Structures of Discrete Event Simulation, Chichester: Ellis Horwood 1988
- Eversheim/Thome [1987]* Eversheim, W., Thome, H.G., Simulation verbessert Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme (PPS), Industrie-Anzeiger 53 (1987), S. 9-12
- Eversheim/Thome [1988]* Eversheim, B., Thome, H.G., Einsatzgebiete der Simulation im Rahmen des Computer Integrated Manufacturing (CIM), in: Feldmann, K. und Schmidt, B. (Hrsg.), Simulation in der Fertigungstechnik, Berlin u.a.: Springer 1988, S. 46-78
- Experteam [1991]* Experteam Simtec GmbH (Hrsg.), FACTOR: Produktionsplanung und -steuerung - simulationsgestützt und zeitdynamisch, Produktbeschreibung, Duisburg 1991
- Feldmann/Schmidt [1988]* Feldmann, K. und Schmidt, B. (Hrsg.), Simulation in der Fertigungstechnik, Berlin u.a.: Springer 1988

- Fogarty, u.a. [1991]* Fogarty D.W., Blackstone J.H., Hoffmann T.R., Production and Inventory Management 2. Aufl., 1991
- Fox [1983]* Fox, R.E., OPT vs. MRP: Thoughtware vs. Software, Inventories and Production, November/December 1983
- Frese [1988]* Frese, E., Grundlagen der Organisation, 4. Aufl., Wiesbaden 1988
- Frese [1979]* Frese, E., Aufbauorganisation, 2. Aufl., Gießen 1979
- Frese/Noetel [1990]* Frese, E., Noetel, W., Kundenorientierte Organisationsstrukturen in Produktion und Vertrieb -Konzeption und ausgewählte Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, in: Zahn, E. (Hrsg.), Organisationsstrategie und Produktion, München: gfmt 1990
- Frese/Werder [1989]* Frese, E., Werder, A., Kundenorientierung als organisatorische Gestaltungsoption der Informationstechnologie, in: Kundennähe durch moderne Informationstechnologien, Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Sonderheft 25, Köln 1989, S. 1-26
- Funk [1990]* Funk, P.N., As a Management Tool MRP II lets Managers manage, in: Automation 37 (1990) 5, S. 62ff
- Gallus [1979]* Gallus, G. Betriebsmittel: Begriff und Arten, in: Kern, W. (Hrsg.) Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, Stuttgart 1979, S. 354ff
- Gälweiler [1981]* Gälweiler, A., Strategische Unternehmensplanung, in: Steinmann, A. (Hrsg.), Planung und Kontrolle, München 1981, S. 84-99
- Gelders/Wassenhove [1985]* Gelders, L.F., Van Wassenhove, L.N., Capacity Planning in MRP, JIT and OPT: A Critique, Proceedings of the International Working Seminar on Production Economics: Trends and Issues, Amsterdam 1985, S. 201-209
- Glaser u.a. [1991]* Glaser, H., Geiger, W., Rohde, V., PPS - Produktionsplanung und -steuerung, Wiesbaden: Gabler 1991

