

Heft 52

P.Loos, T.Ruffing

Verteilte
Produktionsplanung und -steuerung
unter Einsatz von Mikrocomputern

Juni 1986

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einleitung	2
2. Ziele	4
3. Konzept einer verteilten Produktionsplanung und -steuerung	7
3.1 Prämissen	7
3.2 Planungs- und Steuerungsablauf	11
3.2.1 Werksebene	13
3.2.2 Fertigungsinsesebene	21
3.2.3 Betriebmittelebene	25
3.3 Datenbankdiagramm	26
3.4 Anforderung an übergeordnete Planungsebenen	28
4. Implementierungsstrategie DEPROS	30
4.1 Hard- und Softwarekomponenten	30
4.2 Implementierungsreihenfolge	32
Literaturverzeichnis	33

1. Einleitung

Konventionelle DV-gestützte Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme zeichnen sich durch eine starke Zentralisierung der Planungs- und Steuerungsaufgaben aus.

Bei diesen Systemen sind die Funktionen Grunddatenverwaltung, Produktionsplanung für Enderzeugnisse, Materialwirtschaft und Kapazitätsplanung in der Regel auf einem kommerziell ausgerichteten Rechner lokalisiert und die kurzfristige Produktionssteuerung und Betriebsdatenerfassung auf Werksrechnern implementiert. Alle Planungsaufgaben - auch die auf Werksrechnerebene - werden zentral und somit auf einem Rechner durchgeführt und beinhalten keine Rechnerunterstützung vor Ort. Dabei ist das Bestreben, den Fertigungsprozeß im Rechner minutengenau abzubilden, wegen der Komplexität der interdependenten Fertigungsvorgänge auf den Betriebsmitteln und der Distanz zwischen Planung und Fertigung weitgehend fehlgeschlagen. Die Folge sind hohe Transportzeiten, große Streuung der Durchlaufzeiten sowie hohe Zwischenlagerbestände an Halbfabrikaten in der Fertigung.

Es wird deshalb in vermehrtem Maße versucht, mit dezentralen Organisationsstrukturen wie Fertigungszellen, Flexiblen Fertigungssystemen, Bearbeitungszentren oder Kanban-Einheiten, die eine stärkere Dezentralisierung der Fertigung zum Inhalt haben, den Schwächen herkömmlicher Planungsphilosophien zu begegnen. Für diese dezentralen Organisationsstrukturen existieren bereits Standardsoftwaresysteme als eigenständige Systeme, allerdings ohne echte Anbindung an übergeordnete PPS- Systeme.

Es existieren noch keine Planungskonzepte, die die Anbindung solcher dezentralen Organisationsstrukturen in einem integrierten System berücksichtigen. Es wird deshalb in dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützten Forschungsprojekt "Verteilte Produktionsplanung und -steuerung unter Einsatz von

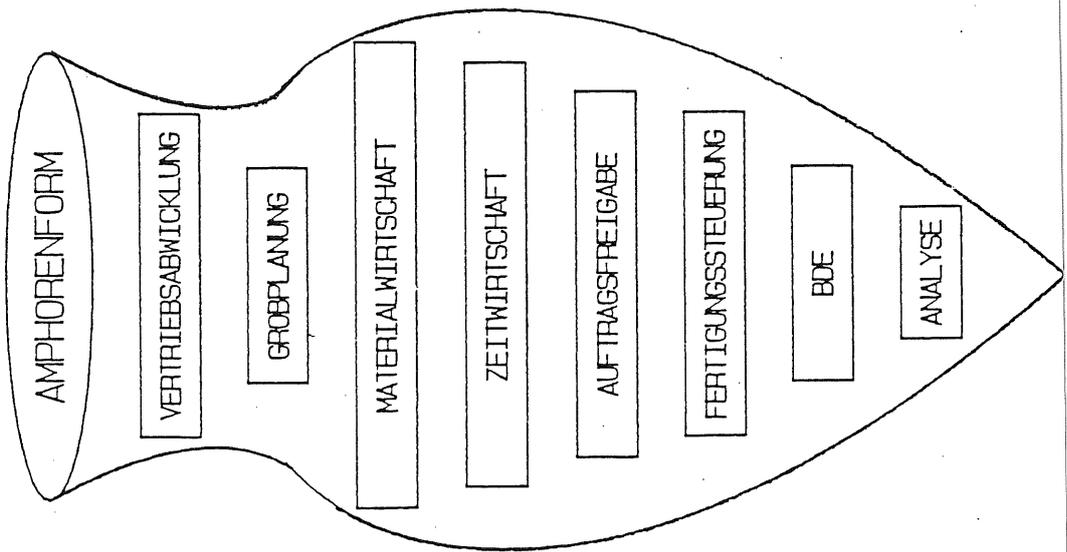
Mikrocomputern" untersucht, welche Planungs- und Steuerungsfunktionen eines auf einem Großrechner installierten Systems auf für die Fertigungsorganisation geeigneterer Rechner (Mikros, Prozeßrechner), die mit dem Großrechner verbunden sind, ausgelagert werden können.

2. Ziele

Das Forschungsvorhaben verfolgt deshalb das Ziel, eine Konzeption für ein integriertes PPS- System zu entwickeln, das sich durch möglichst umfangreiche dezentrale Planungs- und Entscheidungsfunktionen unter Einsatz von Mikrocomputern oder anderen geeigneten Rechnern auszeichnet. Es wird ein flexibles Planungssystem entwickelt, das unter Einbeziehung neuerer technologischer Entwicklungen der Industrieautomation die Integration dezentraler Organisationsformen sichert. Dazu werden die Planungsfunktionen auf eine mehrstufige Rechnerhierarchie verteilt, bei der mit zunehmender Rechnerhierarchiestufe ein höherer Detaillierungsgrad der Planung erreicht wird. Ausgehend von einer neuen Strukturierung der Planungsfunktionen im Fertigungsbereich werden Anforderungen an die Gestaltung übergeordneter Planungsfunktionen erhoben. Die Umorientierung in der Gewichtung einzelner Planungsfunktionen für PPS- Systeme zeigt Abbildung 1.

GEWICHTUNG VON FUNKTIONEN INNERHALB VON PPS-SYSTEMEN

GEGENWÄRTIG



ZUKÜNFTIG

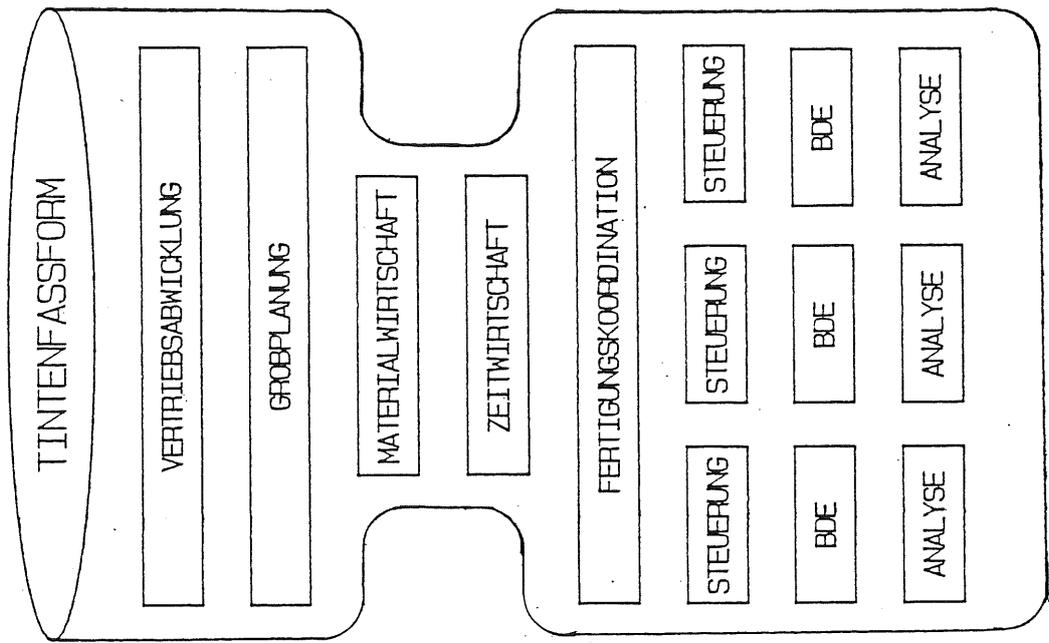


Abb.1: Verschiebungen der Gewichtung einzelner Planungsfunktionen

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden Teilschritte erarbeitet, um von zentralen PPS- Systemen zur entwickelten neuen PPS- Konzeption zu gelangen.

