

Heft 53

A.-W. Scheer

Neue Architektur für EDV-Systeme  
zur Produktionsplanung und -steuerung

Juli 1986

## Gliederung

### Neue Architektur für EDV-Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung

Prof. Dr. August-Wilhelm Scheer, Institut für Wirtschaftsinformatik an der Universität des Saarlandes

1. Gründe für neue PPS-Konzepte
  - 1.1. Schwächen gegenwärtiger PPS-Systeme
  - 1.2. Neue Einflußgrößen
    - 1.2.1. Markterfordernisse
    - 1.2.2. Dezentralisierung nach dem Fertigungsflußprinzip
    - 1.2.3. Computer Integrated Manufacturing (CIM)
  
2. Erweiterungen von PPS-Systemen ohne grundsätzliche Änderung der bestehenden Architektur
  - 2.1. Simultane Material- und Zeitwirtschaft
  - 2.2. Belastungsorientierte Auftragsfreigabe
  
3. Neue Architektur für PPS-Systeme
  - 3.1. Grundsätze der neuen Architektur
    - 3.1.1. Stärkere hierarchische Differenzierung
    - 3.1.2. Neue Gewichtung zwischen Planung und Steuerung
    - 3.1.3. Neue Chancen für den Einsatz von Optimierungsmodellen
  - 3.2. Funktionsarchitektur
    - 3.2.1. Hierarchieebenen
    - 3.2.2. Funktionsmoduln
  
4. Realisierung der neuen Architektur durch Steuerungsparameter, Aktionsdatenbanken und Triggerkonzepte

## Neue Architektur für EDV-Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung

Professor Dr. August-Wilhelm Scheer, Institut für Wirtschaftsinformatik an der Universität des Saarlandes.

Der Produktionsbereich ist nicht nur für die betriebswirtschaftliche Forschung in den letzten dreißig Jahren ein fruchtbares Arbeitsgebiet gewesen, sondern stellt auch für den Einsatz der EDV eines der Hauptanwendungsgebiete dar. Während im Bereich der betriebswirtschaftlichen Forschung der Gedanke der Simultanplanung für die Festlegung des Produktionsprogramms maßgebend war, sind im Bereich der EDV-gestützten Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung (PPS) Planungsphilosophien entwickelt worden, die einem Stufenplanungskonzept folgen<sup>1</sup>.

Neue Entwicklungen stellen diese Planungsphilosophie aber immer mehr in Frage. Insbesondere ist sie nicht in der Lage, neue Entwicklungstrends der Fertigungstechnik zu unterstützen. Deshalb ist eine neue Architektur für PPS-Systeme erforderlich. Dabei ist auch eine engere Verbindung zu den Ansätzen der Simultanplanung möglich.

In diesem Beitrag werden deshalb zunächst die Gründe für die Notwendigkeit zur Erarbeitung einer neuen Planungsphilosophie erörtert und anschließend die Felder für eine Neuentwicklung aufgezeigt.

### 1. Gründe für neue PPS-Konzepte

#### 1.1. Schwächen gegenwärtiger PPS-Systeme

In Abb. 1 sind die typischen Planungsstufen eines PPS-Systems in ihrem zeitlichen und logischen Ablauf aufgezeigt. Gleichzeitig wird durch die Breite der jeweiligen Planungsstufe das Gewicht des Implementierungsstandes ausgedrückt. Je breiter eine Stufe ausgezeichnet ist, um so stärker ist sie nach Erfahrungen des Verfassers in Eigenentwicklungen oder in Standardsoftware ausgearbeitet und im praktischen Betrieb eingesetzt.

<sup>1</sup>) Vgl. Jacob, H., Produktionsplanung und Kostentheorie, in: Koch, H. (Hrsg.), Zur Theorie der Unternehmung, Festschrift für E. Gutenberg, Wiesbaden 1962, S. 205 ff.

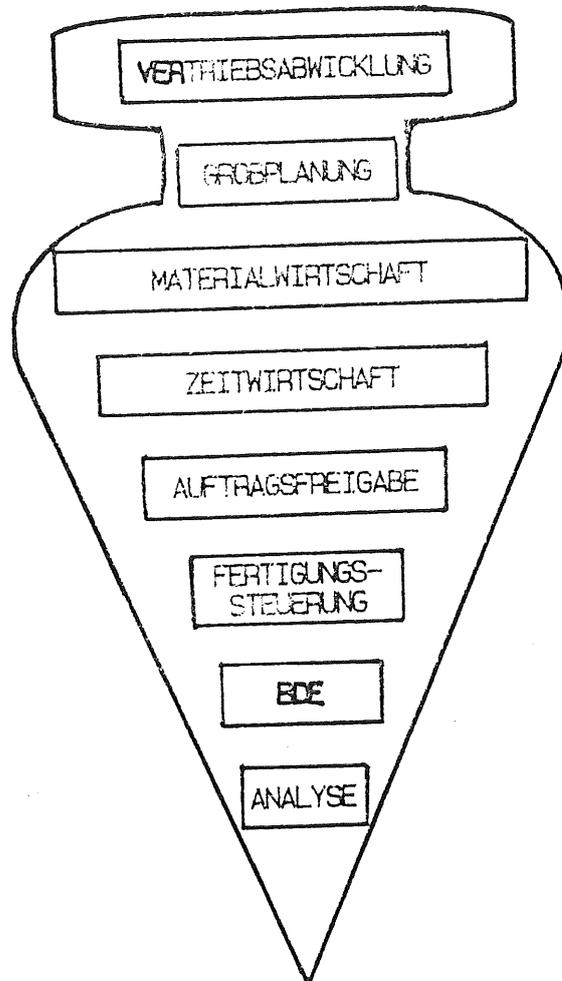


Abb. 1: Gegenwärtige Gewichtung der Planungsstufen eines PPS-Systems

Abb. 1 verdeutlicht somit, daß die PPS-Systeme zwar eine ausgeprägte Auftragsbearbeitung enthalten, die Grobplanung, mit der das Produktionsprogramm unter Beachtung von Kapazitäts- und Materialbeschaffungsgrenzen festgelegt wird, dagegen nur gering unterstützt wird.

Die Qualität einer Grobplanung, insbesondere die zeitliche Gültigkeit des Produktionsprogramms als Primärbedarf, bestimmt aber entscheidend die Planungsqualität der nachfolgenden Planungsstufen.

Die **Bedarfsplanung**, bei der ein im Rahmen der Grobplanung ermittelter Primärbedarf durch Auflösung der Stücklisten in Aufträge für Baugruppen und Materialien aufgefächert wird, ist dagegen in PPS-Systemen eine breit ausgelegte Funktion.

Die **Zeitwirtschaft** ermittelt für die im Rahmen der Materialwirtschaft erstellten Fertigungsaufträge Kapazitätsbelastungen und ist bei anspruchsvoller Betrachtung nur wenig ausgearbeitet. Die im Rahmen der Betriebswirtschaftslehre behandelten Fragen der simultanen Produktions- und Kapazitätsplanung werden kaum behandelt<sup>2)</sup>. Die eingesetzten Verfahren zum Kapazitätsabgleich versuchen durch Bildung von Prioritäten, die komplizierten und vom Datenvolumen her außerordentlich vielschichtigen Auftragsnetze zu bewältigen und scheitern deshalb häufig bei hohem Planungsumfang und hoher Komplexität.

Die **Auftragsfreigabe** bildet einen Schnittpunkt zwischen der Planungs- und der Steuerungsebene. Hier herrschen relativ einfache, z.B. an den Wunschterminen der Aufträge orientierte Freigabealgorithmen vor.

Die **Fertigungssteuerung** legt für die freigegebenen Aufträge die Reihenfolge der Arbeitsgänge vor den Betriebsmitteln fest. Hierbei müßten Optimierungen bezüglich Materialausnutzung, Rüstkosten und Ressourcenbelegungen durchgeführt werden. Derartige Fragestellungen sind ebenfalls in EDV-Systemen nur wenig ausgeprägt. Entsprechend sind auch **Betriebsdatenerfassungssysteme** in durchgängiger Form, bei denen in einem einheitlichen Konzept Rückmeldungen über Aufträge (Termine, Mengen, Qualitäten), Personal (Anwesenheit, Leistungsdaten), Betriebsmittel (Belegungszeiten, Stillstände nach Ursachen) aufgezeichnet und einem Steuerungssystem zur Verfügung gestellt werden, in PPS-Systemen nur wenig ausgeprägt.

Damit bleibt festzuhalten, daß die Durchgängigkeit von Planung und Steuerung, wie sie als Ziel der PPS-Systeme erkennbar ist, sowohl von dem Angebot an Standardsoftware als auch von eigenentwickelten Systemen bisher kaum realisiert worden ist. Hierfür ist auch bedeutsam, daß von Planung und Steuerung an die Hardware unterschiedliche Anforderungen gestellt werden. Während die Planungsstufen auf Universalrechnern mit Time-Sharing-Betriebssystemen abgewickelt werden

---

<sup>2)</sup> Vgl. Jacob, H., Produktionsplanung und Kostentheorie, a.a.O., S. 205 ff.

können, sind für eine zeitnahe Steuerung höhere Verfügbarkeiten und höhere Flexibilität des Anschlusses unterschiedlicher Peripheriegeräte (z.B. BDE-Terminals) erforderlich, so daß für die Steuerungsebene Prozeßrechner typisch sind.

Neben der fehlenden Durchgängigkeit bietet auch das Stufenplanungskonzept Schwierigkeiten, da die Ergebnisse einer Stufe jeweils Input der folgenden Stufe sind und Rückkopplungen nur schwierig zu realisieren sind. Es lassen sich aber theoretisch leicht Fälle erörtern, bei denen eine Rückkopplung, z.B. zwischen Zeitwirtschaft und Materialwirtschaft, erforderlich ist.

Neben diesen konzeptionellen Mängeln des Systems ergeben sich Mängel aus der Ausrichtung auf spezielle Produktionsstrukturen. In Abb. 2a und 2b sind zwei extreme Fertigungstypen dargestellt. Abb. 2a verdeutlicht eine rohstoffbezogene Fertigungsstruktur, bei der aus wenigen Rohstoffen eine Vielzahl von Endprodukten erstellt wird. Diese Form gilt z.B. für die Keramikindustrie, Papierindustrie, Chemische Industrie und für viele Nahrungs- und Genußmittelunternehmungen, wobei sich die Endprodukte z.T. nur durch unterschiedliche Packungsarten und -größen unterscheiden können. Bei solchen Produktionsstrukturen steht die Verfolgung des Materialflusses im Vordergrund. Auch steht bei der vorherrschenden Massenfertigung die Austaktung von Fließstraßen, und damit die Reihenfolgeoptimierung der Produktion unter Beachtung von Umrüstkosten im Vordergrund. Die Fertigungstiefe ist im allgemeinen nicht stark ausgeprägt bzw. die einzelnen Arbeitsgänge sind in einem geschlossenen Fließprozeß (im Extrem in einer einzigen Produktionsanlage) integriert.

Abb. 2b zeigt dagegen die typische Fertigungsstruktur, wie sie in der Fertigungsindustrie, z.B. also im Maschinenbau, vorherrscht. Aus einer Vielzahl von Materialien und fremdbezogenen Teilen werden komplizierte Produkte durch eine Vielzahl von Fertigungs- und Montagevorgängen in Serienfertigung zusammengefügt. Hier ist die Verwaltung der Produktzusammensetzung und der Fertigungsvorschriften in Form von Stücklisten und Arbeitsplänen ein vordringliches Problem und daraus abgeleitet auch die Ermittlung der Fertigungsaufträge durch Bedarfsauflösungsverfahren.