- Goddard [1987]* Goddard, W., Progress, in: Green, J.H. (Hrsg.), Production and Inventory Control Handbook, New York u.a.: McGraw-Hill 1987, S. 4.1-4.14
- Graber u.a. [1987]* Graber, K.A., Müller, M., Ulrich, H., Simulation einer Produktionsanlage - Vergleich von Programm- und Kanban-Steuerung, in: Halin, J. (Hrsg.), Simulationstechnik, 4. Symposium Simulationstechnik Aachen, Berlin u.a.: Springer 1987, S. 587-593
- Graf/Meinders [1990]* Graf, R., Meinders, R., PPS-Systeme - Warten auf die 3. Generation, in: Diebold Management Report (1990) 10, S. 8ff
- Günzel [1993]* Günzel, U., Entwicklung und Einsatz eines Simulationsverfahrens für operative und strategische Probleme der Produktionsplanung und -steuerung, Diss., Erlangen 1993
- Gutenberg [1962]* Gutenberg, E., Unternehmensführung: Organisation und Entscheidungen, Wiesbaden 1962
- Hackstein [1989]* Produktionsplanung und -steuerung (PPS): ein Handbuch für die Betriebspraxis, 2. Aufl., Düsseldorf: VDI 1989
- Hackstein/Speith [1983]* Hackstein R., Speith G., BABSY - Ein Verfahren zur Beurteilung und Auswahl von PPS-Systemen, in: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung, 78 (1983) 3, S. 137-143
- Hannan, Freeman, [1977]* Hannan, M.T./Freemann J.H., The population ecology of organizations, in: AJR 82/1977, S. 929-964
- Harthen [1988]* Harthen, J., MRP/MRP II, in: Rolstadas, A., Computer Aided Production Management, Berlin u.a.: Springer 1988, S. 23-35
- Hauschild [1977]* Hauschild, J., Entscheidungsziele - Zielbildung in innovativen Entscheidungsprozessen, Tübingen 1977
- Hax [1978]* Hax, A.C., Studies in operations management, Studies in management science and systems, Vol. 6, Amsterdam u.a. 1978
- Heinen [1971]* Heinen, E., Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen, Das Zielsystem der Unternehmung, 2. Aufl., Wiesbaden 1971

- Heiner [1986]* Heiner, V., Ein modernes Produktionsmanagementsystem bringt höhere Flexibilität bei gesteigerter Produktivität, in: io Management-Zeitschrift, 55 (1986), S. 164ff
- Heinrich [1989]* Heinrich C.E., Neue Konzepte der Produktionsplanung und -steuerung. Hrsg. G. Zäpfel, 1989, S. 100ff
- Hirt u.a. [1991]* Hirt, K., Köhl, E., Roos, E., Probleme und Trends beim Einsatz von PPS-Systemen, in: VDI-Z 133 (1991) 3, S. 38-42
- Hoover/Perry [1989]* Hoover, S.V., Perry, R.F., Simulation: a problem-solving approach, Reading: Addison-Wesley 1989
- Jantsch [1975/1979]* Jantsch, E., Design for evolution - self-organization and planning in the life of human systems, New York, 1975; deutsch Die Selbstorganisation des Universums, München 1979
- Johnson, u.a. [1963/1973]* Johnson, R.A. /Kast, F.E./Rosenzweig, J.E., The theory and management of systems, 1. Aufl. New York 1963, 3. Aufl. New York 1973
- Jünger [1980]* Jünger, E.-P., Hierarchische Produktionsprogrammplanung, Frankfurt 1980
- Katz/Kahn [1966/1978]* Katz, D./Kahn, R.L., The social psychology of organizations, 1. Aufl. New York/London 1966, 2. Aufl. 1978
- Kernler [1990]* Kernler, H., Werkstattsteuerung und Controlling mit der 3. Leitstandsgeneration, in: AWF (Hrsg.), Proceedings PPS 90, Kongreß Leinfelden-Echterdingen, S. 370-395
- Kettner/Thome [1988]* Kettner, P., Thome, H.G., Simulation im Umfeld des Computer Integrated Manufacturing, in: ASIM (Hrsg.), Simulation und Fabrikbetrieb, München: gfmt 1988, S. 295-321
- Kheir [1988]* Kheir, N.A., Systems Modeling and Computer Simulation, New York: Dekker 1988
- Kittel [1982]* Kittel, Th., Übersicht über angebotene PPS-Systeme, in: VDI-Bericht 452, Düsseldorf 1982