Desweiteren werden Teile der Ergebnisse in dem Prototyp DEPROS (Dezentrales Produktionsplanungs- und Steuerungssystem) auf Mikrocomputern realisiert, die untereinander vernetzt sind und denen ein einheitliches Datenbanksystem zugrundeliegt. Mit dem in Entwicklung befindlichen System wird dieser Ansatz für die Organisationsform der Fertigungsinsel demonstriert. Unter Fertigungsinseln faßt man dabei nach dem Objekt gegliederte, selbständig operierende Funktionseinheiten zusammen, die ein genau abgegrenztes Teilespektrum bearbeiten. Pro Fertigungsinsel wird ein eigenes Steuerungssystem implementiert, das Aufgaben der zentralen Arbeitsvorbereitung und Fertigungssteuerung übernimmt. Von einem übergeordneten Planungsrechner werden im Rahmen der Auftragsfreigabe Fertigungsaufträge dem Inselrechner zur Verfügung gestellt, der eine Feinterminierung auf Arbeitsgangebene sowie eine Maschinenbelegungsplanung durchführt und lediglich aggregierte Auftragsistdaten bzw. Abweichungen von Plandaten an den übergeordneten Planungrechner zurückmeldet. Zur Unterstützung der fertigungsorganisatorischen Aufgaben wird entsprechende Steuerungssoftware entwickelt. Der Werksrechner übernimmt bei diesem Konzept zunehmend koordinierende Funktionen, indem die Rückmeldungen aus den Fertigungsinseln aufgenommen werden und in Steuerungsinformationen an andere Einheiten weitergegeben werden.

Für die Realisierung in DEPROS wurde die Organisationsform der Fertigungsinsel deshalb gewählt, weil ihr hoher Autonomiegrad dem Grundgedanken einer verteilten PPS besonders gut nachkommt.

3. Konzeption einer verteilten Produktionsplanung und -steuerung

3.1 Prämissen

Ausgehend von den Zielen der Realisierung eines dezentralen Produktionsplanungs- und -steuerungssystems wird ein abgestuftes Planungskonzept entwickelt, bei dem die PPS-Funktionen auf unterschiedliche Hierachiestufen verteilt werden. Abbildung 2 stellt die einzelnen Ebenen der Hierachisierung dar. Jede Ebene in der Planungshierarchie entspricht gleichzeitig einer Rechnerebene. Die Fristigkeit der Planungsfunktionen nimmt mit zunehmender Hierachiestufe ab, gleichzeitig nimmt der Detaillierungsgrad und die Genauigkeit der Planung zu.

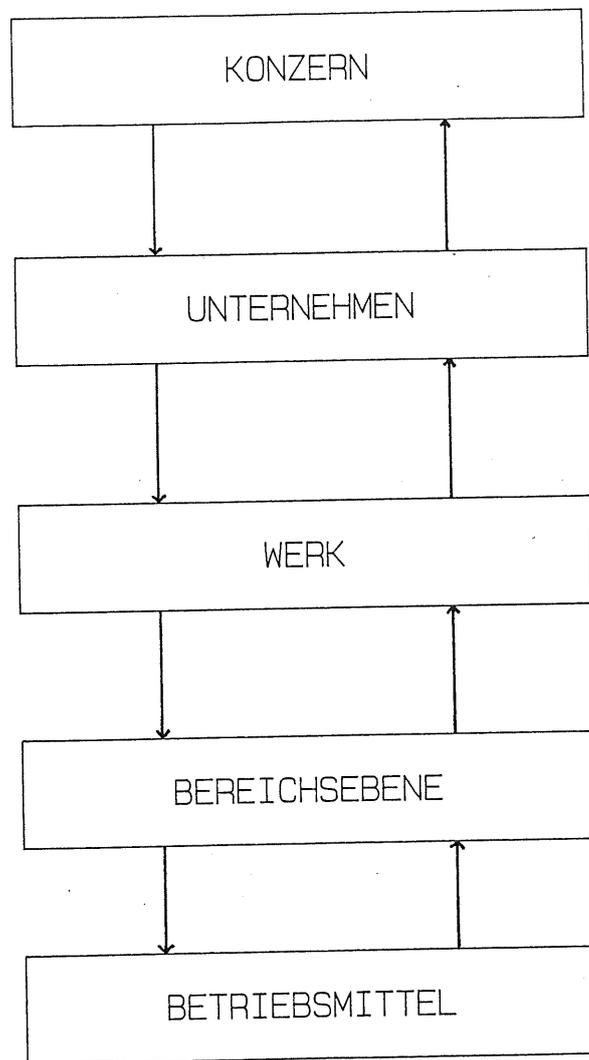


Abb.2: Hierachiestufen innerhalb der Planungs- und Steuerungsfunktionen

Schwerpunkt der Forschungsarbeiten ist die Untersuchung der Auswirkungen der Dezentralisierung auf Planungs- und Steuerungsfunktionen. Da Steuerungsfunktionen wegen der Realisierungsnähe vor allem bei den unteren drei Ebenen der Hierarchie (Werksebene, Bereichsebene und Betriebsmittelebene) notwendig sind, konzentriert sich die Arbeit auf diese Ebenen.

Den übergeordneten Konzern- und Unternehmensebenen sind vor allem strategische Planungsfunktionen und dadurch realisierungsferne Steuerungsfunktionen zugeordnet. Je nach der Einbettung der Fertigung in eine Unternehmensstruktur lassen sich verschiedene Möglichkeiten für die übergeordneten Ebenen ableiten, z.B.:

a) Der Fertigungsbetrieb ist einer unter mehreren Werken innerhalb eines größeren Unternehmens. Das Unternehmen ist seinerseits wiederum in einen Konzern eingegliedert. Die Konzernebene stellt damit die oberste Hierachiestufe dar. Ihr sind alle strategischen Planungsfunktionen zugeordnet. Gleichzeitig steuert die Konzernebene den Informationsfluß zwischen den einzelnen Unternehmen. Als Output der strategischen Planung wird ein langfristiger Produkt- und Produktionsplan auf Basis von Produktgruppen an die Unternehmensebene übergeben. Innerhalb der Unternehmensebene wird der strategische Plan der Konzernebene in einen Produktionsplan auf Produktuntergruppen- oder Produktebene umgesetzt. Aufgrund der Bedarfe an Endprodukten (Prognose oder Kundenaufträge) werden konkrete Fertigungsaufträge den einzelnen Werken übergeben.

b) Der Fertigungsbetrieb stellt ein Werk innerhalb eines unabhängigen Unternehmens dar. Dadurch entfällt die übergeordnete Hierachiestufe der Konzernebene. Alle strategischen Planungsfunktionen werden durch die Unternehmensebene wahrgenommen. Desweiteren plant das Unternehmen Fertigungsaufträge, die an einzelne Werke übergeben werden. Dadurch muß eine Steuerung zwischen den Werken auf der Unternehmensebene realisiert werden, die aggregierte Kapazitätsdaten der Werke berücksichtigt.

c) Der Fertigungsbetrieb besteht aus einem einzigen Werk. Dies entspricht der Situation vieler Klein- und Mittelbetriebe. Dadurch entfällt auf der Unternehmensebene eine Steuerung zwischen einzelnen Werken. Eine Unterteilung in Unternehmens- und Werksebene ist weiterhin sinnvoll, da der Unternehmensebene die mehr kommerziellen Funktionen (Primärbedarfsplanung, Materialwirtschaft) und der Werksebene die mehr produktionsnahen Funktionen (Kapazitätswirtschaft, Fertigungssteuerung) zugeordnet werden. Weiterhin werden unterschiedliche Anforderungen an die eingesetzten Rechner gestellt (Kommerzielle Rechner /Prozeßrechner). Aufgrund der Interdependenzen zwischen Material- und Kapazitätswirtschaft soll bei den Funktionen der Unternehmensebene die kapazitative Situation der Fertigung berücksichtigt werden, was weiterhin die Bereithaltung verkürzter Kapazitätsdaten auf Unternehmensebene erfordert.