Aus den Grundtypen 2a und 2b lassen sich weitere Formen zusammensetzen, wie sie durch die Abbildungen 2c bis 2e angedeutet werden. Für viele deutsche Industrieunternehmen, auch im Maschinenbau, ist eine starke Kundenorientierung typisch, die eine hohe Variantenvielfalt der Erzeugnisse, häufig auch ganz spezifische Einzelfertigungsanforderungen erfordert.

In Abb. 2c ist ein solcher Fall dargestellt, bei dem zunächst bis zur Baugruppenebene eine Verdichtung der Teile durch Montagevorgänge erfolgt, dann aber durch die Variantenproblematik eine Auffächerung der Endprodukte erfolgt.

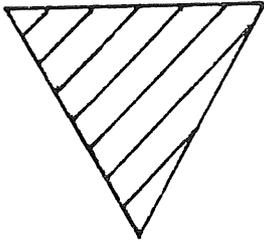
In Abb. 2d wird der Einzelfertigungscharakter noch stärker betont, indem die Baugruppenebene nicht ausgeprägt ist. In Abb. 2e ist eine extreme Fertigungstiefe angedeutet, indem zunächst aus Rohstoffen vielfältige Zwischenprodukte erzeugt werden, die anschließend durch Montagevorgänge zu komplexen Einheiten zusammengefügt werden.

Die oben skizzierte Philosophie von PPS-Systemen unterstützt vor allen Dingen die Fertigungsform 2b, während die anderen Strukturen nur unvollkommen abgedeckt werden können. Insbesondere haben längere Zeit spezielle Systeme für Einzelfertiger gefehlt, bei denen der Bezug eines Fertigungsauftrages zum Kundenauftrag über alle Fertigungsstufen aufrechterhalten werden konnte.

Eine globale Bewertung der Eignung der PPS-Philosophie ist durch das Ausmaß der Schraffur in den Ausprägungen der Abb. 2 angedeutet.

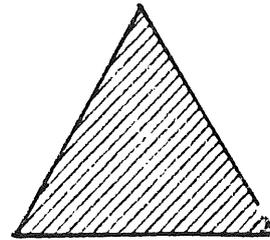
Diese Faktoren haben dazu geführt, daß in nur wenigen Industrieunternehmen volle Zufriedenheit mit den eingesetzten Planungs- und Steuerungssystemen besteht. Ein wesentlicher Implementierungsfehler besteht z.B. darin, daß für die konkrete Fertigungsstruktur des Unternehmens ein unpassendes PPS-System eingesetzt wurde. Aber auch viele Unternehmen sind bei der Implementierung eines an sich geeigneten Systems steckengeblieben, weil der Organisationsaufwand unterschätzt wurde.

Trotz dieser Mängel soll nicht verkannt werden, daß ein hoher Integrationsgrad der Systeme durch Einsatz von Datenbanksystemen gewährleistet ist. Ferner sind die Systeme in der Lage, große Datenvolumen für Stücklisten, Arbeitspläne und Aufträge zu bearbeiten. Auch der Gedanke, durch ein Stufenplanungskonzept die Problemkomplexität zu reduzieren, soll als besonders positiv herausgestellt werden.



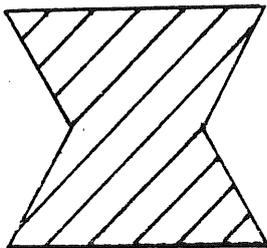
Rohstofforientierte Fertigung  
mit flacher Fertigungstiefe  
z.B. Keramikindustrie,  
Papierindustrie,  
Chemieindustrie,  
Nahrungsmittelindustrie

2a



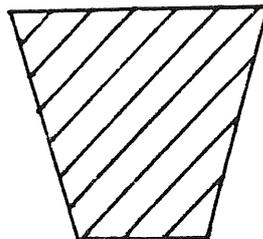
Fertigungsorientierte Fertigung  
mit hoher Fertigungstiefe  
z.B. Maschinenbau

2b



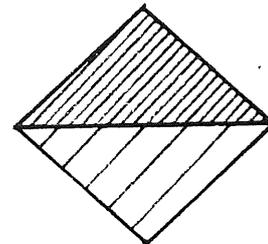
Variantenfertigung  
mit Baugruppen-  
verdichtung  
z.B. Maschinenbau,  
Elektroindustrie

2c



Einzelfertigung  
z.B. Anlagenbau

2d



Extreme  
Fertigungstiefe

2e

Stärke der Schraffur zeigt die Eignung von  
gegenwärtigen PPS-Systemen

Dieses Stufenplanungskonzept richtet sich aber allein an einer **funktionalen Schichtung** aus, d.h. jede Funktion wird für das **gesamte** Planungsvolumen **an einer Stelle** durchgeführt. Andere mögliche Gliederungsprinzipien, wie die Mengenteilung bei einer stärkeren Funktionsintegration, werden dagegen kaum behandelt. Lediglich beim Übergang von der Planungsebene in die Steuerungsebene wird von der Auftragsfreigabe eine Mengenteilung durchgeführt.

## 1.2. Neue Einflußgrößen

Neben den Schwächen der bestehenden Systeme sind gegenwärtig Entwicklungstrends sichtbar, die außerhalb und innerhalb der Informationstechnologie angelegt sind und zu einer Änderung der Struktur der PPS-Systeme drängen. Diese sind Veränderungen der Markterfordernisse, Veränderung von Organisationsprinzipien und der Einfluß der Informationstechnologie auf die Fertigung durch das Konzept des Computer Integrated Manufacturing.

### 1.2.1. Markterfordernisse

Die Umkehrung vom Verkäufermarkt zum Käufermarkt hat in vielen Industriezweigen eine stärkere Kundenauftragsorientierung hervorgerufen. Diese zeigt sich in einer größeren Zahl anzubietender Varianten von Grunderzeugnissen bzw. die direkte Berücksichtigung von Kundeneinzelwünschen. Gleichzeitig ist ein erheblicher Druck auf kürzere Lieferzeiten entstanden. Dies wird z.B. durch die Forderung nach just-in-time-production, wie sie von der Automobilindustrie gestellt wird, deutlich. Das bedeutet, daß die Automobilhersteller ihre Vorratshaltung drastisch reduzieren und von ihren Zulieferern eine tages- bis stundengenaue Zulieferung der Materialien und Komponenten direkt an die Montageeinheiten verlangen. Damit die Lagerhaltungsfunktion nun nicht vom Zulieferer übernommen werden muß, entsteht bei ihm der Zwang, durch eine hohe Flexibilität der Fertigung direkt auf Wünsche des Herstellers reagieren zu können. Neben einer schnellen Umrüstbarkeit der Produktionsanlagen ist dafür eine hohe Zuverlässigkeit der Qualität erforderlich. Diese Produktionsflexibilität führt zu neuen Anforderungen an PPS-Systeme, indem hier ebenfalls eine erhöhte Flexibilität, z.B. durch Umdispositionen bei Auftragsänderungen, gefordert wird.

### 1.2.2. Dezentralisierung nach dem Fertigungsfließprinzip

Viele Industrieunternehmungen beginnen, sich von der Werkstattfertigung zu mehr nach dem Fertigungsfließprinzip orientierten Einheiten zu organisieren. Derartige Entwicklungslinien sind durch Begriffe wie Fertigungsinseln (in denen ein bestimmtes Teilespektrum ganzheitlich gefertigt wird), Bearbeitungszentren, Flexiblen Fertigungssystemen usw. gekennzeichnet. Gemeinsam ist diesen Organisationsformen, daß für einen Ausschnitt der Fertigung eine "Fabrik in der Fabrik" mit sich selbst regelnder Fertigungssteuerung geschaffen wird (vgl. Abb. 3)<sup>3)</sup>. Dabei kann dieses Organisationsprinzip auch bei manueller Steuerung sinnvoll sein. Die Dezentralisierung der Informationstechnologie, wie sie durch die Entwicklung der Mikrocomputer besonders augenfällig ist, unterstützt aber diesen Organisationstrend.

Durch die stärkere Dezentralisierung bei Gliederung nach dem Objektprinzip sollen die gegenwärtig hohen Durchlaufzeiten der Werkstattfertigung reduziert werden. Es sind bereits praktische Fälle bekannt, bei denen die Durchlaufzeit von in Fertigungsinseln produzierten Teilen auf die Hälfte oder ein Drittel der bei Werkstattfertigung üblichen Durchlaufzeit gesenkt werden konnte. Es ist deshalb vorstellbar, daß zukünftig weite Bereiche der Fertigung in Fertigungsinseln zerlegt werden. Dabei ist auch die Tendenz zu sehen, daß die Anbieter von schlüsselfertigen Maschinenausstattungen die für die Steuerung der Fertigungseinheiten notwendige Software bereits mitliefern werden. Damit ergibt sich für die PPS-Systeme die neue Problematik, derartige autonome Einheiten mit Aufträgen zu versorgen bzw. Rückmeldungen aufzunehmen und zu koordinieren. Diese Tendenz zur Dezentralisierung wird durch den Einsatz des Computer Integrated Manufacturing weiter verstärkt.

---

<sup>3)</sup> Vgl. Scheer, A.-W., EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre, 3. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1987.

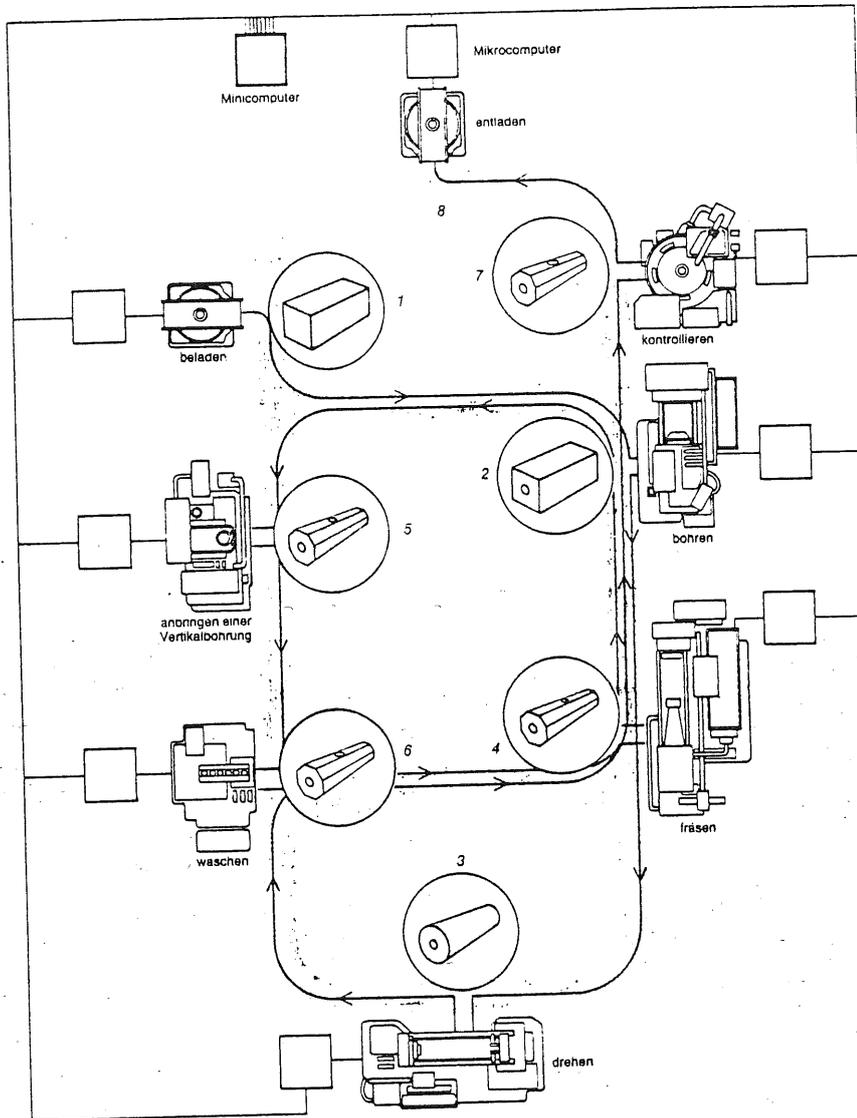


Abb. 3: Komponenten eines flexiblen Fertigungssystems

### 1.2.3. Computer Integrated Manufacturing (CIM)

Unter Computer Integrated Manufacturing wird die Integration von technischer und betriebswirtschaftlicher Datenverarbeitung im Bereich der Fertigung verstanden. Komponenten des CIM sind somit die Produktionsplanung und -steuerung, das Computer Aided Design (CAD) und die computerunterstützte Fertigung (CAM) durch Einsatz von NC-, CNC-, DNC-Systemen, Robotern, Lager- und Transport-techniken usw. Ohne auf die CIM-Problematik hier näher eingehen zu wollen, sollen einige wesentliche neue Anforderungen an PPS-Systeme herausgearbeitet werden (vgl. Abb. 4)<sup>4</sup>.