- Kittel [1983]** Kittel, Th., Beitrag zur Aktualisierung von Planungsdaten EDV-gestützter Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme auf der Basis EDV-maschinell erfaßter Betriebsdaten, Dissertation, Aachen 1983
- Kreikebaum [1981]** Kreikebaum, H., Strategische Unternehmensplanung, Stuttgart u.a. 1981
- Kreikebaum/Grimm [1983]** Kreikebaum, H., Grimm, U., Die Analyse strategischer Faktoren und ihre Bedeutung für die strategische Planung, in: WIST 12 (1983) 1, S. 6-12
- Knolmayer [1990]** Knolmayer, G., Stand und Entwicklungstendenzen der computergestützten Produktionsplanung und -steuerung, in: Kurbel, K. und Strunz, H. (Hrsg.), Handbuch Wirtschaftsinformatik, Stuttgart: Poeschel 1990, S. 69-87
- Koch [1977]** Koch, H., Aufbau der Unternehmensplanung, Die Wirtschaftswissenschaften, Bd. 2 (Hrsg. Gutenberg, E.), Wiesbaden 1977
- Kohl u.a. [1989]** Kohl, E., Esser, U., Kemmer, A., Forster, U., CIM zwischen Anspruch und Wirklichkeit, Köln: RKW-Verlag 1989
- Kühnle [1987]** Kühnle, H., Produktionsmengen- und -terminplanung bei mehrstufiger Linienfertigung, Berlin u.a.: Springer 1987
- Lampkemeyer/Soliman [1987]** Lampkemeyer, U., Soliman, M., Betriebsmittelbezogene Störungsquellen im prozeßnahen Bereich und ihre Simulation, in: ZWF 82 (1987) 9, S. 534ff
- Lasdon/Terjung [1971]** Lasdon, L.S., Terjung, R. C., An efficient algorithm for multi-item scheduling, Ops. Res., 19 (1971) 4, S. 946-969
- Ludek Pitra [1983]** Pitra, L., Entwicklung und Erprobung eines Instrumentariums zur Auswahl von rechnergestützten Systemen zur Grobplanung der Produktion, Diss. Aachen 1983
- Malik [1986]** Malik, F., Strategie des Managements komplexer Systeme, 2. Aufl. Bern/Stuttgart 1986
- Manne [1958]** Manne A.S, Programming of economic lot sizes, Management Science, 4 (1958) 2, S. 115-135

- Maruyama [1963]** Maruyama, M., The second cybernetics: Deviation amplifying mutual causal processes, in: American Scientist, 51/1963, S.164-179
- Maturana/Varela [1980]** Maturana, H.R.,Varela,F.J., Autopoiesis and cognition. The realization of the living, Boston, 1980
- Meffert [1991]** Meffert, H., Marketing - Grundlagen der Absatzpolitik, 7. Aufl., Wiesbaden: Gabler 1991
- Mellerowicz [1963]** Mellerowicz, K. Unternehmenspolitik, Band 1, Freiburg 1963, 3. Auflage 1966
- Mertens [1982]** Mertens, P., Simulation, 2. Aufl., Stuttgart: Poeschel 1982
- Mertens [1987]** Mertens, P. (Hrsg.), Lexikon der Wirtschaftsinformatik, Berlin u.a.: Springer 1987
- Mertens [1992]** Mertens, P., MRP-II - Ein Beitrag zur Kapazitätswirtschaft im Industriebetrieb, in: Corsten, H., Köhler, R., Müller-Meerbach, H., Schröder, H.-H. (Hrsg.), Kapazitätsmessung, Kapazitätsgestaltung, Kapazitätsoptimierung - Eine betriebswirtschaftliche Kernfrage, Stuttgart 1992, S. 27ff
- Mertens/Griese [1991]** Mertens P., Griese J. , Integrierte Informationsverarbeitung 2, Planungs- und Kontrollsysteme in der Industrie, 6. Aufl., Wiesbaden 1991
- Meyer [1990]** Meyer, M., Operations Research - Systemforschung: eine Einführung in die praktische Bedeutung, 3. Aufl., Stuttgart: Fischer 1990
- Michael [1979]** Michael, R., Untersuchung über die Auswirkungen unterschiedlicher Vorgehensweisen bei der Datenverdichtung - dargestellt am Beispiel der Terminplanung, Diss, Aachen 1979
- Milberg/Burger [1991a]** Milberg, J., Burger, C., Simulation als Hilfsmittel für die Produktionsplanung und -steuerung, in: ZWF 86 (1991) 2, S. 76-79
- Milberg/Burger [1991b]** Milberg, J., Burger, C., Produktionsregelung als Erweiterung der Produktionsplanung und -steuerung, in: CIM Management (1991) 2, S. 60-64

