

Heft 51

A.-W. Scheer

- **Strategie zur Entwicklung eines CIM Konzeptes**
- **Organisatorische Entscheidungen bei der CIM Implementierung**

Mai 1986

Gliederung

Strategie zur Entwicklung eines CIM Konzeptes

- A. Ausgangssituation
- B. Strategieentwicklung
- C. Basisentscheidungen
- D. Konkrete CIM-Realisierung
 - I. CIM-Möglichkeiten
 - II. Integrationskreise

Organisatorische Entscheidungen bei der CIM Implementierung

- A. Organisation und CIM
- B. Implementierung einer CIM-Hierarchie
 - I. Funktions- und Rechnerhierarchie
 - II. Basisfunktionen einer CIM-Schicht
 - III. Implementierung eines CIM-Handlers

Strategie zur Entwicklung eines CIM-Konzeptes

A. Ausgangssituation

CIM ist mehr als ein Schlagwort: Die Integration von Auftragssteuerung mit Konstruktion und Fertigung strafft die Abläufe in Industriebetrieben und senkt somit die Auftrags-Durchlaufzeiten drastisch. Die damit verbundenen Wettbewerbs- und Rationalisierungsvorteile werden in den nächsten Jahren dem CIM-Konzept in Industriebetrieben zu einem raschen Durchbruch verhelfen. Dieses gilt ungeachtet der Tatsache, daß gegenwärtig sowohl von der Anbieterseite von Komponenten des CIM als auch von den anwendenden Industriebetrieben noch nicht alle wünschenswerten Voraussetzungen vorhanden sind.

So haben sich die typischen Anbieter von PPS-Systemen (vgl. den linken Zweig des Y in Abb. 1) erst relativ spät mit den Fragen der technisch-orientierten Verarbeitung aus dem Gebiet CAD/CAM (vgl. rechter Zweig des Y in Abb. 1) auseinandergesetzt. Der Zwang, sich in diesem wachsenden Markt zu etablieren, hat zur Kooperation mit dort kompetenten Anbietern oder Entwicklern geführt. Die übernommenen Systeme waren aber hinsichtlich Datenbasis und oft auch hinsichtlich Hardware nicht mit der vorhandenen eigenen Systemen integriert, so daß eine erste Chance zum Angebot eines CIM-Konzeptes aus einer Hand ausgelassen wurde. Ähnlich ist es auch mit den typischen Anbietern aus dem Bereich CAD/CAM. Hier haben sich spezialisierte Software-Häuser mit spezialisierten Hardware-Herstellern zusammengetan, um wiederum isolierte CAD- bzw. CAM-Systeme zu entwickeln und anzubieten. Auch hier sind erst zögernde Schritte zur Aufnahme von PPS-Funktionen zu erkennen.

Die mittlerweile von allen EDV-Herstellern angebotenen und auf Messen verkündeten CIM-Konzepte sind deshalb mit Vorsicht zu betrachten. Das alleinige Anbieten von Software-Systemen aus dem Bereich PPS, CAD und CAM ist noch kein CIM, sondern erst ihre EDV-technische Integration, die es ermöglicht, Funktionen des einen Systems durch Funktionen des anderen Systems aufzurufen. Hierzu sind in CIM-Zentren einiger EDV-Hersteller erste prototypische Lösungen vorhanden, die den Baukasten zur Integration aufzeigen. Vollständige Standard-CIM-Systeme, die ganzheitlich implementiert werden können, gibt es aber (noch) nicht zu kaufen.