Bezüglich des Einflusses von CIM auf PPS-Systeme ergeben sich einmal Konsequenzen für die Grunddatenverwaltung, indem aus dem CAD-Bereich Stücklisteninformationen übernommen werden und aus dem Bereich der computerunterstützten Arbeitsplanung einschließlich NC-Programme die Grunddaten der Arbeitspläne versorgt werden. Weiterhin ergeben sich aber auch erhebliche ablaufplanerische Beziehungen, indem z.B. im Bereich der Konstruktion und Entwicklung auch materialwirtschaftliche Funktionen aufgerufen werden können oder bei einer kundenwunschorientierten Fertigung mit engem Kundentermin bei der Konstruktion Kapazitätsüberlegungen berücksichtigt werden müssen.

Der Einsatz hochautomatisierter Fertigungsinseln durch die Integration von Materialfluß, Werkzeugverwaltung und Informationsfluß verstärkt auch den Trend zu sich selbständig regelnden Einheiten, die eng mit einem übergeordneten Planungs- und Dispositionssystem verbunden sind<sup>5</sup>.

<sup>4)</sup> Vgl. Scheer, A.-W., Entscheidungen bei der CIM-Implementierung, in: CIM-Management, 2. Jg. (1986), Heft 2, S. 14-20.

<sup>5)</sup> Vgl. Hedrich, P., u.a., Flexibilität in der Fertigungstechnik durch Computereinsatz, München 1983.

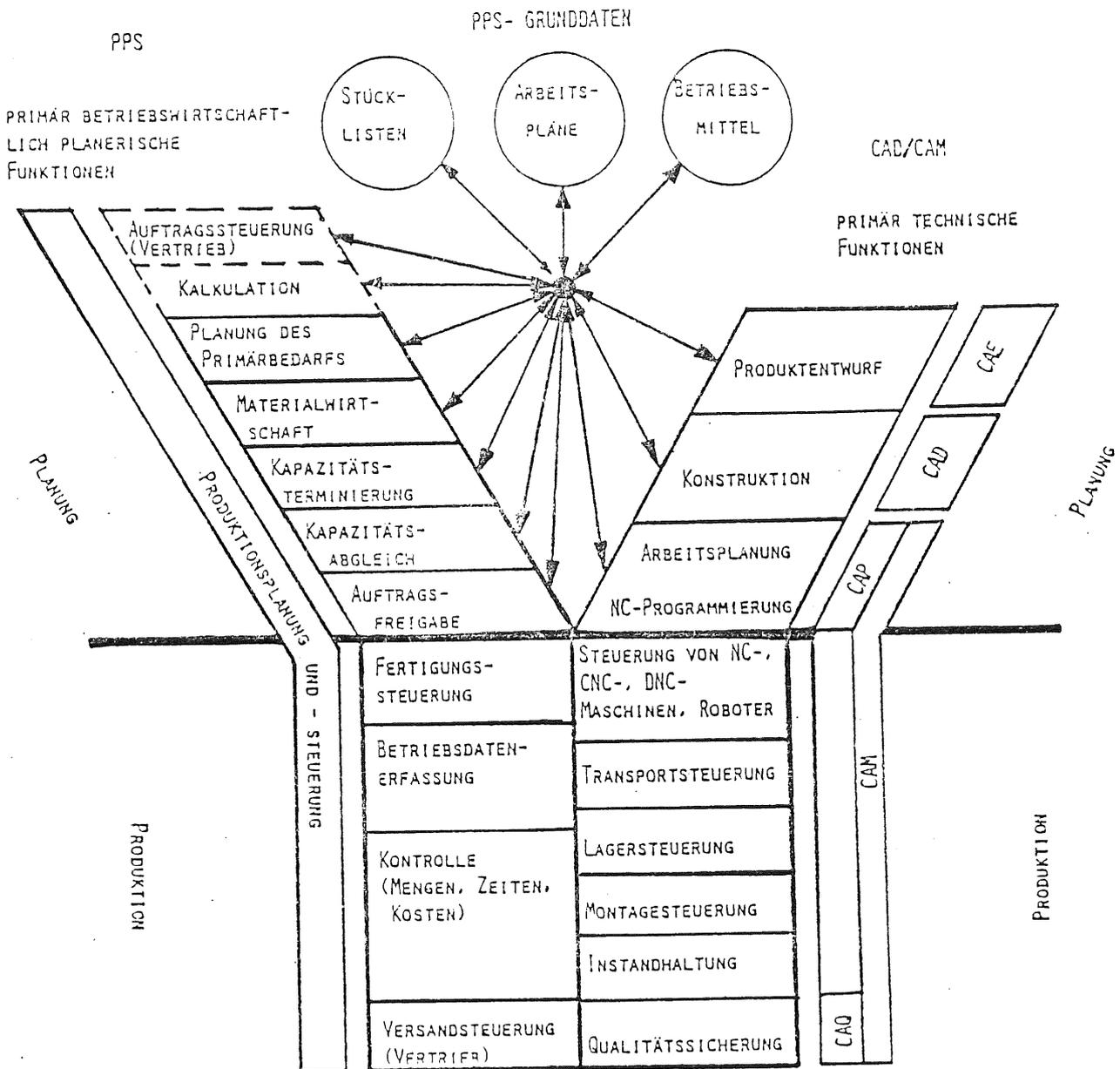


Abb. 4: Informationssysteme im Produktionsbereich

## 2. Erweiterungen von PPS-Systemen ohne grundsätzliche Änderung der bestehenden Architektur

Einige der aufgezeigten Mängel bestehender PPS-Systeme wurden bereits frühzeitig erkannt. So sind seit einigen Jahren PPS-Systeme für kundenorientierte Auftragsfertigung verfügbar, die insbesondere den Prozeß der Auftragspezifikation unterstützen, indem z.B. aus Stammstücklisten auftragsbezogene Stücklisten abgeleitet werden und bereits Fertigungs- und Beschaffungsaufträge definiert werden können, ohne daß eine vollständige Stücklistenpezifikation vorliegt. Diese Systeme halten sich in ihrem Aufbau aber eng an die bestehende Planungsarchitektur und sollen deshalb nicht weiter betrachtet werden.

Daneben sind aber auch Erweiterungen erkennbar, die erste vorsichtige Modifikationen der Architektur zum Ausdruck bringen, sie aber nicht grundsätzlich in Frage stellen. Diese betreffen das Stufenplanungsprinzip, indem einmal eine "gleichzeitige" Material- und Zeitwirtschaft gefordert wird und zum anderen im Rahmen der belastungsorientierten Auftragsfreigabe eine stärkere Verknüpfung zwischen der Produktionsplanung und -steuerung angestrebt wird.

### 2.1. Simultane Material- und Zeitwirtschaft

Die Zusammenhänge zwischen Material- und Zeitwirtschaft werden in Sukzessivplanungsmodellen nur mangelhaft abgedeckt. Aus diesem Grunde sind neue Ansätze innerhalb einer sonst mehr traditionell orientierten PPS-Architektur zur Berücksichtigung dieses Tatbestandes entstanden. Das im Augenblick sehr stark diskutierte System OPT reduziert das gesamte Auftragsnetz in solche Fertigungsaufträge, die engpaßverdächtige Betriebsmittelgruppen belasten und solche Aufträge, die betrieblich unproblematische Kapazitätseinheiten durchlaufen<sup>6</sup>. Durch die Trennung nach diesen Auftragsstypen wird eine Reduktion des Netzumfanges und damit auch seiner Komplexität erreicht. Die kritischen Aufträge werden in einer Art Vorwärtsterminierung zunächst eingelastet und erhalten damit gegenüber den anderen Aufträgen eine erhöhte Priorität. Nach deren Einplanung werden die nicht-kritischen Aufträge in einer Rückwärtsterminierung an die gesetzten Termine der kritischen Aufträge angepaßt. Obwohl der Algorithmus des Systems OPT nur unvollkommen bekannt ist, erscheint dieser Grundgedanke durchaus sinnvoll.

<sup>6)</sup> Vgl. Smith, G., OPT-Realisierung - Einsatzerfahrungen mit der OPT-Software, in: GF+M (Hrsg.), Produktionsmanagement - heute realisiert, Jahrestagung 1985, S. 67 ff.

Auf der Ebene einer stärker ereignisorientierten Einplanung bieten einige neue PPS-Systeme eine quasi-simultane Zeit- und Materialwirtschaft an. Dies bedeutet, daß bei einer konkreten Auftragseinplanung fallbezogen eine Auflösung in die benötigten Komponenten vollzogen wird und automatisch Materialwirtschaftsfunktionen (also Lieferzeiten) bei der kapazitätsmäßigen Einplanung mitberücksichtigt werden<sup>7</sup>. Dieses Vorgehen ist allerdings nur bei einer ereignisbezogenen Betrachtung möglich. Auch werden Prioritäten bei der Zuteilungsproblematik von kritischen Materialien und Kapazitäten nur mangelhaft algorithmisch unterstützt.

## 2.2. Belastungsorientierte Auftragsfreigabe

In PPS-Systemen der klassischen Funktionsarchitektur werden Aufträge aus der Planungs- in die Steuerungsebene freigegeben, indem die hinsichtlich ihrer **geplanten** Starttermine in den anstehenden Planungszeitraum fallenden Aufträge nach einer Verfügbarkeitsprüfung der Produktion überstellt werden. Freigabekriterium ist also der in der **Planung** ermittelte Termin, der - dem Stufenprinzip folgend - der Steuerung vorgegeben wird. Da somit auf die Kapazitätssituation nur ungenügend Rücksicht genommen wird (die Verfügbarkeitsprüfung erstreckt sich meistens nur auf Werkstoffe und Komponenten), kann dieses zu einer Überlastung der Fertigung führen mit den bekannten Folgen überhöhter Zwischenlagerbestände und Durchlaufzeiten.

Hieran knüpft das Prinzip der belastungsorientierten Auftragsfreigabe an, bei dem nach dem sogenannten "Trichterprinzip" nur soviel und solche Aufträge freigegeben werden, die aufgrund der Kapazitätssituation auch bearbeitet werden können<sup>8</sup>.

<sup>7)</sup> Vgl. Kazmeier, E., Berücksichtigung der Belastungssituation im Rahmen eines neuen PPS-Systems auf der Basis einer dialogorientierten Ablaufplanung, in: IFA (Hrsg.), Statistisch orientierte Fertigungssteuerung, Hannover 1984.