- Milberg/Tauber [1989]* Milberg, J., Tauber, A., Simulation, ein Hilfsmittel zur Integration der betrieblichen Funktionsbereiche, in: ASIM (Hrsg.), Simulation und Integration, München: gfmt 1989, S. 10-28
- MRPS [1987]* MRPS, Gesellschaft für Fertigungssteuerung und Materialwirtschaft e.V., 1987
- Müller [1987]* Müller, A., Produktionsplanung und Pufferbildung bei Werkstattfertigung, Wiesbaden: Gabler 1987
- Neipp [1988]* Neipp, G., Wettbewerbsvorteile durch rechnerintegrierte Produktion, Vortrag, Uni Karlsruhe, Fakultät für Maschinenbau, 18.11.1988. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation (Hrsg.), Methodenlehre des Arbeitsstudiums, Teil 3: Kostenrechnung, Arbeitsgestaltung, 7. Aufl., München: Carl Hanser 1985
- Noche/Wenzel [1991]* Noche, B., Wenzel, S., Marktspiegel Simulationstechnik in Produktion und Logistik, Reihe: Praxisswissen aktuell, Köln: Verlag TÜV Rheinland 1991
- Nof/Talavage [1979]* Nof, S.Y. und Talavage, J.J., Design Approaches to Data Bases for Simulation, in: Proc. 12th Int. Conf. on Systems Science, Hawaii 1979, S. 174-191
- Orlicky [1975]* Orlicky, J., Material Requirements Planning, New York u.a.: McGraw-Hill 1975
- Pape [1990]* Pape, D., Logistikgerechte PPS-Systeme, Köln 1990
- Petersen /Silver [1979]* Petersen, R., Silver E.A., Decision systems for inventory management and production planning, New York 1979
- Pfeffer/Salancik [1978]* Pfeffer, J., Salancik, G.R., The external control of organizations, New York, 1978
- Polzer [1988]* Polzer, H., Die CAS-Anwendung: CIM in der Fertigungsindustrie, o. O., 1988
- Polzer [1992]* Polzer, H., Die Entwicklung marktwirtschaftlicher Strategien der Informationsverarbeitung als eine wichtige Voraussetzung für den Unternehmenserfolg, Weinstadt 1992

- Pritschow u.a. [1986]* Pritschow, G., Spur, G., Weck, M. (Hrsg.), Simulationstechnik in der Fertigung, München, Wien: Hanser 1986
- Pritsker [1974]* Pritsker, A., The GASP IV Simulation Language, Wiley 1974
- Pritsker u.a. [1991]* Pritsker, A., Ortmann, L., Schmidt-Weinmar, G., Management der Liegezeiten durch zeitdynamische Simulation, in: CIM-Management (1991) 6, S. 15-22
- Probst [1987]* Probst, G.J.B., Selbstorganisation -Ordnungsprozesse in sozialen Systemen aus ganzheitlicher Sicht, Berlin/Hamburg 1987
- Probst/Sieglwart[1985]* Probst, G.J.B., Sieglwart, H., Integriertes Management - Bausteine des systemorientierten Managements, Bern/Stuttgart Hrsg. 1985
- REFA [1985]* Methodenlehre der Planung und Steuerung, 4. Aufl., München: Hanser 1985
- Rose [1989]* Rose, H., Computergestützte Störungsbewältigung beim Durchlauf von Produktionsaufträgen unter besonderer Berücksichtigung wissensbasierter Elemente, Diss. Erlangen [1989]
- Scheer [1983]* Scheer, A.W., Absatzprognosen, Berlin u.a.: Springer 1983
- Scheer [1987]* Scheer, A.W., CIM - Computer Integrated Manufacturing. Der computergestützte Industriebetrieb, Berlin, Heidelberg 1987
- Scheer [1990]* Scheer, A.W., Wirtschaftsinformatik, 3. Auflage, Berlin u.a.: Springer 1990
- Scheer [1992]* Scheer, A.W., Architektur integrierter Informationssysteme, Berlin u.a.: Springer 1992
- Schmidt [1988a]* Schmidt, R., Simulation in der Fertigungstechnik - das Ziel heißt Integration, in: Ameling, W. (Hrsg.), Simulationstechnik, 5. Symposium Simulationstechnik Aachen 1988, Berlin u.a.: Springer 1988, S. 350-355
- Schmidt [1988b]* Schmidt, B., Simulation von Produktionssystemen, in: Feldmann, K., Schmidt, B. (Hrsg.), Simulation in der Fertigungstechnik, Berlin u.a.: Springer 1988, S. 1-45