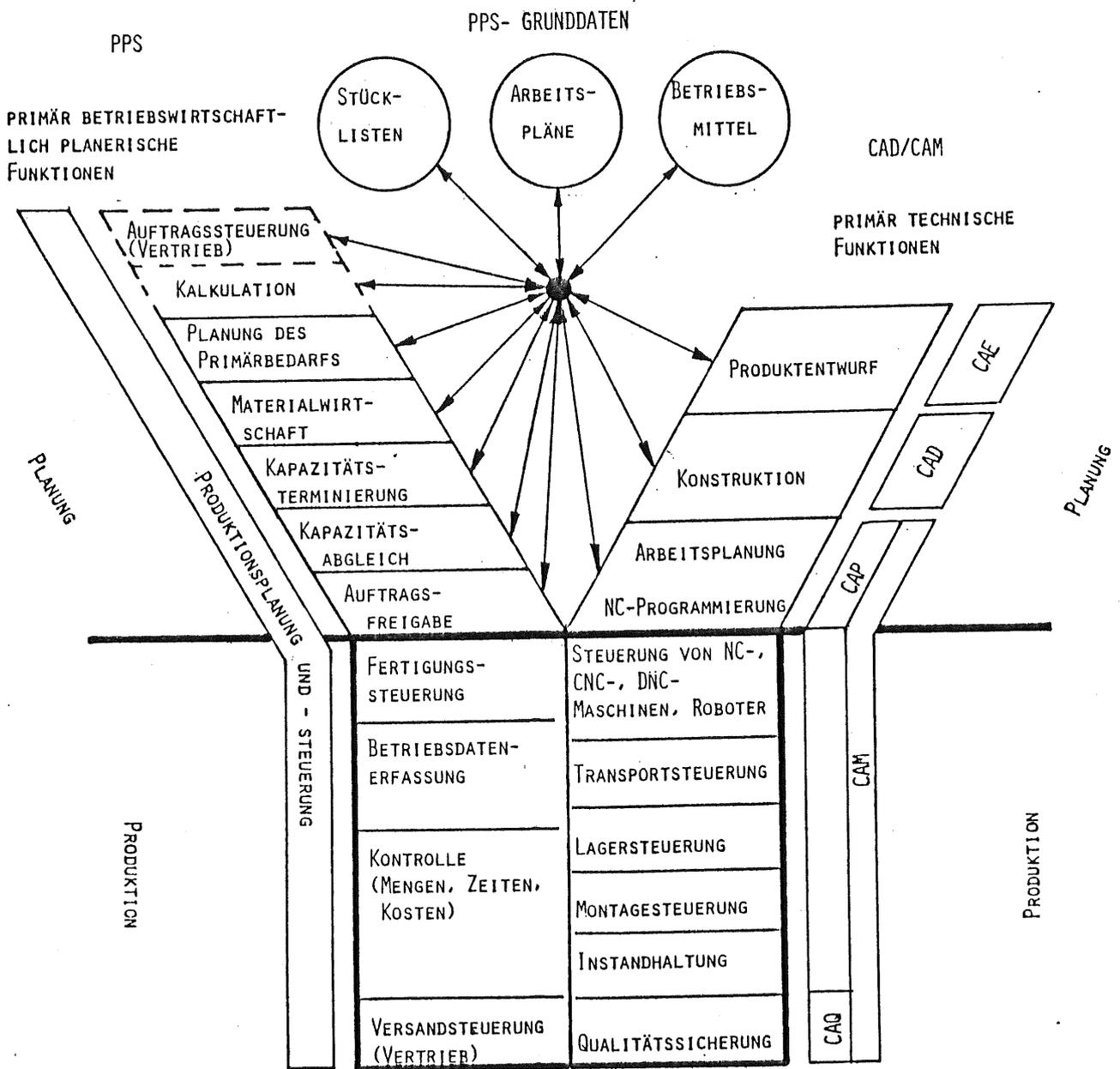


Abb. 1

Auch die Industrieunternehmen bieten noch nicht die Voraussetzungen, um CIM-Konzepte durchgängig einführen zu können. Sie sind nach Unternehmensfunktionen arbeitsteilig gegliedert und damit mehr auf funktionsbezogene EDV-Systeme ausgerichtet. In vielen Fällen führen Konstruktion, Materialwirtschaft, Fertigungssteuerung, Arbeitsvorbereitung und Fertigung weitgehend ihr informationelles Eigenleben. Der Integrationsgedanke von CIM erfordert aber eine stärkere Verschmelzung dieser Funktionen und führt damit zu neuen Arbeitsplatzprofilen, die auch eine neue aufbauorganisatorische Einbettung erforderlich machen.

Was kann ein Anwender in dieser Situation tun, in der CIM überall diskutiert wird, aber noch nicht voll implementiert werden kann?

1. Warten, bis vollständig einsetzbare CIM-Soft- und Hardware zur Verfügung steht - dieses kann noch mehrere Jahre dauern.
2. In seinen begonnenen Teillösungen weiterarbeiten, ohne sich um CIM zu kümmern, sondern darauf hoffen, daß dann, wenn CIM wirklich verfügbar ist, auch seine Teillösungen integriert werden können.
3. Bei Basisentscheidungen im Bereich PPS, CAD und CAM auf die Ausrichtung auf ein zukünftiges CIM-Konzept zu achten, sonst aber in Teillösungen weiterarbeiten
4. Bereits jetzt aktiv alle Möglichkeiten zur Realisierung eines CIM-Konzeptes nutzen.

Die ersten beiden Schritte besitzen den Vorteil, jetzt kein "Lehrgeld" für die schwierigen Aufgaben einer CIM-Entwicklung zahlen zu müssen, aber den Nachteil, das Risiko von Know-How-Verlust auf einem zukunftsorientierten Gebiet einzugehen und von den Entwicklungsstrategien der Hersteller abhängig zu sein.