<sup>8)</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P., Grundlagen neuer Verfahren der Fertigungssteuerung, in: IFA (Hrsg.), Statistisch orientierte Fertigungssteuerung, Hannover 1984, S. 1 ff.

Dadurch wird also ebenfalls das Stufenprinzip aufgelockert, weil die Auftragsfreigabe nunmehr "vorausschauend" die Bedingungen der nachfolgenden Stufe mit einbezieht und sich nicht nur ausschließlich an den schichtbezogenen Kriterien orientiert<sup>9</sup>.

Diese Erweiterungen der PPS-Systeme reichen aber nicht aus, um alle neuen Anforderungen zu erfüllen.

### 3. Neue Architektur für PPS-Systeme

#### 3.1. Grundsätze der neuen Architektur

##### 3.1.1. Stärkere hierarchische Differenzierung

Die aufgezeigten Mängel der bestehenden Systeme sowie die Einflüsse neuer Entwicklungen erfordern eine neue Architektur.

Am grundlegendsten ist dabei die Änderung der hierarchischen Struktur der PPS-Systeme. Die bisher bestehende, nach Funktionen gegliederte Stufenplanung wird sich mehr an objektbezogenen und zeitlichen Kriterien orientieren. Gegenwärtig ist lediglich eine dreistufige Differenzierung (vgl. Abb. 5) gegeben. Eine derartige dreistufige Hierarchisierung wird auch von dem Konzept Management Resource Planning (auch unter dem Begriff MRPII bekannt) vertreten. Diese von O.-W. White entwickelte Planungsphilosophie versucht, die PPS-Problematik in den Zusammenhang der gesamten betriebswirtschaftlichen Abläufe des Unternehmens einzubetten<sup>10</sup>. Besonderes Gewicht wird dabei der Anknüpfung an die Markterfordernisse, also den Vertriebsbereich, beigemessen. Die Berücksichtigung der technischen Aspekte, wie sie durch den CIM-Gedanken betont werden, fehlt dagegen weitgehend.

---

<sup>9)</sup> Vgl. Scheer, A.-W., Stand und Trends der computergestützten Produktionsplanung und -steuerung (PPS in der Bundesrepublik Deutschland, in: ZfB 53. Jg. (1983), S. 138 ff.

<sup>10)</sup> Vgl. White, O.-W., The Executive's Guide to Successful MRP II, Englewood Cliffs, N.J. 1982.

Auch die im Rahmen des Operations Research entwickelten hierarchischen Planungsansätze besitzen nicht die erforderliche Differenziertheit<sup>11</sup>. So sind viele Ansätze nur zweistufig (Grobplanung/Detailplanung) oder auf spezielle Anwendungsfälle beschränkt (vgl. z.B. das Modell von Günther<sup>12</sup> für einen Hersteller von Waschmitteln oder das von Stadtler<sup>13</sup> entwickelte zweistufige Modell für ein Nahrungsmittelunternehmen). Die Ansätze von Günther und Stadtler sind jeweils auf die relativ einfachen Fertigungsstrukturen der rohstofforientierten Fertigung (Fall 2a in Abb. 2) beschränkt. Um auch die Probleme der Fertigungsindustrie und der CIM-Konzeption einzubeziehen, ist eine mindestens 5-7stufige Differenzierung erforderlich.

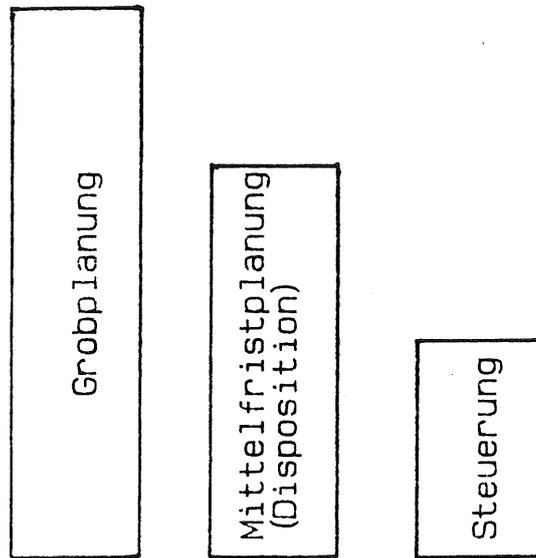
Mit einer differenzierteren hierarchischen Abstufung ist eine fortlaufende Reduktion des Planungsvolumens durch die Verkürzung der Planungs- und Steuerungszeiträume gegeben. Mit der Verkürzung der Planungszeiträume wächst dagegen die Differenzierung der Planungseinheiten - dieses gilt sowohl für die Planungszeiteinheit als auch für die Planungsobjekte (wobei unter Planungsobjekt die einzuplanenden Auftragseinheiten, Produktgruppen, Arbeitsgänge, Betriebsmittelgruppen oder Einzelaggregate verstanden werden).

<sup>11)</sup> Vgl. Hax, A.-C., Galovin, J.-J., Hierarchical production planning systems, in: Hax, A.-C. (Hrsg.), Studies in Operations Management, Amsterdam 1978.

<sup>12)</sup> Vgl. Günther, H.-O., The Design of an Hierarchical Model for Production Planning and Scheduling, in: Axsäter, S., Schneeweiß, Ch., Silver, E. (Hrsg.), Multi-stage Production Planning and Inventory Control. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Nr. 266, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1986, S. 227 ff. und die dort gegebene Literaturübersicht.

<sup>13)</sup> Vgl. Stadtler, H., Hierarchical Production Planning: Tuning aggregate Planning with Sequencing and Scheduling, in: Multi-stage Production Planning and Inventory Control. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems a.a.O., S. 197 ff.

bisher: 2 - 3 - stufig



künftig: mehrstufig (5 - 7)

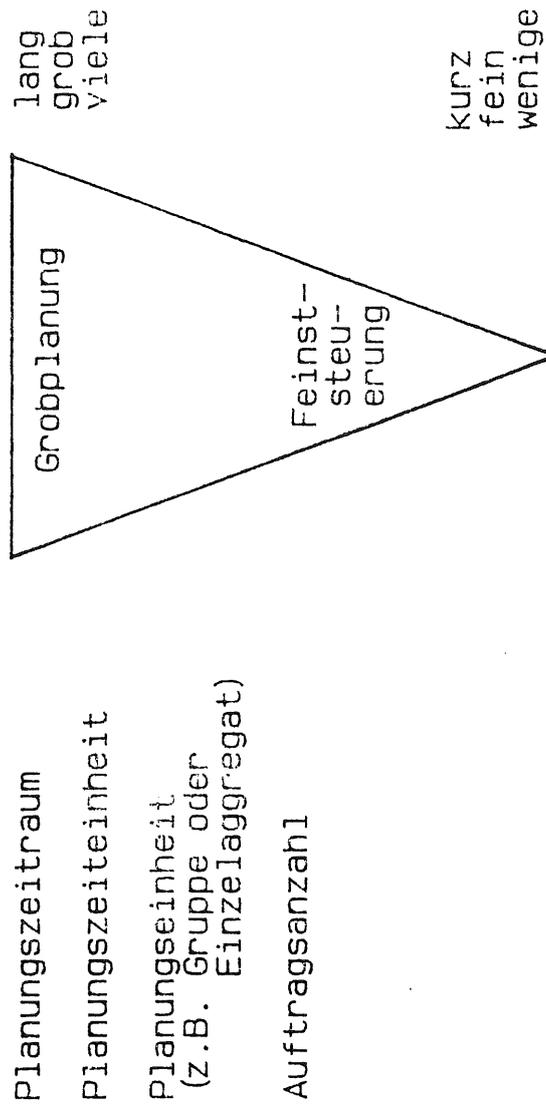


Abb. 5: Detaillierungsgrad der Planungs- und Steuerungsebenen

### 3.1.2. Neue Gewichtung zwischen Planung und Steuerung

Durch die stärkere Betonung dezentraler Einheiten und damit auch der Steuerungsproblematik wird sich die Gewichtung der einzelnen Funktionen umkehren. In Abb. 6 ist dieses für die bereits in Abb. 1 dargelegte Stufenplanungskonzeption angedeutet. Die geringe Unterstützung der Grobplanung hat zu mangelhaften Ergebnissen der Material- und Zeitwirtschaft geführt und dort eine ständige Planungsanpassung notwendig gemacht. Deshalb sollte die Grobplanung durch Einsatz von Prognose-, Simulations- und Optimierungstechniken stärker unterstützt werden. Eine verstärkte Grobplanung übernimmt dann Funktionen, die zur Zeit auf den mittelfristig ausgelegten Stufen der Material- und Zeitwirtschaft angeordnet sind. Zusätzlich werden diese Planungsstufen durch die Verlagerung von Funktionen in die Steuerungsebene weiter reduziert. Das Schwergewicht der PPS-Systeme wandert somit von den mittelfristigen Planungsfunktionen auf eine mehr langfristig orientierte Grobebene und eine kurzfristig orientierte Steuerungsebene.

Ein wesentlicher Grund für eine stärkere Verselbständigung der Steuerungsebene liegt auch darin, daß die den Planungsfunktionen zugrundeliegenden Einheiten für die Steuerungsebene nicht mehr maßgebend sind. Für die Planungsfunktionen ist der auf ein Teil bezogene Auftrag die Planungseinheit. Für Teile werden z. B. auch Lose definiert. Abgesehen von der Tatsache, daß durch die just-in-time-Philosophie die Losbildung ohnehin an Bedeutung verlieren wird, ist zu beachten, daß Lose durch Abwägen von Umrüstkosten und Lagerkosten gebildet werden. Umrüstkosten sind aber nicht auf die Auftragseinheit "Teil" bezogen, sondern auf die Arbeitsgabeebene, da erst hier eine Zuordnung zu Betriebsmittelgruppen vorgenommen wird.

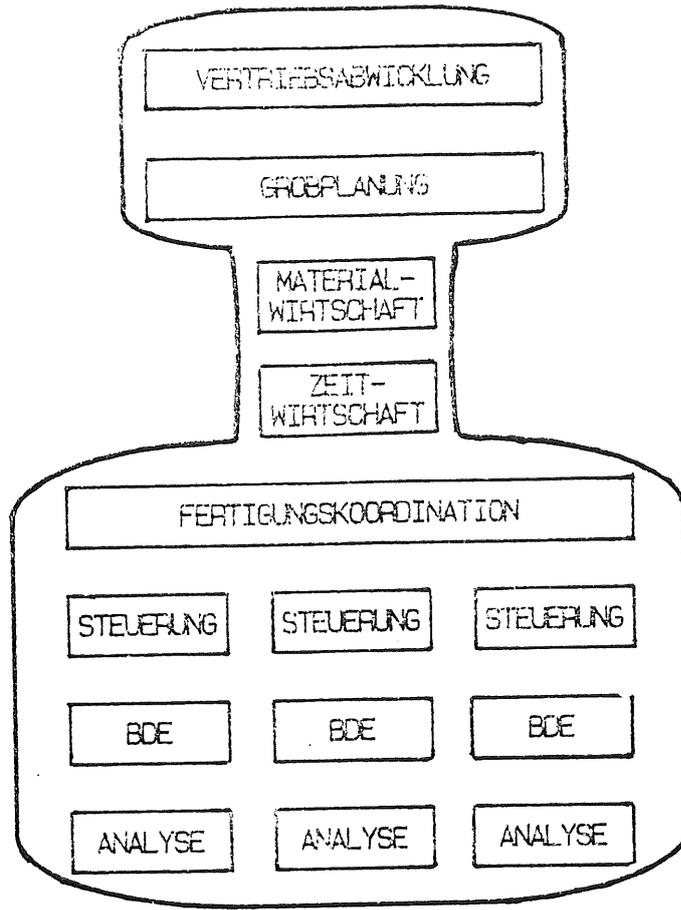


Abb. 6: Zukünftige Gewichtung der Planungsstufen eines PPS-Systems

Für die Steuerung sind nicht nur Umrüstkosten für die Bündelung von Arbeitsgängen maßgebend, sondern auch andere Kriterien. Beispielsweise kann zur besseren Materialausnutzung eine Zuschnittsoptimierung durch die Kombination von Arbeitsgängen mehrerer unterschiedlicher Aufträge sinnvoll sein. Dies bedeutet, daß die im Rahmen der Materialwirtschaft gebildeten Aufträge (Lose) im Rahmen der Feinplanung (Steuerung) durch neue Kriterien wie Materialausnutzung zu neuen Planungseinheiten zusammengestellt werden können. Neben der Materialausnutzung und den bereits bei der Materialwirtschaft grob einbezogenen Umrüstkosten können auch technische Bedingungen, wie die Zusammenstellung von unterschiedlichen Raummaßen bei einer Ofenbeschickung oder die Zusammenstellung von Teilen nach ähnlichen Druckanforderungen bei einer Pressenbelegung oder die ausgewogene Zusammenstellung der Komplexität von Arbeitsgängen bei starker manueller Bearbeitung maßgeblich sein. Weitere Zusammenstellungskriterien können die Ausnutzung von Transporteinheiten, eine günstige Lagerentnahme usw. sein. Alle diese Kriterien führen dazu, die Steuerung als eigenständige Entscheidungs- und Optimierungsebene stärker zu gewichten.