Schmidt-Weinmar/Ortmann [1991] Schmidt-Weinmar, G., Ortmann, L., Zeitdynamische Simulation bei PPS-Systemen, CIM-Management (1991) 3, S. 57-64

Schneeweiß [1981] Schneeweiß, CM., Modellierung industrieller Lagerhaltungssysteme, Berlin u.a. 1981

Schröder [1990] Schröder, H.-H., Entwicklungsstand und -tendenzen bei Produktionsplanungs- und -steuerungssystemen : eine kritische Bestandsaufnahme, in: Information Management 4 (1990) 4, S. 62ff

Schröter [1987] Schröter, K., Die Entwicklung eines Generalkonzeptes der Anwendung von Methoden zur Produktivitätssteigerung in der Maschinenbau-Industrie, Dissertation, Technische Universität Budapest 1987

Seelbach [1975] Seelbach, H., Ablaufplanung, Würzburg-Wien 1975

Shrub/Spiegler/Kapeliuk [1988] Shrub, A., Spiegler I., Kapeliuk, A., Using DSS methods in selecting operations management software, in: Computer-Integrated Manufacturing Systems, 1 (1988), S. 211ff

Simon [1988] Simon, H., Wettbewerbsvorteile und Wettbewerbsfähigkeit, Stuttgart 1988

South [1980] South, S.E., Competitive Advantage: The Cornerstone of Strategic Thinking, in: The Journal of Business Strategy 1981, S. 15-25

Sprüngli [1981] Sprüngli, R.K., Evolution and management - Ansätze zu einer evolutionistischen Betrachtung sozialer Systeme, Bern/Stuttgart 1981

St. John [1983] St. John, R., Inflated Planned Lead Times: What Is the Cost ?, Proceedings of the 1983 APICS Conference, S. 377-379

St. John [1984] St. John, R., The Evils of Lot Sizing in MRP, Production and Inventory Management (1984) 4, S. 75-85

Stadler [1988] Stadler, H., Hierarchische Produktionsplanung bei losweiser Fertigung, Heidelberg: Physica-Verlag 1988

Staehe [1991] Staehe, W.H., Handbuch Management, Wiesbaden 1991

Steinbuch [1983] Steinbuch, P.A., Organisation, 4. Aufl., Ludwigshafen 1983

Swann [1984] Swann, D. Execution is key of Success of any System for Manufacturing Material Flow Control in Industrial Engineering 16, 1984 10, S. 26ff

Szyperski [1973] Szyperski, N., Forschungs- und Entwicklungsprobleme der Unternehmensplanung, in: Grochla, E. und Szyperski, N., Modell- und computergestützte Unternehmensplanung, Wiesbaden 1973

Thomas [1975] Thomas, W., Entwicklung und Erprobung einer Methode zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit organisatorischer Maßnahmen in der Fertigungssteuerung, Aachen TH, Diss, 1975, S. 113

Terry [1982] Terry, G.R., Principles of management, 1. Aufl. Homewood, Ill. 1953 mit Franklin, St. G., 8. Aufl. 1982

Ulrich [1968/1970] Ulrich, H., Die Unternehmung als produktives soziales System, Bern/Stuttgart 1968, 2. Aufl. 1970