Bei der Untersuchung der Bereichsebene werden neue technologische Entwicklungen der Industrieautomation berücksichtigt, z.B. Flexible Fertigungssysteme, Industrieroboter, CNC/DNC-Maschinen, Transportsysteme, etc. Besonderer Bedeutung wird im Rahmen der Forschungsarbeit der Organisationsform der Fertigungsinsel beigemessen. Durch den hohen Autonomiegrad dieser Organisationsform wird der Grundgedanke einer dezentralen Planung unterstützt. Die Fertigungsinsel bildet eine geschlossene Planungseinheit und einen eigenen Verantwortungsbereich. Gleichzeitig wird in der Konzeption aber auch die Fertigung nach dem klassischen Werkstattprinzip unterstützt werden, da:

- eine Umstellung der Fertigung auf neue Organisationsformen nur in mehreren Schritten möglich ist, und
- die Organisationform der Fertigungsinsel nicht für alle Fertigungsbereiche geeignet ist.

Innerhalb der Fertigungsorganisation stehen die Werkstätten damit auf der gleichen Hierachiestufe (Bereichsebene) wie die Fertigungsinseln.

Durch das Interdependenzproblem der Arbeitsgänge bei Werkstattfertigung muß allerdings eine erhöhte Planungskomplexität aufgrund des größeren Datenvolumens in Kauf genommen werden, was zu einer Erschwerung des Handling und der manuellen Steuerung führt.

3.2. Planungs- und Steuerungsablauf

Der Planungsablauf, der innerhalb und unterhalb der Hierarchiestufe der Werksebene notwendig ist, ist in Abbildung 3 dargestellt.

FUNKTIONEN

INFORMATIONSFLOW

- I. WERKSRECHNER
 - 1. KAPAZITÄTSPLANUNG AUF AUFTRAGS-
BZW. ARBEITSPANEbene
 - a) VERTEILUNG DER AUFTRÄGE AUF
FERTIGUNGSINSELN,
TERMINIERUNG TAGEGENAU
 - b) KAPAZITÄTSABGLEICH
 - c) AUFTRAGSFREIGABE PERIODEN-
WEISE AN FERTIGUNGSINSEL-
RECHNER
 - 2. LAGER- UND TRANSPORTSTEUERUNG
(AUF WERKSEBENE)
- II. FERTIGUNGSINSELLEITRECHNER
 - 1. ERSTELLEN DETAILLIERTER
ARBEITSPLANE
 - 2. TERMINIERUNG AUF
ARBEITSGANGEBENE
 - 3. MASCHINENZUORDNUNG
 - 4. FERTIGUNGSANSTOSS
 - 5. LAGER- UND TRANSPORTSTEUERUNG
(AUF FERTIGUNGSINSELEBENE)
- III. BETRIEBSMITTELRECHNER
 - CNC-, DNC-STEUERUNGEN
 - QUALITÄTSSICHERUNG
 - BETRIEBSDATENERFASSUNG
- 6. RÜCKMELDUNGEN

FERTIGUNGS-AUFTRÄGE



FERTIGUNGSINSELBELASTUNG,
FERTIGUNGSRUMPFARBEITSPLANE



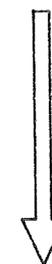
FERTIGUNGSARBEITSPLANE



FERTIGUNGSARBEITSGÄNGE



BETRIEBSMITTELBELEGUNG



PRODUKTIONSVOLLZUGS-
MELDUNGEN, STÖRUNGEN



ÜBERGABE VERDICHTETER
INFORMATIONEN AN
ZENTRALRECHNER

Abb. 3: Funktionszuordnung zu den Rechnebenen innerhalb eines Fertigungswerkes

3.2.1. Werksebene

Aufgabe der Werksebene ist die mittel- bis kurzfristige Kapazitätsplanung auf Basis von Teileinformationen. Als Input-Daten erhält der Werksrechner von der vorgelagerten Ebene die Fertigungsaufträge. Ein Fertigungsauftrag ist definiert durch ein Teil (Bauteil oder Endprodukt) entsprechend der Stückliste, das bis zu einem vorgegebenen Zeitpunkt hergestellt werden muß (spätester Endtermin). Die wichtigsten Attribute der Fertigungsaufträge sind:

- Teilidentnummer
- spätester Endtermin (Fabrikkalender)
- auslösender Primärbedarf (Kundenauftrag, Prognose)
- Menge (in der für das Teil üblichen Maßeinheit, z. B. Stück, Länge, Gewicht, Volumen)
- Priorität
- Fertigungsauftragsbeziehungen (Auftragsbaum, nachgelagerte Fertigungsaufträge)

Ein Fertigungsauftrag wird im Rahmen der Materialwirtschaft auf der übergeordneten Planungsebene (Unternehmensebene) gebildet. Bei der Bedarfsauflösung werden dabei keine Lose nach den klassischen Formel (Andler, Gleitende Wirtschaftliche Losgröße, Stückperiodenausgleich) gebildet, da diese Verfahren die kapazitativen Gesichtspunkte nicht berücksichtigen. Vielmehr wird für jeden Bedarf ein eigener Fertigungsauftrag generiert. Dadurch erhält man Auftragsbäume, die jederzeit eine Beziehung zum auslösenden Primärbedarf gewährleisten. Dieser kundenbezogene Bedarfsnachweis bietet folgende Vorteile:

- Nach der Fertigstellung des Fertigungsauftrages kann direkt der übergeordnete Fertigungsauftrag bestimmt werden; dadurch kann die Transportsteuerung einen Materialfluß zwischen den Bereichen (Fertigungsinseln) ohne Pufferung über das Lager steuern.
- Prioritäten, die bei der Kundenauftragsannahme vergeben werden,

lassen sich bis auf Arbeitsgangebene fortführen und können dadurch bei Engpaßsituationen kundengenau berücksichtigt werden. Es wird somit eine Prioritätskennzahl für Lose vermieden, die sich als Mix aus den Prioritäten unterschiedlicher Aufträge ergibt und wenig aussagekräftig ist.

- bei der Verzögerung eines Fertigungsauftrages kann direkt der betroffene Kundenauftrag ermittelt werden.

Für die Terminierung der Aufträge werden folgende Daten benötigt, die als Stammdaten in der Datenbank des Werksrechners bereit gestellt werden:

- Teileinformation mit allen für die Produktion notwendigen Attributen (Identifikation, Klassifikation, technisch- physikalische Daten, Durchlaufzeiten)
- Stücklisteninformation (Produktionskoeffizienten)
- Fertigungsinseldaten (Plandaten, Kapazitätsdaten)
- Rumpfarbeitspläne, die die Beziehung zwischen einem Teil und einer Fertigungsinsel herstellen (Stückzahlbereich, statistische Kosten)
- Zentralgelagerte Ressourcen (Spezialwerkzeuge, spezielle Spannvorrichtung) und deren Bedarf für die Rumpfarbeitspläne
- Lagerortdaten

Im Rahmen der Terminierung werden mit Hilfe der Informationen der Rumpfarbeitspläne aus den Fertigungsaufträgen Fertigungsrummpfarbeitspläne erzeugt. Bei der Erstellung der Fertigungsrummpfarbeitspläne werden die Fertigungsaufträge den einzelnen Fertigungsinseln zugeordnet. Aus dieser Einlastung ergeben sich Fertigungsinselbelastungen über Planungsperioden. Der Belastungsalgorithmus muß folgende Bedingungen berücksichtigen:

- Kapazitative Auslastung der Fertigungsinsel; der Fertigungsinsel muß ein termingerechtes Erledigen des Auftrags möglich sein, die vorgegebene Belastungsschranke darf nicht überschrit-

ten werden.

- Kann das Teil auf mehreren Fertigungsinseln gefertigt werden, so sind der Stückzahlbereich und die Kostenkomponente zu berücksichtigen.
- Sind mehrere Fertigungsaufträge für das gleiche Teil mit denselben Endterminen gegeben, so muß wegen der Rüstkosteneinsparung eine Terminierung auf die gleiche Fertigungsinsel erfolgen (Losgrößenbildung); um den Kundenbezug aufrecht zu erhalten, wird jedoch für jeden Fertigungsauftrag ein eigener Fertigungsrumpfarbeitsplan erzeugt; zu einem Los gehörende Fertigungsrumpfarbeitspläne werden als zusammengehörig gekennzeichnet (Inselaufträge).
- Bei einem Maschinenpark mit extrem hohen Rüstkosten kann eine planungsperiodenübergreifende Losgrößenbildung sinnvoll sein; dabei müssen aber die Rüstkosteneinsparungen gegen die Kosten der erhöhten Durchlaufzeiten (Lagerkosten, Zinskosten) abgewogen werden.