### 3.1.3. Neue Chancen für den Einsatz von Optimierungsmodellen

Die neue differenzierte Schichtung der Planungsebene nach Detaillierungsgrad und Planungszeiträumen reduziert die Problemstellungen jeweils auf einen übersichtlichen Ausschnitt. Durch die höhere Verfügbarkeit dezentralisierter Hardware können auch für die begrenzten Planungsausschnitte geeignetere Simultanplanungsansätze und Optimierungsmodelle eingesetzt werden, die bisher an dem Datenvolumen gescheitert sind. So ist es möglich, durch den verstärkten Einsatz von Prognose- und Simulationstechniken sowie Modellen des Linear Programming Simultanansätze in der Grobplanungsphase zu unterstützen<sup>14</sup>.

Hierbei können durch Matrixgeneratoren die Modellerstellung und -auswertung benutzerfreundlich unterstützt werden<sup>15</sup>. Auch bei Detailproblemen wie dem Einsatz von Verschnittoptimierungen, der Verpackungsoptimierung, der Lageroptimierung und der Versandoptimierung lassen sich für die ausschnittsweise gebildeten Problembereiche lohnende Einsatzpunkte von OR-Modellen erkennen. Der Nachteil gegenüber einem umfassenden Simultanansatz aufgrund der Nichtberücksichtigung von theoretisch ableitbaren Zusammenhängen zu Problemen untergeordneter Detaillierungsstufen wird durch den Vorteil der Realisierbarkeit aufgewogen. Allerdings ist zu betonen, daß die Hierarchieebenen nach dem Prinzip der "losen Kopplung" gebildet werden müssen. Die Modularisierung nur lose gekoppelter Probleme ist ein typisches Informatikprinzip zur Reduktion der Komplexität, das nicht nur für die Systementwicklung von EDV-Systemen gilt, sondern auch bezüglich der Dekomposition von umfassenden Entscheidungsproblemen.

### 3.2. Funktionsarchitektur

Um dem Gedanken einer fortlaufenden Differenzierung der Planungsproblematik Rechnung zu tragen, muß eine neue Planungs- und Steuerungshierarchie für PPS-Systeme entwickelt werden.

<sup>14)</sup> Vgl. Jacob, H., Industriebetriebslehre, Bd. 2, 2. Aufl., Wiesbaden 1983.

<sup>15)</sup> Vgl. Scheer, A.-W., Produktionsplanung auf der Grundlage einer Datenbank des Fertigungsbereichs, München, Wien 1976;  
Wittemann, N., Produktionsplanung mit verdichteten Daten, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1985.

### 3.2.1. Hierarchieebenen

In Abb. 7 ist für einen Industriekonzern eine beispielhafte Hierarchie der Planungs- und Steuerungsfunktionen eingetragen. Da die Produktionsplanung und -steuerung durch den CIM-Gedanken eng mit den technischen Datenverarbeitungsanwendungen verbunden ist und auch eine enge Beziehung zu den betriebswirtschaftlichen Funktionen besteht, sind auch diese Bereiche einbezogen. Gleichzeitig werden Hinweise auf Anforderungen an die pro Hierarchieebene einzusetzende Hardware gegeben.

Der **Konzernebene** sind strategische Planungsfunktionen zur Festlegung der Produkt- und Produktionsstrategie zugeordnet. Gleichzeitig werden hier übergreifende betriebswirtschaftliche Funktionen wie Zahlungsausgleich, Lohn- und Gehaltsabrechnung und das Controlling angesiedelt. Es kann sinnvoll sein, auch den Einkauf wegen seiner übergreifenden Funktion zentral zu bearbeiten.

Als wesentliche Grunddaten werden Personaldaten, Kreditoren und Debitoren benötigt. Gleichzeitig werden auch Artikel- und Materialdaten zentral geführt.

Wesentliche Ergebnisdaten, die an die nächste Hierarchiestufe weitergegeben werden, sind der strategische Produkt- und Produktionsplan.

Aufgrund des mehr administrativen Charakters der Funktionen sind auf der Konzernebene Universalrechner mit der Fähigkeit zur Verwaltung großer Datenbanken erforderlich.

Auf der Ebene der **Produktbereiche** werden die Grunddaten für Stücklisten, Arbeitspläne und Betriebsmittel verwaltet.

Als technisch orientierte Funktion ist die Konstruktion (CAD) dieser Ebene zugeordnet. Die mehr PPS-orientierten Funktionen sind hier der Vertrieb, die Primärbedarfsplanung sowie die Material- und Zeitwirtschaft.

Ergebnis dieser Ebene sind freigegebene Fertigungsaufträge sowie freigegebene Zeichnungen (Konstruktionen).

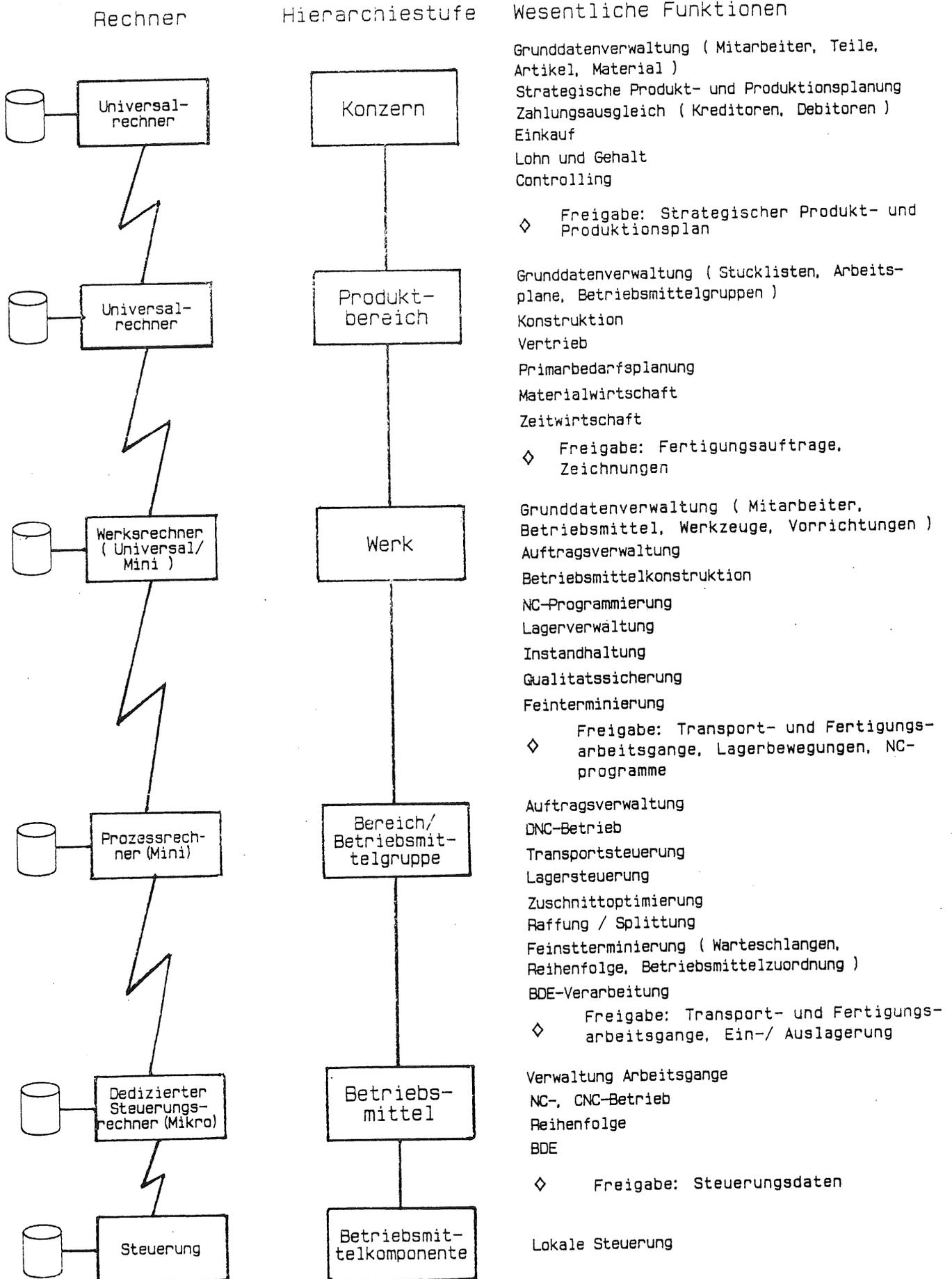


Abb. 7: Hierarchieebenen innerhalb eines CIM-Konzeptes

Die für den Bereich PPS benötigten EDV-Leistungen werden wiederum von Universalrechnern gedeckt - für CAD-Funktionen können zusätzlich dedizierte Rechner oder Workstations, die mit dem Universalrechner verbunden sind, eingesetzt werden.

Auf der **Werksebene** werden die von der Material- und Zeitwirtschaft freigegebenen Fertigungsaufträge verwaltet.

Typische Stammdatenbestände, die auf Betriebsebene verwaltet werden, sind Werkzeug- und Vorrichtungsdaten sowie Mitarbeiterdaten.

Als mehr technisch orientierte EDV-Funktionen kann die Konstruktion von Betriebsmitteln, die NC-Programmierung, die Steuerung der Instandhaltung und die Qualitätssicherung dieser Ebene zugeordnet werden. Gleichzeitig kann ein Lager der Endprodukte auf Betriebsebene eingerichtet sein.

Aus dem Bereich der Produktionsplanung und -steuerung werden die Feinterminierung der übernommenen Aufträge und damit verbundene Zuordnungsprobleme auf unterschiedliche betriebliche Teilbereiche vorgenommen.

Ergebnis der Werksebene sind freigegebene Fertigungsaufträge auf Basis von Arbeitsgängen, freigegebene Transportaufträge und freigegebene NC-Programme.

Die genannten Funktionen können z.T. auf Universalrechnern (bei CAD unter Einsatz von zusätzlichen Workstations oder dedizierten Rechnern) durchgeführt werden. Bei einer engen zeitlichen Kopplung an darunterliegende Betriebsprozesse kann aber auch der Einsatz von mehr prozessrechnerorientierten Werksrechnern sinnvoll sein.