Vester [1984] Vester, F., Neuland des Denkens, München 1984

VDI [1983] VDI (Hrsg.), VDI Richtlinie 3633, Düsseldorf: VDI-Verlag 1983

Warnecke [1984] Warnecke, H.-J., Der Produktionsbetrieb, Berlin u.a. 1984

Watson/Blackstone [1989] Watson, H.J., Blackstone, J.H., Computer Simulation, 2nd edition, New York u.a.: Wiley 1989

Watzlawick u.a. [1985] Watzlawick, P., Beavin, J.H., Jackson, D.D., Menschliche Kommunikation: Formen, Störungen, Paradoxin, 7. Aufl. 1985, Bern etc., 1. Auflage 1969

Weck [1991] Weck, M. (Hrsg.), Simulation in CIM, Köln: TÜV Rheinland 1991

Wedekind [1991] Wedekind, H., Datenbanksysteme, Band 1, 3. Aufl., Mannheim u.a.: BI Wissenschaftsverlag 1991

Wedemeyer [1989] Wedemeyer, H.G.v., Entscheidungsunterstützung in der Fertigungssteuerung mit Hilfe der Simulation, Dissertation, Universität Hannover 1989

- Weis [1990]* Weis, B.A., Engpässe analysieren - Simulation innerbetrieblicher Materialfluß- und Produktionsabläufe, Sonderdruck aus: Materialfluß (1990) 9
- Whitehead [1984]* Whitehead, A.N., Prozeß und Realität, 2.Aufl., Frankfurt 1984
- Wiendahl [1989]* Wiendahl, H.-P., Realität und Chancen der Simulation, in: AWF (Hrsg.), Proceedings PPS '89, Kongreß Böblingen 8.-10.11.1989, S. 104-131
- Wiendahl [1990a]* Wiendahl, H.-P., Monitoring und Diagnosesysteme als neue PPS-Komponente, in: Mertens, P., Wiendahl, H.P., Wildemann, H. (Hrsg.), PPS im Wandel, München: gfmt 1990, S. 617-644
- Wiener [1948]* Wiener, N., Cybernetics. Or control and communication in the animal and the machine, New York 1948
- Wight [1984]* Wight, O., Manufacturing Resource Planning: MRP II - Unlocking America's Productivity Potential, Essex: Wight Publications 1984
- Wildemann [1988]* Wildemann, H., Das Just-in-Time-Konzept: Produktion und Zulieferung auf Abruf, Frankfurt 1988
- Witte [1990]* Witte, T., Simulation, in: Mertens, P., u.a. (Hrsg.), Lexikon der Wirtschaftsinformatik, 2. Aufl., Berlin u.a.: Springer 1990
- Wöhe [1990]* Wöhe, G., Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 17. Aufl., München 1990
- Zäpfel [1989]* Zäpfel, G., Strategisches Produktions-Management, Berlin, New York: de Gruyter 1989
- Zäpfel/Gfrerer[1984]* Zäpfel G., Gfrerer H., Sukzessive Produktionsplanung, WIST Heft 5, 1984, S. 235ff
- Zäpfel/Missbauer [1988a]* Zäpfel, G., Missbauer, H., Traditionelle Systeme der Produktionsplanung und -steuerung in der Fertigungsindustrie, in: WiSt (1988) 2, S. 73-77
- Zäpfel/Missbauer [1988b]* Zäpfel, G., Missbauer, H., Neuere Konzepte der Produktionsplanung und -steuerung in der Fertigungsindustrie, in: WiSt (1988) 3, S. 127-131

- Zeigler [1985]* Zeigler, B.P., Theory of Modeling and Simulation, Reprint, New York u.a.: Wiley 1985
- Zimmermann [1987]* Zimmermann, G., PPS-Systeme auf dem Prüfstand: was leisten sie, wann versagen sie?, Landsberg: moderne industrie 1987
- Zimmermann [1988]* Zimmermann, G., Produktionsplanung variantenreicher Erzeugnisse mit EDV, Berlin u.a.: Springer 1988
- Zoller [1971]* Zoller, W.A., Optimal disaggregation of aggregate production plans, Mgmt. Sci. 17 (1971) 8