Die für die Planungsfunktionen notwendigen Daten sind in dem Entity-Relationship-Diagramm in Abbildung 4 dargestellt.

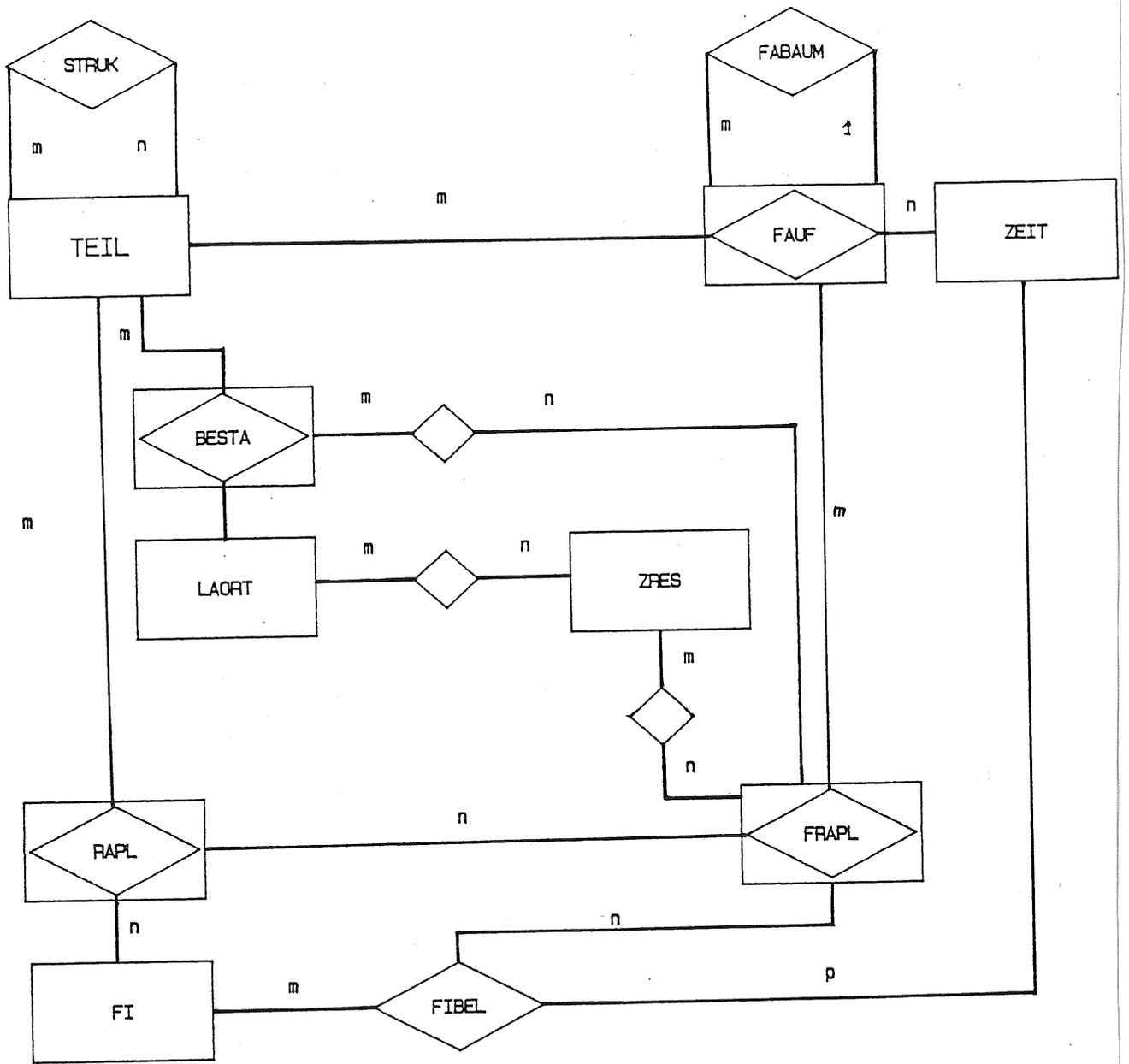


Abb.4: Entity-Relationship-Diagramm der Datenbeziehungen auf dem Werksrechner

Vor der Freigabe der Fertigungsrumplarbeitspläne an die Fertigungsinseln muß eine Verfügbarkeitsprüfung bezüglich der untergeordneten Materialien und den evtl. benötigten zentralgelagerten Ressourcen erfolgen. Die entsprechenden Komponenten müssen als reserviert gekennzeichnet werden.

Für bestimmte Aufträge muß eine Fixierung möglich sein, z.B. bei kritischen Aufträgen oder Eilaufträgen. Die Freigabe solcher Aufträge muß erzwungen werden können, auch wenn dadurch Normalaufträge in Verzug geraten.

Um in die Zuordnung manuell eingreifen zu können, ist eine graphische Darstellung der geplanten und tatsächlichen Belastungen der einzelnen Bereiche notwendig.

In Abbildung 5 ist eine Belastungsübersicht für einen Bereich dargestellt, Abbildung 6 zeigt die Zuordnung eines Fertigungsauftrags und dessen untergeordnete Fertigungsaufträge zu den einzelnen Bereichen.