Innerhalb eines Werkes können unterschiedliche **Fertigungsbereiche** definiert sein. Hier ist gerade unter Beachtung der Trends zur Fertigungsdezentralisierung mit einem Anwachsen der sich selbst regelnden Teilbereiche zu rechnen.

Auch hier müssen zunächst die übernommenen Aufträge verwaltet werden. Gleichzeitig können auch Spezialwerkzeuge als Stammdaten geführt werden. Als mehr technisch orientierte Funktionen sind der DNC-Betrieb sowie die Steuerung von bereichsweisen Transport- und Lagersystemen zu nennen.

Aus dem Bereich PPS sind Zuschnitts- und Optimierungsprobleme, die Feinstterminierung der Arbeitsgänge unter Beachtung von Raffung und Splittung sowie die Reihenfolgebestimmung und Betriebsmittelzuordnung wesentlich. Gleichzeitig können Betriebsdatenerfassungsfunktionen durchgeführt werden.

Ergebnis der Hierarchieebene sind freigegebene Aufträge an konkrete Betriebsmittel mit der Detaillierung der Arbeitsgänge, konkrete Transportaufträge usw.

Aufgrund der Nähe zu der Fertigungsebene sind Rechner mit hoher Verfügbarkeit und z.T. Realtime-Fähigkeit sowie der Anschließbarkeit unterschiedlicher peripherer Geräte (Prozeßrechner) erforderlich.

Auf der Ebene der **Betriebsmittel** werden die auszuführenden Arbeitsgänge verwaltet. Als technische Funktionen ist der NC- und CNC-Betrieb vorzunehmen. Bei einem direkten Abtasten von Wiege- und Zählvorgängen können Betriebsdaten direkt aus den Steuerungen entnommen werden.

Ergebnis der Hierarchiestufe sind konkrete Steuerungsanweisungen an Betriebsmittelkomponenten.

Für die Steuerungsfunktionen werden dedizierte Steuerungen und in zunehmendem Maße auch Mikrocomputer zu deren Versorgung eingesetzt.

Auf der Ebene der **Betriebsmittelkomponenten** werden dedizierte Steuerungen eingesetzt, die z.B. auf einem Wagen innerhalb eines fahrerlosen Transportsystems ständig Kollisionsprüfungen vornehmen.

Die dargestellte Funktionszuordnung auf Unternehmens- und Rechnerhierarchien kann nur ein Beispiel sein. Sie ist aber so gewählt worden, daß ein möglichst weiter Bereich von Anwendungen abgedeckt wird und die wesentlichen Argumente bezüglich Rechner- und Datenverfügbarkeit berücksichtigt sind. Durch die fortlaufende Funktionsverfeinerung wird den oben angeführten Prinzipien zur fortlaufenden zeitlichen Differenzierung, fortlaufenden Mengenreduzierung und der stärkeren Betonung der Steuerungsebene Rechnung getragen. Für diese Funktionshierarchie gilt es nun, eine entsprechende Struktur eines durchgängigen PPS-Systems zu gestalten.

### 3.2.2. Funktionsmoduln

Innerhalb der definierten Planungs- und Steuerungshierarchie werden auf jeder Schicht nahezu ähnliche Funktionen durchgeführt, die eine starke Modularisierung der Funktionen ermöglicht. Dieses ist in Abb. 8 schematisch dargestellt.

Zunächst sind von jeder Schicht Funktionen zur Verwaltung von Stammdaten sowie der aus über- und untergeordneten Hierarchiestufen bezogenen Daten vorzunehmen.

Die wesentlichen funktionsbezogenen Aufgaben bestehen darin, von übergeordneten Schichten übernommene Eingangsdaten durch Planungs- und Steuerungsfunktionen zu transformieren und an untergeordnete Schichten weiterzugeben sowie im umgekehrten Weg Rückmeldungen aus untergeordneten Schichten aufzunehmen, zu transformieren und an übergeordnete Schichten weiterzuleiten. Diese zwei Transformationswege sind in Abb. 8 getrennt dargestellt.

Bei der Richtung des Informationsflusses von oben nach unten wird zunächst eine Überprüfung der Priorität einer übernommenen Eingangsinformation durchgeführt. Hierbei ist z.B. zwischen einer standardmäßigen (periodischen) und einer ereignisbezogenen Datenübernahme (z.B. eines Eilauftrages) zu unterscheiden. Die übernommenen Werte werden als Eingangsinformationen in die schichtspezifischen Planungs- und Steuerungsfunktionen übertragen. Anschließend werden daraus Daten zur Versorgung der untergeordneten Schichten abgeleitet.

Hierbei können auch Daten erzeugt werden, die mehrere Hierarchiestufen überspringen können. Zur Sicherung eines kontrollierten Informationsflusses ist es aber sinnvoll, eindeutige und einfache Hierarchiewege auch für solche Daten einzurichten. Bevor Auftragsdaten (im weitesten Sinne) an eine untergeordnete Schicht weitergereicht werden, wird geprüft, ob die einzusetzenden Ressourcen auf der unteren Ebene vorhanden sind (Verfügbarkeitsprüfung). Dabei braucht diese Prüfung nur auf dem Genauigkeitsniveau durchgeführt zu werden, das für die Glaubwürdigkeit dieser Information zur Weitergabe ausreicht. Vor einer konkreten Realisierungsveranlassung auf der nachgeordneten Ebene kann wiederum eine Verfügbarkeitsprüfung auf feinerer Datenebene durchgeführt werden.

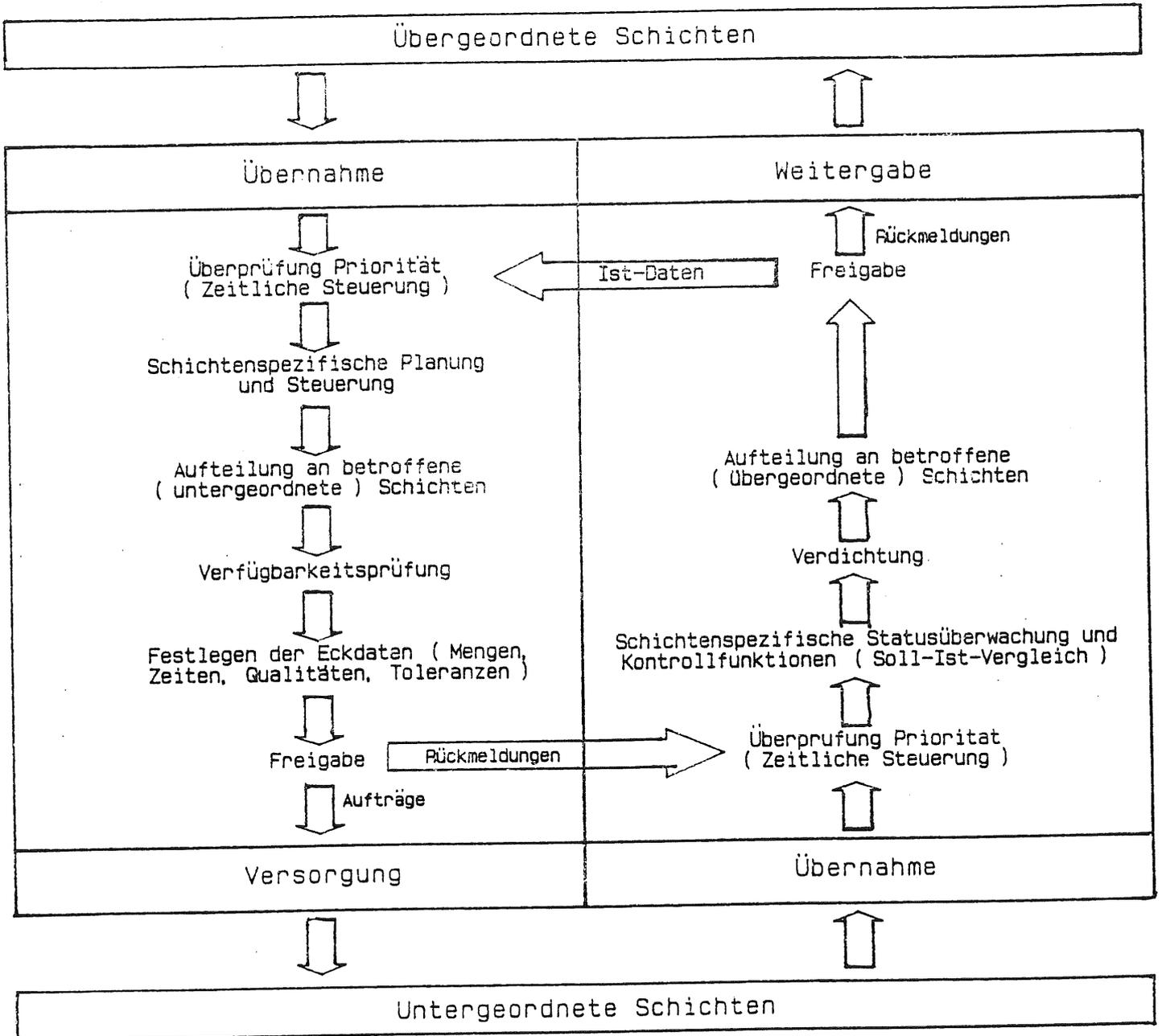


Abb. 8: Transformationswege innerhalb einer Planungs- und Steuerungsebene

Nach erfolgreicher Verfügbarkeitsprüfung der Ressourcen (z.B. Betriebsmittel, menschliche Arbeitsleistung, NC-Programme, Materialien) werden Eckdaten für die untergeordnete Ebene definiert. Als solche Eckdaten können Mengen, Zeiten, Qualitäten, Toleranzen usw. dienen, in denen sich die untergeordnete Schicht bewegen muß. Die Menge der freigegebenen Aufträge kann sich an differenzierten Kriterien wie Terminen, Zeiträumen, der Kapazitätssituation (belastungsorientierte Auftragsfreigabe) und auch der Anzahl von Entscheidungsfreiheitsgraden ausrichten. Bestehen in der nachgeordneten Schicht wichtige Entscheidungsprobleme (z. B. Verschachtelungsprobleme zur Materialausnutzung), so ist die hierfür zur Verfügung zu stellende Auftragsmenge größer zu setzen als bei Schichten ohne solche Freiheitsgrade.

Zur Grundphilosophie des Schichtenmodells gehört, daß die untergeordnete Ebene jeweils solange eigenverantwortliche Steuerungsfunktionen durchführen kann, solange sie die von der höheren Schicht erhaltenen Eckdaten nicht verletzt. Insofern wird die untergeordnete Ebene von einer übergeordneten Funktion jeweils in der Rolle eines "Fremdlieferanten" gesehen.

Mit der Freigabe der so definierten Auftragsinformationen werden die nachgeordneten Schichten mit den benötigten Eingangsinformationen versorgt. Gleichzeitig können Informationen entstehen, die als Quittung oder Rückmelde-daten für übergeordnete Schichten von Bedeutung sind. Diese Daten werden als "Rückmeldungen" an den zweiten Informationsstrom, der von unten nach oben verläuft, weitergegeben.

Hier werden zunächst Daten der untergeordneten Schicht übernommen und wiederum hinsichtlich der Prioritäten überprüft. Diese Überprüfung löst die benötigte zeitliche Steuerung der empfangenen Daten aus. Bei Übernahme einer Störungsmeldung, die ein sofortiges Eingreifen des übergeordneten Steuerungsmechanismus bedarf, wird z.B. eine Realtime-Verarbeitung gestartet, während bei einer routinemäßigen Übernahme von Rückmeldeinformationen (z.B. abgeschlossene Arbeitsgänge aus einem BDE-System) keine Realtime-Verarbeitung erforderlich ist.