Bei der 3. und 4. Vorgehensweise ist jeweils bereits jetzt ein Gesamtkonzept in mehr oder weniger grober Form erforderlich. Die Entwicklung eines solchen Konzeptes erfordert zwar heute einen erheblichen Aufwand, zeigt aber den Standort der Unternehmung hinsichtlich des CIM auf und gibt die Richtung an, in die sich die gesamte Unternehmensstruktur entwickeln sollte.

B. Strategieentwicklung

Das Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) hat für mehrere Großunternehmen Konzepte integrierter Datenverarbeitung im Bereich Produktionsplanung und -steuerung sowie Konstruktion und Fertigung entwickelt. Die dabei entwickelte Vorgehensweise und die gewonnenen Erfahrungen sollen kurz vorgestellt werden. Grundsätzlich hat sich die Einbeziehung externer Fachleute in eine CIM-Entwicklung bewährt, da gerade bei der Entwicklung abteilungsübergreifender Systeme erhebliche Animositäten und organisatorische Schwierigkeiten auftreten können, die ein unabhängiger Dritter leichter lösen kann. Darüber hinaus ist auch das übergreifende Wissen, wie es für CIM erforderlich ist, in den meisten Industriebetrieben noch nicht vorhanden.

Die Entwicklung eines CIM-Konzeptes erfordert je nach Größe des Unternehmens zwischen einem halben und einem Jahr. Sie teilt sich in zwei Phasen:

1. Phase: Erhebung des Ist-Integrationsstandes
2. Phase: Erarbeitung eines CIM-Sollkonzeptes.

Im Rahmen der ersten Phase wird von der CIM-Arbeitsgruppe, für die ein fester Ansprechpartner von dem Anwender benannt wird, eine Istanalyse der gegenwärtigen Abläufe aus Sicht des Integrationsgedankens erhoben. Hierbei werden nicht nur die EDV-Systeme analysiert, sondern auch manuelle Bearbeitungsfolgen, um gerade Schnittstellen sowie EDV-technische oder organisatorische Brüche innerhalb des Ablaufs zusammengehörender Vorgangsketten festzustellen. Typische Vorgangsketten, die dabei konsequent von ihrem Beginn bis zum Ende verfolgt werden müssen, sind:

Auftragsbearbeitung	(Auftragsannahme, Konstruktion, Materialwirtschaft, Zeitwirtschaft, Fertigung, Versand)
Fertigungsinformationen	(Zeichnung, Arbeitsplan, NC-Programm, Qualitätsrückmeldung).

Die Abläufe werden durch vorstrukturierte Interviews erfaßt und in grafisch orientierten Auswertungsverfahren dokumentiert. Die Ergebnisse werden in einer Präsentation der Geschäftsleitung vorgestellt. Dabei wird die Darstellung insbesondere auf organisatorische und informationelle Brüche ausgerichtet. Hierbei wird z.B. deutlich, an welchen Stellen innerhalb einer Auftragsbearbeitung wesentliche Wartezeiten entstehen, die bei einer konsequenten Integration vermieden werden können und z.B. den Auftragsbearbeitungszeitraum von 6 Wochen auf 2 Wochen reduzieren lassen.

Als anschauliche Hilfe kann dabei dienen, den Integrations- und EDV-Unterstützungsgrad der einzelnen Komponenten einer CIM-Architektur in der gleichen Weise in dem Y-Bild der Abbildung 1 darzustellen. Dazu werden die entsprechenden Teilschritte je nach Entwicklungsstand durch Schraffur oder unterschiedlich farbige Hinterlegung charakterisiert, so daß Schwachstellen und Lücken sofort optisch sichtbar werden. In gleicher Weise kann hinterher im Rahmen des Sollkonzeptes der erwünschte Integrationsgrad durch grafische Mittel an dem Y-Bild aufgezeigt werden.

Gleichzeitig werden bei der Präsentation die Schwachstellen der gegenwärtigen Systeme aufgezeigt und damit die wesentlichen Entwicklungsprioritäten für das Soll-Konzept festgelegt.

Im Rahmen der zweiten Phase, also der Entwicklung des Sollkonzeptes, werden Arbeitsgruppen für die zu behandelnden wesentlichen Gebiete aus dem Unternehmen unter Koordination externer Mitarbeiter gebildet. Typische Arbeitsgruppen hierfür sind z.B. Materialwirtschaft, Schnittstellen zwischen zentraler und dezentraler Fertigungssteuerung, Integration von CAD mit Materialwirtschaft und Integration von Fertigungssteuerung mit CAM. Bei der Besetzung der Arbeitsgruppen ist darauf zu achten, daß funktionsübergreifend gearbeitet wird und somit aus verschiedenen beteiligten Fachabteilungen Mitarbeiter abgestellt werden. Die Arbeitsgruppen sollten zwischen 3 und 7 Personen umfassen.