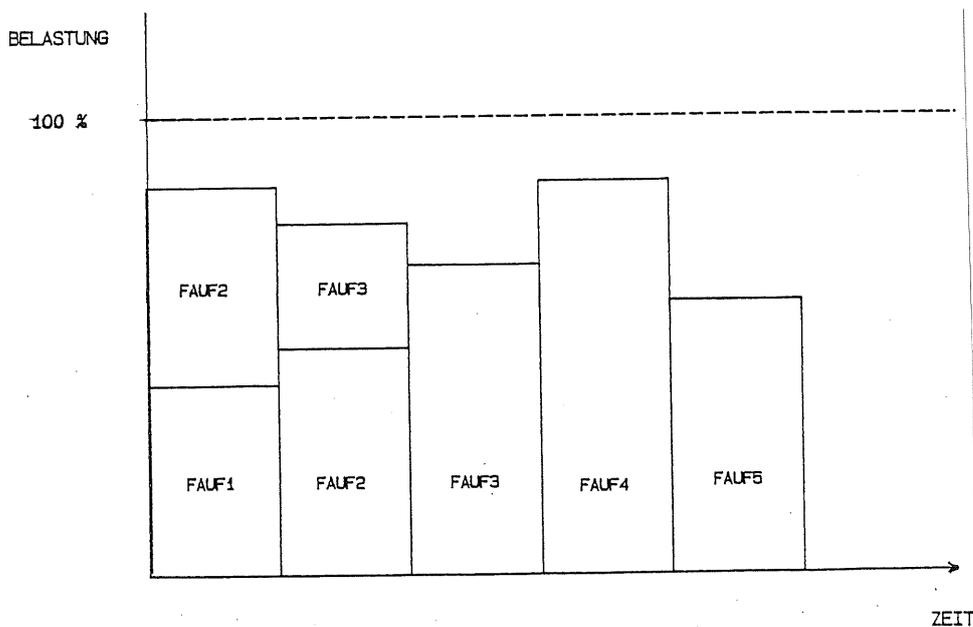


Abb.5: Belastungsübersicht einer Fertigungsinsel

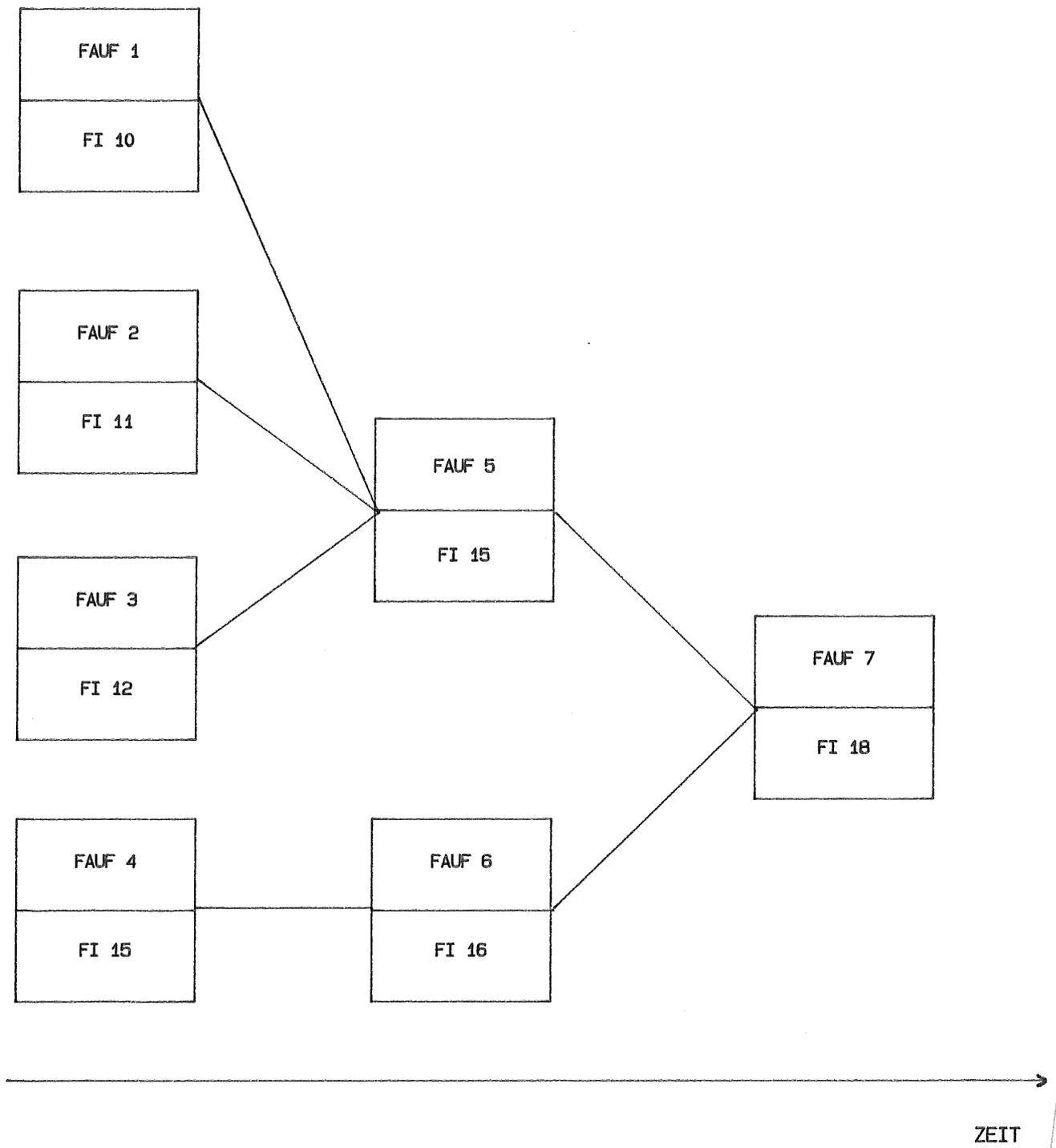


Abb.6: Fertigungsauftragsbaum

Die Aufteilung des Werkes in einzelne Bereiche ist in Abbildung 7 dargestellt.

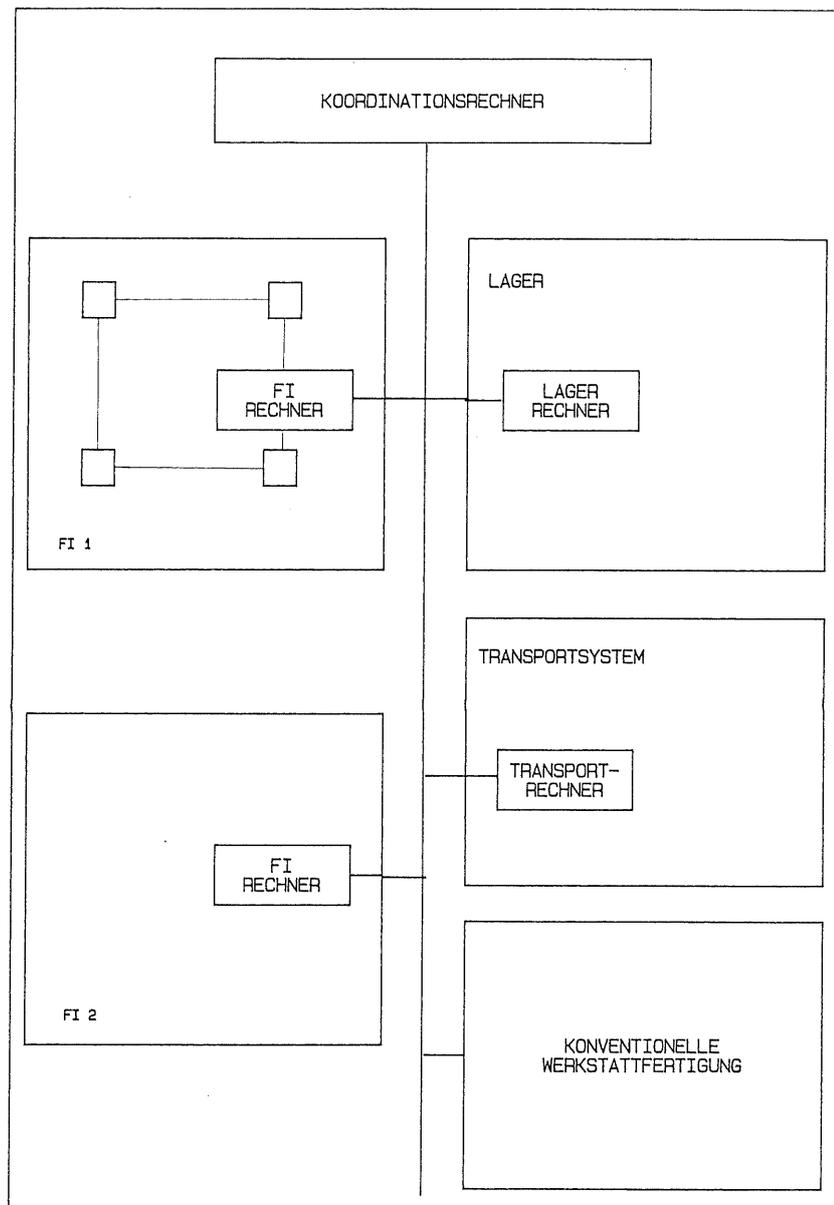


Abb.7: Fertigungsorganisation innerhalb des Werkes

Aufgrund der Gliederung ergeben sich folgende Steuerungsfunktionen:

- Steuerung der Fertigungsinselaufträge
 - Auftragsübergabe an die Fertigungsinsel
 - Termin- und Kapazitätsüberwachung
 - Empfang von BDE-Meldungen
 - Steuerung bei Fertigstellung, Störungen und Änderungen

- Materialflußsteuerung (Lager/Transport)
 - Materialfluß zwischen den Bereichen, die Werksebene muß mit der Auftragsfreigabe die benötigten Materialkomponenten zeitgerecht bereitstellen und einen Transport aus dem Lager oder der vorgelagerten Fertigungsinsel anstoßen.
 - Transportanstoß der zentralgelagerten Ressourcen zu der Fertigungsinsel
 - Empfang der Rückmeldedaten bei Fertigstellung, Funktionsstörung oder Verzug
 - Abtransport des Materials und der zentralgelagerten Ressourcen aus der Fertigungsinsel zu der Folgeinsel oder dem Werkslager.

3.2.2. Fertigungsinselsebene

Die Hauptplanungsfunktion der Fertigungsinsel als Bereichsebene ist die minutengenaue Feinplanung der Fertigungsrumpfarbeitspläne auf die Betriebsmittel (Arbeitsgangebene). Die Fertigungsinsel erhält von dem Werksrechner Fertigungsrumpfarbeitspläne, die der kapazitativen Situation der Insel gerecht werden. Fertigungsrumpfarbeitspläne für das gleiche Teil in derselben Planungsperiode sind als zusammengehörig gekennzeichnet und bilden einen Inselauftrag. Für das Einlasten auf die einzelnen Betriebsmittel werden folgende Stammdaten innerhalb der Fertigungsinsel benötigt:

- Arbeitsplan; für jedes Teil, das in der Insel gefertigt werden kann, ist ein Arbeitsplan gespeichert
- Betriebsmittel; für jede in der Insel existierende Maschine wird ein Stammsatz mit Kapazitäts- und Planungsdaten angelegt.
- Arbeitsgangdaten; die für die Fertigung eines Teils notwendigen Arbeitsfolgen auf den Betriebsmitteln
- Fertigungsinselressourcen; Werkzeuge und Spannvorrichtungen, die in der Insel gelagert werden sowie deren Bedarf für die einzelnen Arbeitsgänge und Betriebsmittel.