Die übernommenen Daten werden schichtspezifischen Statusüberwachungen und Soll-Ist-Vergleichen zugeführt.

Die Daten werden vor der Weiterreichung an übergeordnete Schichten verdichtet und für unterschiedliche übergeordnete Prozesse aufbereitet. Beispielsweise können Informationen aus einem Betriebsdatenerfassungssystem auf der Werksebene für Kostenrechnungsfunktionen der Werksebene, Lohnrechnungsfunktionen der Werks- und Konzernebene und als Ist-Situation Grundlage der Fertigungssteuerung der Bereichsebene sein.

Die ermittelten Informationen werden als Rückmeldungen an übergeordnete Schichten freigegeben bzw. bei den für die gleiche Schicht interessanten Ist-Daten an die Überprüfungsfunktion des linken Informationsstroms gerichtet. Dadurch werden die zwei senkrecht verlaufenden Informationsströme innerhalb der Schicht durch einen Informationskreislauf ergänzt. Insgesamt bildet die Verknüpfung der Schichten ein System kaskadierter Regelkreise<sup>16</sup>.

**Der wesentliche Unterschied zwischen der gegenwärtigen Architektur und der hier vorgeschlagenen besteht also darin, daß bei den gegenwärtigen Systemen jede Funktion wie Material- oder Zeitwirtschaft nur einmal und dabei auf einem weitgehend einheitlichen Detaillierungsgrad durchgeführt wird und diese Funktionen hintereinandergeschaltet sind.**

Bei der hier vorgeschlagenen Hierarchie, die sich weitgehend nach dem Planungszeitraum und dem Detaillierungsgrad ausrichtet, können dagegen auf jeder Hierarchiestufe gleiche oder ähnliche Funktionen (z. B. der Material- und Zeitwirtschaft) ausgeführt werden - nur eben auf einem unterschiedlichen Detaillierungsgrad und für einen unterschiedlichen Auftragsbestand.

Die vorgeschlagene Architektur für PPS-Systeme zeichnet sich weiter dadurch aus, daß eine fortlaufende Problemverfeinerung bei gleichzeitiger Dezentralisierung, d.h. Mengenteilung, durchgeführt wird. Hierdurch wird die Zunahme der Funktionskomplexität durch Reduktion des Planungsvolumens auszugleichen versucht.

---

<sup>16)</sup> Vgl. Schiemenz, B., Regelungstheorie und Entscheidungsprozesse, in: Grochla, E. (Hrsg.), Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Bd. 13, Wiesbaden 1972.

#### 4. Realisierung der neuen Architektur durch Steuerungsparameter, Aktionsdatenbanken und Triggerkonzepte

Die Beziehungen zu den "über- und untergeordneten" Schichten des Ansatzes werden, wie ausführlich begründet wurde, durch Informationsbeziehungen bei zeitlich abgestufter Aktualität hergestellt. Gleichzeitig können auch wesentliche Planungsparameter, die von einer über- oder untergeordneten Schicht verlangt werden, zur Verfügung gestellt werden. Beispielsweise ist für die Materialdisposition innerhalb der Materialwirtschaft die Angabe des **durchschnittlichen** Ausschußprozentsatzes, wie er von einem nachfolgenden konkreten Zuschnittsoptimierungsverfahren realisiert wird, für die Disposition ausreichend. Die Forderung einer strengen Simultanplanung von Beschaffung und Zuschnittproblem wäre zwar theoretisch ableitbar, würde aber die Beschaffungsebene kaum beeinflussen, solange der Ausschußprozentsatz hinreichend stabil ist. Nur bei Übergang zu einem neuen Optimierungsverfahren, das die Planungsqualität wesentlich ändert, müßte der Materialwirtschaft ein neuer Durchschnittswert mitgeteilt werden.

Durch die Verknüpfung der hierarchischen Planungsprobleme über gut ausgewählte Parameter können auch unterschiedliche Planungsverfahren miteinander verbunden werden, die bei einer strengen Simultanplanung, d.h. in einem einheitlichen mathematischen Modell, nicht miteinander vereinbar wären<sup>17</sup>.

Durch die fortlaufende Auftragsfreigabe unter Einbeziehung von Verfügbarkeitsprüfungen wird dem Grundgedanken einer "belastungsorientierten Auftragsfreigabe" Rechnung getragen.

Neben dieser mehr inhaltlichen Verknüpfung der Planungsebenen stehen auch EDV-technische Instrumente zur Realisierung des Informationsflusses bereit. Dies sind insbesondere Aktionsdatenbanken und Triggerkonzepte.

---

<sup>17)</sup> Vgl. Karrenberg, R., Scheer, A.-W., Ableitung des kostenminimalen Einsatzes von Aggregaten zur Vorbereitung der Optimierung simultaner Planungssysteme, in: ZfB, 40. Jg. (1970), Heft 10, S. 689 ff.

Unter Aktionsdatenbanken werden solche Datenbanken (Briefkästen) verstanden, die Ereignisse aufnehmen, um Mitarbeiter zu Weiterverarbeitungsfunktionen zu veranlassen. Sogenannte Trigger rufen dabei automatisch Funktionen anderer Programme auf<sup>18</sup>. Derartige Aktionsdatenbanken und Trigger wurden bereits frühzeitig innerhalb von PPS-Systemen zur Verbindung unverbunden entwickelter Teilmoduln eingesetzt (z.B. von dem System COPICS durch das System CORMES).

Im Rahmen der entwickelten neuen PPS-Architektur können Aktionsdatenbanken zur Verbindung der unterschiedlichsten Schichten eingesetzt werden, indem Änderungen einer Schicht, die Wirkungen in über- oder untergeordneten Schichten auslösen sollen, diesen Schichten über Aktionsdatenbanken verfügbar gemacht werden (Voraussetzung dafür ist natürlich eine entsprechende Vernetzung der Rechnerebenen).

Hierbei können nicht nur die Ereignisse selbst den entsprechenden Verarbeitungsfunktionen zur Verfügung gestellt werden, sondern es kann auch eine zeitliche Steuerung durch entsprechende Parameter durchgeführt werden. Beispielsweise kann von einem Trigger geprüft werden, ob ein Ereignis in einem anderen Bereich eine sofortige Weiterverarbeitung erforderlich macht, oder aber mit anderen weiteren Ereignissen in einer Batch-Funktion abgearbeitet werden kann<sup>19</sup>. Mit Hilfe von Aktionsdatenbanken und Triggerkonzepten sowie Data Dictionaries, in denen die in den einzelnen Hierarchiestufen verwalteten Daten beschrieben sind und allen anderen Hierarchiestufen ebenfalls zur Verfügung gestellt werden, können transparente Ablaufketten über alle Ebenen definiert und mit Hilfe einer Statusverwaltung verfolgt werden.

---

<sup>18)</sup> Vgl. Mertens, P., Industrielle Datenverarbeitung, Bd. 1, Administrations- und Dispositionssysteme, 6. neu bearb. Aufl., Wiesbaden 1986.

<sup>19)</sup> Vgl. Scheer, A.-W., Produktionsplanung auf der Grundlage einer Datenbank des Fertigungsbereichs, München, Wien 1976;  
Wittemann, N., Produktionsplanung mit verdichteten Daten, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1985.

Beispielsweise ist es dadurch möglich, nach einer Zeichnungsänderung in einem CAD-System zu überwachen, ob eine daraus notwendige Änderung der Stückliste von dem PPS-System auch tatsächlich durchgeführt wird, und ob mit der Zeichnungsänderung zusammenhängende Fertigungsaufträge modifiziert werden. Ein solches systemnahes Instrumentarium kann auch die Gestaltung neuer Ablaufketten, wie sie von dem CIM-Konzept durch eine engere Verbindung von technischen und betriebswirtschaftlichen Funktionen gefordert wird, übernehmen. Das hier nur skizzierte Konzept eines solchen CIM-Handlers wird gegenwärtig am Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) in Saarbrücken weiterentwickelt.

## Literaturverzeichnis

- Adam, D., Entscheidungsorientierte Kostenbewertung, Wiesbaden 1970.
- Ahrens, G., Neues Produktionsmanagement - Denkanstöße MRPS (Management Resources Planning Systems), in: GF+M (Hrsg.), Produktionsmanagement - auf dem Weg zu neuen Lösungen, Jahrestagung 1984, S. 25-41.
- Günther, H.-O., The Design of an Hierarchical Model for Production Planning and Scheduling, in: Axsäter, S., Schneeweiß, Ch., Silver, E. (Hrsg.), Multi-stage Production Planning and Inventory Control. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, No. 266, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1986, S. 227-260.
- Hax, A.-C., Galovin, J.-J., Hierarchical production planning systems, in: Hax, A.-C., (Hrsg.), Studies in Operations Management, Amsterdam 1978.
- Hedrich, P., u.a., Flexibilität in der Fertigungstechnik durch Computereinsatz, München 1983.
- Hansmann, K.-W., Kurzlehrbuch Prognoseverfahren, Wiesbaden 1983.
- Jacob, H., Produktionsplanung und Kostentheorie, in: Koch, H. (Hrsg.), Zur Theorie der Unternehmung. Festschrift für E. Gutenberg, Wiesbaden 1962, S. 205-268.
- Jacob, H., Industriebetriebslehre, Bd. 2., 2. Auflage, Wiesbaden 1983.
- Karrenberg, R., Scheer, A.-W., Ableitung des kostenminimalen Einsatzes von Aggregaten zur Vorbereitung der Optimierung simultaner Planungssysteme, in: ZfB, 40. Jg. (1970), S. 689-706.
- Kazmeier, E., Berücksichtigung der Belastungssituation im Rahmen eines neuen PPS-Systems auf der Basis einer dialogorientierten Ablaufplanung, in: IFA (Hrsg.), Statistisch orientierte Fertigungssteuerung, Hannover 1984.
- Mertens, P., Industrielle Datenverarbeitung, Bd. 1, Administrations- und Dispositionssysteme, 6. neu bearbeitete Auflage, Wiesbaden 1986.

- Pressmar, D.-B., Zur optimalen Bestimmung einer nichtstationären Losgrößenpolitik unter Berücksichtigung von Verzugs mengenkosten, in: ZfB, 47. Jg. (1977), Heft 10, S. 609-632.
- Schiemenz, B., Regelungstheorie und Entscheidungsprozesse, in: Grochla, E. (Hrsg.), Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Bd. 13, Wiesbaden 1972.
- Scheer, A.-W., Stand und Trends der computergestützten Produktionsplanung und -steuerung (PPS) in der Bundesrepublik Deutschland, in: ZfB, 53. Jg., (1983), Heft 2, S. 138-155.
- Scheer, A.-W., EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre, 3. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1987.
- Scheer, A.-W., Entscheidungen bei der CIM-Implementierung, in: CIM-Management, 2. Jg. (1986), Heft 2, S. 14-20.
- Scheer, A.-W., Produktionsplanung auf der Grundlage einer Datenbank des Fertigungsbereichs, München, Wien 1976.
- Smith, G., OPT-Realisierung-Einsatzerfahrungen mit der OPT-Software, in: GF+M (Hrsg.), Produktionsmanagement - heute realisiert, Jahrestagung 1985, S. 67-88.
- Stadtler, H., Hierarchical Production Planning: Tuning aggregate Planning with Sequencing and Scheduling, in: Axsäter, S., Schneeweiß, Ch., Silver, E. (Hrsg.), Multi-stage Production Planning and Inventory Control. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, No. 266, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1986, S. 197-226.
- White, O.-W., The Executive's Guide to Successful MRP II, Englewood Cliffs, N.J. 1982.
- Wiendahl, H.-P., Grundlagen neuer Verfahren der Fertigungssteuerung, in: IFA (Hrsg.), Statistisch orientierte Fertigungssteuerung, Hannover 1984, S. 1-19.
- Wittemann, N., Produktionsplanung mit verdichteten Daten, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1985.

Die Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Institut für empirische Wirtschaftsforschung an der Universität des Saarlandes erscheinen in unregelmäßiger Folge.

- Heft 1: A.-W. Scheer u. Th. Schönemann, TRIMDI - Ein Planspielkonzept zum Einsatz von LP-Entscheidungsmodellen, Oktober 1975; erschienen in: Schriften zur Unternehmensführung, Band 25, Wiesbaden 1978
- Heft 2: A.-W. Scheer u. Th. Schönemann, Computer Output des TRIMDI-Systems, Anhang zu: TRIMDI - Ein Planspielkonzept zum Einsatz von LP-Entscheidungsmodellen, Oktober 1975
- Heft 3: A.-W. Scheer, Produktionsplanung auf der Grundlage einer Datenbank des Fertigungsbereichs, März 1976; erschienen unter gleichem Titel im Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 1976
- Heft 4: C. Helber, Einführung neuer Produkte mit GERT, Juni 1976; erschienen in: Der Markt, Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Absatzwirtschaft, Heft 63, Wien 1977, S. 62 - 73
- Heft 6: L. Bolmerg, Implementierung des Hoss-Algorithmus in ein Datenbankkonzept zur Produktionssteuerung, Dezember 1976; Kurzfassung erschienen in: Angewandte Informatik, 19. Jg. (1977), Heft 3, S. 316
- Heft 7: A.-W. Scheer, Datenschutzgesetze; Vortrag anlässlich der Generalversammlung 1976 der Buchungsgemeinschaft Saar e. G., Juli 1976; erschienen in: Angewandte Informatik, Heft 11, 1976
- Heft 8: A.-W. Scheer, Flexible Projektsteuerung, Dezember 1976; erschienen in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 47. Jg. (1977)
- Heft 9: A.-W. Scheer u. C. Helber, Kombination von Optimierungs- und Datenermittlungsverfahren beim Investitionsproblem der Hardwareauswahl, Mai 1977; erschienen in: Schriften zur Unternehmensführung, Wiesbaden 1978. Englische Fassung: Combination of an Optimization Model for Hardware Selection with Data Determination Methods, erschienen in: SIMULETTER (Hrsg. SIGSIM der ACM) und PER (Hrsg. SIGMETRICS der ACM) 1977
- Heft 10: A.-W. Scheer, Produktionsplanung mit EDV, Dezember 1977; Teil I erschienen in: Das Wirtschaftsstudium 10/77, Teil II erschienen in: Das Wirtschaftsstudium 11/77, 6. Jg.
- Heft 11: L. Bolmerg, I. Dammasch, C. Helber, A Comparison of the Algorithm of Zeleny, Isermann and Gal for the Enumeration of the Set of Efficient Solutions for a Linear Vector Maximum Problem, Dezember 1977
- Heft 12: A.-W. Scheer, Wirtschaftsinformatik - Versuch einer Standortbestimmung, Februar 1978; erschienen in: Wirtschaft und Erziehung Nr. 6, 1978

- Heft 13: A.-W. Scheer, Optimal Project Management under a Present Value Objective, April 1978; Vortrag anlässlich d. European Institute for Advanced Studies in Management, Seminar am 27./28.4.78 in Brüssel
- Heft 14: A.-W. Scheer, V. Brandenburg, H. Krcmar, CAPSIM, Computer am Arbeitsplatz-Simulation, Ein Hilfsmittel zur Gestaltung wirtschaftlicher CAP-Systeme, März 1979
- Heft 15: A.-W. Scheer, V. Brandenburg, H. Krcmar: Wirtschaftlichkeitsrechnung und CAP-Systeme, Ergebnisse einer Umfrage, Mai 1979
- Heft 16: A.-W. Scheer, V. Brandenburg, H. Krcmar, Methoden zur Ermittlung der Auswirkungen des CAP auf Arbeitsplatzprofile, Juni 1979; erschienen in: Angewandte Informatik, 21. Jg. (1979), Heft 8
- Heft 17: P. Brendel, H. Demmer, L. Kneip, H. Krcmar, G. Spies: Zusammenfassung der Diskussionsbeiträge zum Anwendergespräch PRODUKTIONSPLANUNG UND -STEUERUNG IM DIALOG, Juli 1979
- Heft 18: A.-W. Scheer, Datenbanksysteme im Marketing, Oktober 1979
- Heft 19: A.-W. Scheer, Rationalisierung durch EDV-Einsatz im Fertigungsbereich - Schwerpunkte und Tendenzen im Maschinenbau, November 1979; Vortrag auf der VDMA/DMI-Informationstagung 'Datenverarbeitung mit Bildschirmen in Klein- und Mittelbetrieben des Maschinenbaues - Erfahrungsberichte' am 28./29. November 1979 in Hannover
- Heft 20: A.-W. Scheer, Datenverwaltung im Fertigungsbereich, Januar 1980; ersch. in: Informatik Spektrum
- Heft 21: A.-W. Scheer, Elektronische Datenverarbeitung und Operations Research im Produktionsbereich, Februar 1980, ersch. in OR-Spektrum
- Heft 22: A.-W. Scheer, Kriterien für integrierte betriebswirtschaftliche Lösungen mit den heutigen Möglichkeiten der EDV, März 1980; Vortrag anlässlich des SIEMENS-Seminars "Datenverarbeitung in der Grundstoff- und Investitionsgüterindustrie" am Eibsee vom 3. - 5.3.1980
- Heft 23: I.E. Dammasch, Effizienz varianzreduzierender Methoden bei der Simulation, August 1980
- Heft 24: T. Brettar u. G. Schmeer, Übersicht über Programme zur Kostenrechnung, September 1980, überarbeitete Fassung einer Hausarbeit zum Seminar zur Wirtschaftsinformatik im Sommer-Semester 1980, Leitung: Prof. Dr. A.-W. Scheer
- Heft 25: A.-W. Scheer, 3 Beiträge zu aktuellen Problemen der Produktionsplanung mit EDV, Dezember 1980
- Heft 26: L. Kneip, A.-W. Scheer, N. Wittemann, PROMOS, Ein Produktionsplanungs-Modellgenerator-System zur Bestimmung des Primärbedarfs im Rahmen eines PPS-Systems, Januar 1981

- Heft 27: C.-O. Zacharias, Ein heuristisches Verfahren zur Behandlung des LOST-SALES Falles bei der (s,S,T) - Bestellpolitik, Februar 1981
- Heft 28: R. Brombacher, DEMI, Dezentrales Marketing-Informationssystem Dialogsystem zur Auswahl geeigneter Datenanalyse- und Prognoseverfahren, Juli 1981
- Heft 29: A.-W. Scheer, 3 aktuelle Beiträge zur Datenverwaltung, März 1982
- Heft 30: A.-W. Scheer, Neue Chancen für eine sinnvoll integrierte Produktionsplanung und -steuerung, März 1982, Vortrag anlässlich des Anwenderforums 1981 "Betriebsdatenerfassung und Fertigungssteuerung auf dem Prüfstand der Praxis" am 5.-6. Okt. 81 in Zürich
- Heft 31: A.-W. Scheer, Stand und Trend von Planungs- und Steuerungssystemen für die Produktion in der Bundesrepublik Deutschland, März 1982, Vortrag anlässlich des Kongresses PPS 81 in Böblingen vom 11. - 13.11.81
- Heft 32: A.-W. Scheer, Einfluß neuer Informationstechnologien auf Methoden und Konzepte der Unternehmensplanung, März 1982, Vortrag anlässlich des Anwendergespräches "Unternehmensplanung und Steuerung in den 80er Jahren in Hamburg vom 24. - 25. 11. 1981
- Heft 33: A.-W. Scheer, Disposition- und Bestellwesen als Baustein zu integrierten Warenwirtschaftssystemen, März 1982, Vortrag anlässlich des gdi-Seminars "Integrierte Warenwirtschafts-Systeme" in Zürich vom 10. - 12. Dezember 1981
- Heft 34: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert, EPSOS - Ein Ansatz zur Entwicklung prüfungsgerechter Software-Systeme, Saarbrücken, im Mai 1982
- Heft 35: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert, EPSOS-D, Konzept einer computergestützten Prüfungsumgebung, Saarbrücken, im Juli 1982
- Heft 36: A.-W. Scheer, Rationalisierungserfolge durch Einsatz der EDV - Ziel und Wirklichkeit, im August 1982, Vortrag anlässlich der 3. Saarbrücker Arbeitstagung "Rationalisierung" in Saarbrücken vom 4. - 6. 10. 1982
- Heft 37: A.-W. Scheer, DV-gestützte Planungs- und Informationssysteme im Produktionsbereich, September 1982
- Heft 38: A.-W. Scheer, Interaktive Methodenbanken: Benutzerfreundliche Datenanalyse in der Marktforschung, Mai 1983
- Heft 39: A.-W. Scheer, Personal Computing - EDV-Einsatz in Fachabteilungen, Juni 1983
- Heft 40: A.-W. Scheer, Strategische Entscheidungen bei der Gestaltung EDV-gestützter Systeme des Rechnungswesens, August 1983, Vortrag anlässlich der 4. Saarbrücker Arbeitstagung "Rechnungswesen und EDV" in Saarbrücken vom 26. - 28.9.83

- Heft 41: H. Krcmar: Schnittstellenprobleme EDV-gestützter Systeme des Rechnungswesens, Vortrag anlässlich der 4. Saarbrücker Arbeitstagung "Rechnungswesen und EDV" in Saarbrücken vom 26. -28.9.83, August 1983
- Heft 42: A.-W. Scheer (Hrsg.): Factory of the Future, Vorträge im Fachausschuß "Informatik in Produktion und Materialwirtschaft" der Gesellschaft für Informatik e.V., Dezember 1983
- Heft 43: A.-W. Scheer: Einführungsstrategie für ein betriebliches Personal-Computer-Konzept, März 1984
- Heft 44: A.-W. Scheer: Schnittstellen zwischen betriebswirtschaftlicher und technischer Datenverarbeitung in der Fabrik der Zukunft, Juli 1984
- Heft 45: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert-Biehl, EPSOS-D Ein Werkzeug zur Messung der Qualität von Software-Systemen, August 1984
- Heft 46: H. Krcmar, Die Gestaltung von Computer am-Arbeitsplatz-Systemen - ablauforientierte Planung durch Simulation, August 1984
- Heft 47: A.-W. Scheer, Integration des Personal Computers in EDV-Systeme zur Kostenrechnung, August 1984
- Heft 48: A.-W. Scheer, Kriterien für die Aufgabenverteilung in Mikro-Mainframe Anwendungssystemen, April 1985
- Heft 49: A.-W. Scheer, Wirtschaftlichkeitsfaktoren EDV-orientierter betriebswirtschaftlicher Problemlösungen, Juni 1985
- Heft 50: A.-W. Scheer, Konstruktionsbegleitende Kalkulation in CIM-Systemen, August 1985
- Heft 51: A.-W. Scheer, - Strategie zur Entwicklung eines CIM Konzeptes - Organisatorische Entscheidungen bei der CIM Implementierung, Mai 1986
- Heft 52: P. Loos, T. Ruffing, Verteilte Produktionsplanung und -steuerung unter Einsatz von Mikrocomputern, Juni 1986
- Heft 53: Neue Architektur für EDV-Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung, Juli 1986