Mit Hilfe der Informationen der Arbeitspläne und Arbeitsgänge werden für die Fertigungsarbeitspläne Fertigungsarbeitsgänge generiert. Die Fertigungsarbeitsgänge werden eindeutig einer Maschine zugeordnet. Die daraus resultierende Betriebsmittelbelegung sollte graphisch darstellbar sein. Gleichzeitig werden den Fertigungsarbeitsgängen Fertigungsinselressourcen und die auf der Werksebene disponierten Materialien und zentral gelagerten Ressourcen zugeordnet. Sind für unterschiedliche Teile in der gleichen Planungsperiode ähnliche Arbeitsgänge durchzuführen (z.B. gleiche Werkzeugbestückung), so kann die Insel diese Arbeitsgänge zu einem Los zusammenfassen. Die für die Planungsfunktionen notwendigen Daten und deren Beziehungen sind in Abbildung 8 dargestellt.

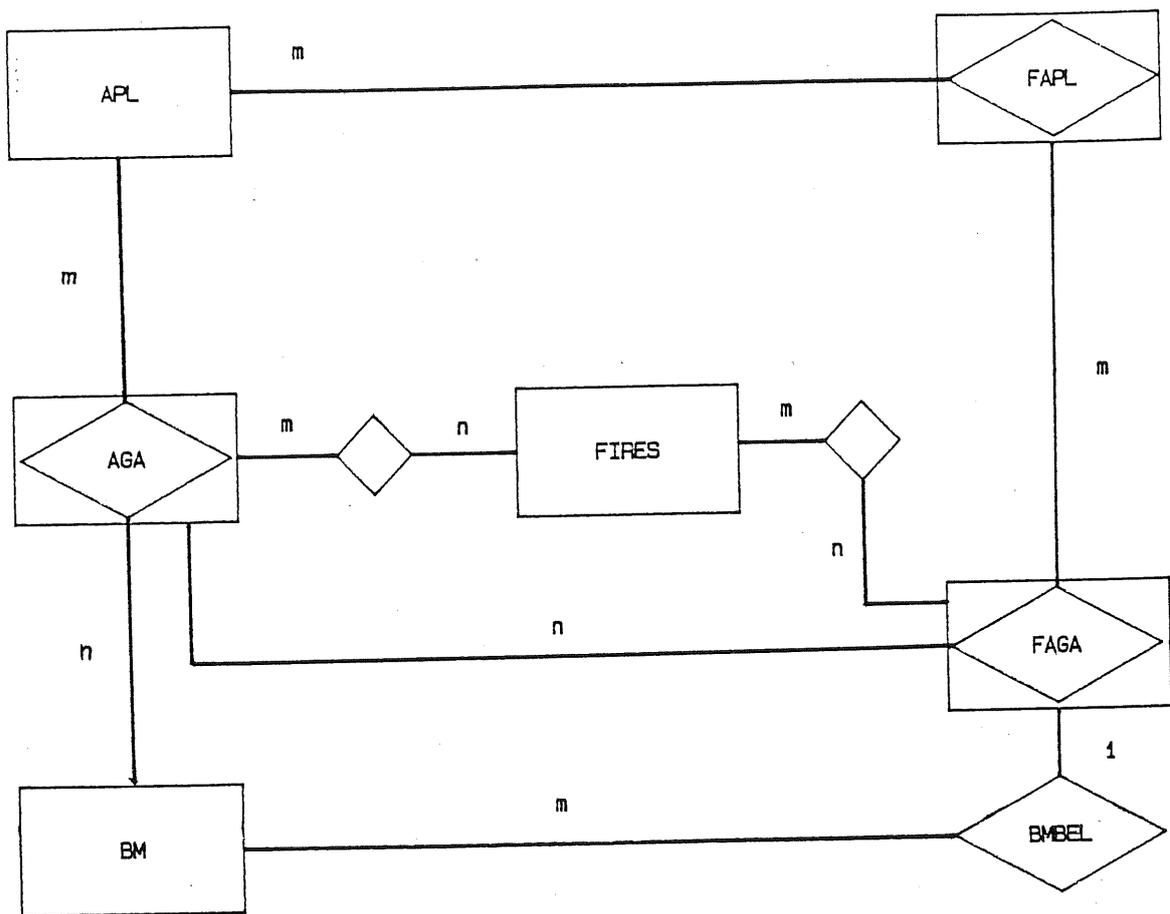


Abb.8: Entity-Relationship-Diagramm der Datenbeziehungen auf Fertigungsrechnerebene

Aufgrund der Gliederung in der Bereichsebene ergeben sich folgende Steuerungsfunktionen für den Fertigungsinselrechner:

- Übernahme der Fertigungsrumpparbeitspläne von der Werksebene.
- Materialfluß zwischen den Betriebsmitteln innerhalb der Insel.
- Übergabe der Arbeitsgangdaten (z.B. Material-, Werkzeug, Zeitdaten, NC-Programme) an den Betriebsmittelrechner; dieser Schritt entspricht einer "zweiten" Auftragsfreigabe, mit der die Produktion angestoßen wird.
- Nach Fertigstellung eines Arbeitsganges erfolgt die Übernahme der BDE-Daten, der Anstoß des Transportes und der Anstoß des Folgearbeitsganges.
- Nach Fertigstellung des Fertigungsarbeitsplanes wird das Material und die zentralgelagerten Ressourcen in den Ausgangspuffer gestellt; die Fertigstellung wird mit aggregierten Daten von dem Fertigungsinselrechner an die Werksebene gemeldet; wurde ein Los über mehrere Fertigungsarbeitspläne gebildet, so muß der Auftrag nach dem letzten Arbeitsgang entrafte werden.
- Bei Funktionsstörung oder Verzug werden die betroffenen Aufträge rückgemeldet; evtl. ist eine Entrafte notwendig.

Ist die Bereichsebene als Werkstatt organisiert, so müssen folgende Prämissen berücksichtigt werden:

- innerhalb der Werkstatt sind fertigungsähnliche Maschinen zu Betriebsmittelgruppen zusammengefaßt (Funktionsorientierung)
- für alle Fertigungsarbeitspläne werden Arbeitsgänge erzeugt, die ein zusammenhängendes Netz bilden
- das Arbeitsgangnetz wird auf die Betriebsmittelgruppen eingelastet

3.2.3. Betriebsmittelebene

Die Rechner der untersten Hierarchieebene besitzen hauptsächlich Steuerungsfunktionen. Sie verwalten keine eigenen Stammdaten, sondern besitzen über ein LAN einen direkten Zugriff auf die Daten des Bereichsrechners.

Aufgrund von Statusdaten innerhalb der Fertigungsarbeitsgänge erkennt der Betriebsmittelrechner die für ihn freigegebenen Arbeitsgänge. Auf dem Bildschirm erhält der Werker an der Maschine Information über den auszuführenden Arbeitsgang.

Ist das Betriebsmittel eine NC-Maschine, werden zusätzlich die NC-Programme aus der Datenbank des Fertigungsinselrechners geladen.

Der Werker erhält die Möglichkeit, sich geplante Arbeitsgänge an seiner Maschine in Form eines Belastungsdiagramms anzeigen zu lassen.

Gleichzeitig werden alle Betriebsdatenerfassungsfunktionen (BDE) mit Hilfe des Betriebsmittelrechners durchgeführt. Dazu werden folgende Daten erfaßt:

- Anfangs- und Endtermine eines Arbeitsganges für die Fertigungssteuerung und Lohnabrechnung
- Qualitätssicherungsdaten (Ausschuß)
- Funktionsstörungen (Betriebsmittelausfall, Werkzeugbruch).

3.3 Datenbankdiagramm

Der Planungs- und Funktionsablauf innerhalb der Hierarchiestufen Werk-Fertigungsinsel-Betriebsmittel benötigt die in Abbildung 9 dargestellte Datenbasis.

Der Datenbestand verteilt sich auf den Werksrechner und die Fertigungsinselrechner. Auf der linken Seite des Entity-Relationship-Diagramms sind die Stammdaten abgebildet, die rechte Seite zeigt die auftragsabhängigen, temporären Daten. Der Betriebsmittelrechner hat über ein lokales Netz Zugriff auf einen Teil der Fertigungsinseldaten.

Abkürzungserklärung zu Abb.9:

Stammdaten:

TEIL	:	Teile
STRUK	:	Teilestruktur
LAORT	:	Lagerort
RAPL	:	Rumpfarbeitsplan
FI	:	Fertigungsinsel
ZRES	:	zentral gelagerte Ressourcen
APL	:	Arbeitsplan
AGA	:	Arbeitsgang
BM	:	Betriebsmittel
FIRES	:	Fertigungsinselressourcen

auftragsbezogene Daten:

FAUF	:	Fertigungsauftrag
FABAUM	:	Fertigungsauftragsbeziehung
FRAPL	:	Fertigungsrumfarbeitsplan
FIBEL	:	Fertigungsinselbelastung
FAPL	:	Fertigungsarbeitsplan
FAGA	:	Fertigungsarbeitsgang
BMBEL	:	Betriebsmittelbelastung
BESTA	:	Teilelagerbestand

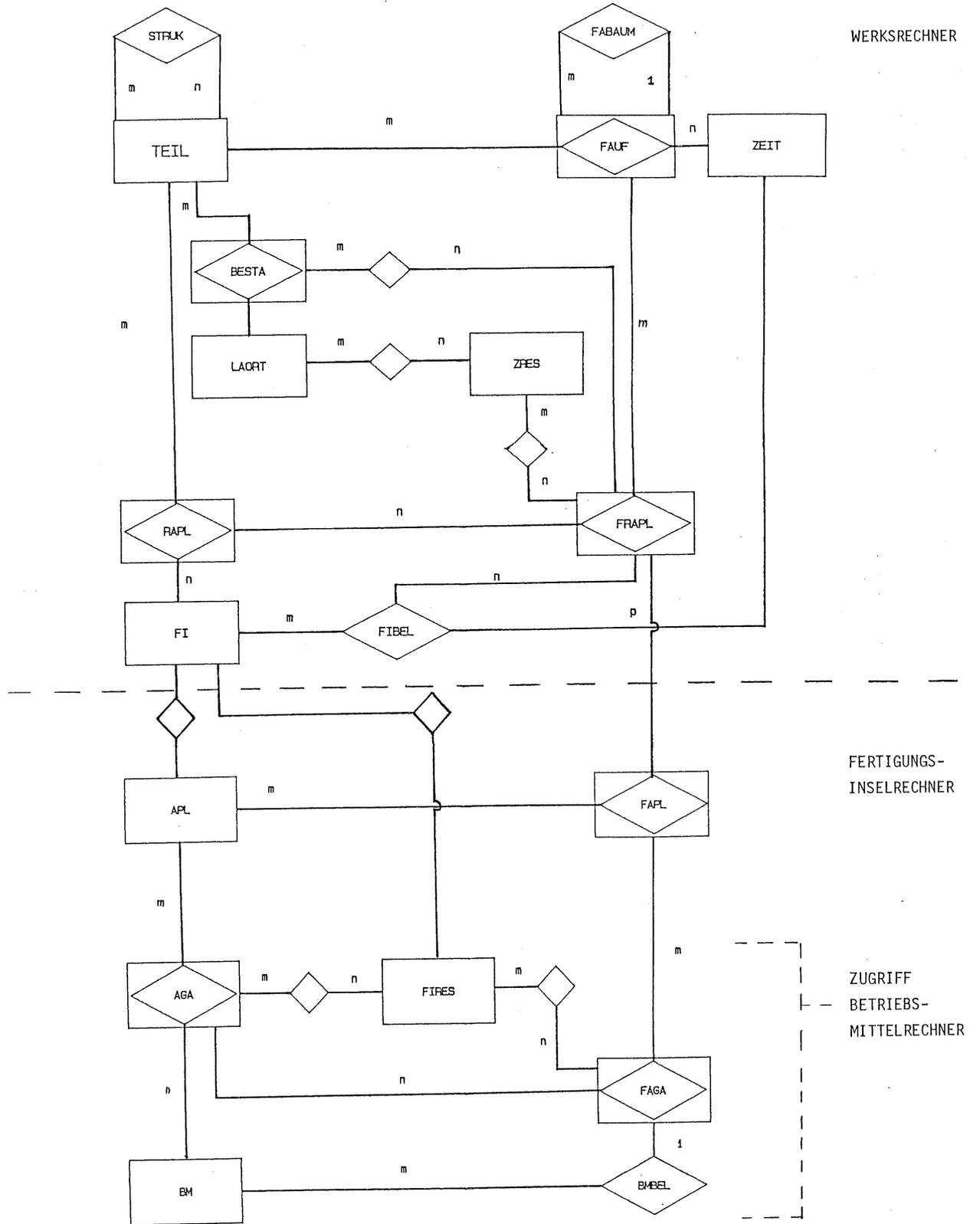


Abb.9: Datenbasis der Rechnerebenen innerhalb eines Fertigungswerkes

3.4 Anforderung an übergeordnete Planungsebenen

Die Planungsfunktionen der übergeordneten Hierarchieebenen im Rahmen der Produktionsplanung und -steuerung sind die Primärbedarfsplanung und die Materialwirtschaft.

Die Primärbedarfsplanung eines Serienfertigers mit wenigen unterschiedlichen Endprodukten gestattet eine Planung auf Basis der einzelnen Endprodukte.

Unternehmen mit einem breiten Produktspektrum ermitteln ihren Bedarf auf Basis von Endproduktgruppen.

In die Primärbedarfsplanung gehen ein:

- Prognosen aufgrund von Modellrechnungen
- Kundenaufträge und Schätzungen aus dem Vertrieb
- Strategische Entscheidungen des Vorstandes (Forcierung oder Reduzierung einer Produktgruppe)

Dabei sollen gleichzeitig eine grobe Kapazitätsplanung erfolgen, die aus den Primärbedarfen abgeleitet wird. Die Objektgliederung in der Fertigung unterstützt hierfür die Bildung von statistischen Kapazitätsbelastungsdaten. Als Ergebnis erhält man ein Kapazitätsanforderungsprofil auf Produktgruppenebene, bei der Fehlmenge und Überkapazitäten erkannt werden. Aufgrund des langen Planungshorizontes kann durch Kapazitätsanpassung gegengesteuert werden.

Im Rahmen der Materialwirtschaft werden aus den gegebenen Primärbedarfen Fertigungsaufträge gebildet. Bei der Bedarfsauflösung kann wiederum aufgrund der Objektgliederung auf genauere Durchlaufzeiten zurückgegriffen werden, was die Genauigkeit der Planung erhöht.

Für die Datenbasis ergeben sich folgende Anforderungen:

- Produkt-, Produktgruppen- und Teileinformationen
(Bedarfplanung, Verkauf, Bedarfsauflösung)
- Stücklisteninformationen (Bedarfsauflösung)
- verkürzte Lagermengen (Verkauf, Bedarfsauflösung)
- kumulierte Kapazitätsdaten
- Kundeninformationen
- Lieferanteninformationen

4. Implementierungsstrategie DEPROS

Im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projektes "Verteilte Produktionsplanung und -steuerung unter Einsatz von Mikrocomputern" wird am Institut für Wirtschaftsinformatik das Softwaresystem DEPROS (Dezentrales Produktionsplanungs- und Steuerungssystem) entwickelt.

4.1 Hard- und Softwarekomponenten

Die Realisierung des Konzepts basiert auf folgende Voraussetzung:

- Hardware: 1 IBM PC AT
 1 IBM PC XT/370
 1 IBM PC
- Software: relationales Datenbanksystem ORACLE
 Netzwerk PC-Net
 Programmiersprache C

Die eingesetzte Rechnerkonfiguration ist in Abbildung 10 dargestellt.

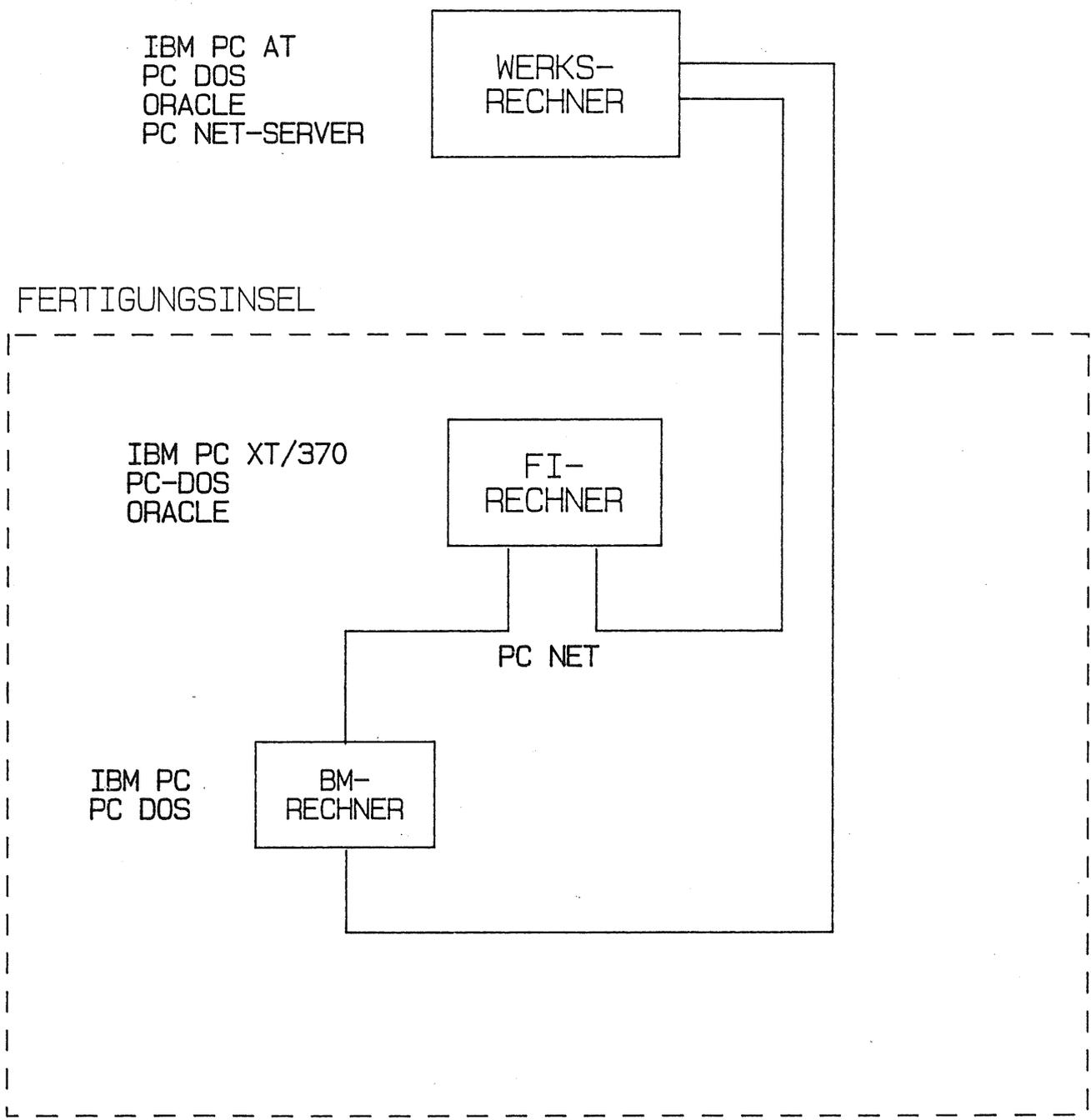


Abb.10: Rechnerkonfiguration DEPROS

4.2 Implementierungsreihenfolge

In der ersten Realisierungsphase wurden folgende Funktionen implementiert:

- Implementierung des Schemas
- Maskenerstellung für Grunddatenverwaltung und Bewegungsdaten auf dem Werks- und dem Fertigungsinselrechner
- Anlegen von Aufträgen
- Implementierung eines Einlastalgorithmus
- Erstellung von Fertigungsrumpfarbeitsplänen für Fertigungsaufträge
- Erstellung einer Fertigungsinselbelastung
- Realisierung der Schnittstelle Datenbank Werkrechner - Datenbank Fertigungsinselrechner
- Erzeugung von Fertigungsarbeitsplänen und Fertigungsarbeitsgängen
- Automatische Betriebsmittelzuordnung der Fertigungsrumpfarbeitspläne
- Erstellung von Betriebsmittelbelastungsübersichten

Literaturverzeichnis

- Ahlmann, Hans- Julius: Fertigungsinseln - eine alternative Produktionsstruktur, in : Werkstatt und Betrieb 113(1980), Nr. 10, S. 643- 648
- Bittcher, Adolf: Die Fertigungsinsel als Erscheinungsform einer dezentralen Betriebsorganisation, in: Werkstatt und Betrieb 114(1981), S. 147-151
- De Michaeli, F.: Programmkonzepte zur Steuerung von Daten und Informationsströmen in der Fertigung, Verlag Moderne Industrie, München 1972
- Everheim, W.; Weck, M.; Zenner, K.: Anforderungen an zeitgemäße Produktionssysteme, in: VDI- Z 123(1981), Nr.11, S. 449-457
- Gauderon, Ernest: Fertigen in einer autonomem Fertigungsinsel, in VDI- Z 126(1984), Nr.5, S. 133- 135
- Geitner, U.W.: Fertigungsplanung und -steuerung in Praxis und Forschung (Teil 1), in: ZWF 77(1982), Nr.7, S.301-304
- Hedrich, P.: Flexibilität in der Fertigung durch Computereinsatz, Hrsg.: Prof.Dr.H.Wildemann, CW- Publikationen, München 1983
- Heilig, L.; Wibert, R.: NC- und CNC- Steuerungen, in: ZWF79(1984), Nr.6, S.276- 278
- Herrmann, Peter: Flexible Fertigungskonzepte, in: ZWF 123(1981), Nr.15/16, S.615- 628

Knickriem, D.; Pohl, C.; Steinle, H.: Veränderung der Qualifikationsanforderungen durch neue Fertigungssysteme, in: FB/IE 31(1982), Nr.2, S.125-131

Maßberg, W.: Fertigungsinsel reagiert schnell, in: VDI-N , Nr.23 vom 8.6.1984, S.10

o.V.: Flexible Fertigung am Beispiel von Fertigungsinseln, Veröffentlichungen des Ausschusses für Wirtschaftliche Fertigung (AWF), Eschborn 1984

o.V.: Autonome Fertigungsinsel, W. Giradet Fachzeitschriften - Verlag, Essen 1984

Scheer, A.W.:

EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre, Heidelberg - Berlin - New York - Tokyo, 2.Aufl. 1985

Spur, G.; Stute, G.; Weck, M.: Rechnergestützte Fertigung, Carl Hanser Verlag, München/Wien 1977

Spur, G.; Ganiyusufoglu, O.: Wirtschaftliche Nutzung von Flexiblen Fertigungszellen am Beispiel der Drehbearbeitung, in: ZWF 78(1983), Nr.4, S.176-182

Warnecke, H.-J.; Osmann, M.; Weber, G.: Gruppentechnologie, in FB/IE 29(1980), Nr.1, S.5-12

Warnecke, H.-J.; Steinhilper, R.; Schütz, W.: Flexibel automatisierte Teilefertigung in mittelständigen Unternehmen, in: VDI- Z 124(1982), Nr.17, S.611- 619

Weck,M.: Automatisierung der Fertigung, in: Handbuch der modernen Fertigung und Montage, Klaus Brankamp(Hrsg.), Verlag Moderne Industrie, München 1975, S.215- 241

Zöller,R.: Die Fertigung von Bohr- und Frästeilen in einer Fertigungsinsel mit CNC- Maschinen, in: Werkstatt und Betrieb 113(1980), Nr.11, S.755- 758

es bedeuten :

FB/IE	-	Fortschrittliche Betriebsführung/ Industrial Engineering
VDI-N	-	VDI - Nachrichten
VDI-Z	-	VDI - Zeitung
ZWF	-	Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung

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

Seit 1983 sind erschienen:

- 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, August 1983, Vortrag anlässlich der 4. Saarbrücker Arbeitstagung "Rechnungswesen und EDV" in Saarbrücken vom 26. - 28.9.83
- Heft 42: A.-W. Scheer (Hrsg.), Factory of the Future, Vorträge im Fachauschuß "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