Während der Arbeit werden für die Bearbeitungsbereiche neue Abläufe erarbeitet, die die Schwachstellen der alten Abläufe vermeiden. Anschließend werden auf dieser Ablauforganisation aufbauend Anforderungen an entsprechende unterstützende EDV-Systeme entwickelt. Im letzten Abschnitt werden die Arbeitsergebnisse aus den Arbeitskreisen zu einem Gesamtkonzept zusammengeführt. Anhand der Anforderungsprofile können für konkret anstehende Probleme bereits Auswahlprozesse für Standardsoftware festgelegt werden. Mit den organisatorischen Abläufen ist auch der Anforderungskatalog für eine zukünftige Hardwarearchitektur, insbesondere ihr Dezentalisierungsgrad, weitgehend bestimmt.

Eine Wirtschaftlichkeitsanalyse, die vor allem die Zeitbeschleunigungseffekte der Integration sowie die damit verbundenen Kapitalfreisetzungen des Umlaufvermögens beinhaltet, ist für die Durchsetzung des Konzeptes vor der Unternehmensleitung erforderlich.

Ein auf die qualitativen und quantitativen Kapazitäten des EDV-Bereiches und der Fachabteilungen abgestimmtes Einführungskonzept legt Prioritäten und Reihenfolge konkreter Systementwicklungen fest.

Aufgrund der Erfahrungen des IWi ist ein Aufwand zwischen 180 bis 400 Beratungstagen der externen Mitarbeiter erforderlich. Hierbei sollte das externe Team aus zwei bis vier Personen bestehen, die aufgrund ihrer Ausbildung (Ingenieurwesen, Informatik, Betriebswirtschaft) das breite Kompetenzspektrum abbilden können.

Die entwickelte CIM-Strategie kann einmal dazu dienen, Basisentscheidungen zu treffen, die bei zukünftigen, auch isolierten Weiterentwicklungen vorhandener Systeme beachtet werden müssen. Andererseits kann es aber auch Ausgangspunkt eines aktiven Realisierungskonzeptes für CIM sein.

C. Basisentscheidungen

Wesentliche Entscheidungen, die eine spätere CIM-Architektur aufgrund der längerfristigen Wirksamkeit beeinflussen, gilt es auch heute bereits unter dem Eindruck eines CIM-Gesamtkonzeptes zu treffen. Hierbei sind insbesondere folgende Punkte anzusprechen:

1. Viele Unternehmen sind dabei, CAD-Systeme einzuführen. Hier wird bei einer isolierten und damit nicht CIM-orientierten Vorgehensweise häufig der Auswahlprozess an den Funktionen und nicht an der späteren Integrierbarkeit des CAD-Systems ausgerichtet. Es ist deshalb zu raten, Fragen der Hardwareverknüpfung zwischen CAD, CAM und PPS sowie der Datenbankphilosophie eine höhere Bedeutung beizumessen.
2. Bei der Weiterentwicklung von PPS-Systemen ist der Dezentralisierungsgrad zwischen Produktionsplanung und Produktionssteuerung zu überdenken. Neue Entwicklungen im Bereich CAM tendieren zu stärker dezentralisierten Organisationseinheiten wie Fertigungsinseln, Bearbeitungszentren, KANBAN-Einheiten, flexiblen Fertigungssystemen usw. Derartige Systeme können durch eigene dezentrale Fertigungssteuerungssysteme nahezu autark operieren. Sie müssen allerdings mit Aufträgen versorgt werden, und Rückmeldungen müssen von ihnen an übergeordnete Koordinationsfunktionen weitergegeben werden. Aus diesem Grunde ist innerhalb der PPS-Architektur auf der hierarchischen Höhe der Auftragsfreigabe eine Koordinationsschiene einzurichten, die in der Lage ist, unterschiedliche dezentrale Steuerungskreise mit Aufträgen zu versorgen und diese auch informationsmäßig zu verfolgen.
3. Bei der Anschaffung und Intensivierung von Maschinen aus dem Bereich NC, CNC und DNC ist die Verknüpfung mit den Geometriedaten zu verfolgen. Weiter ist zu beobachten, daß BDE-Funktionen aus dem Bereich PPS zunehmend in die intelligenter werdenden Steuerungssysteme automatisierter Fertigungsanlagen eingehen. Bei der Weiterentwicklung von BDE-Systemen ist diesem Trend wesentliche Aufmerksamkeit zu schenken.
4. Es ist festzulegen, über welches Medium die vielfältigen Hardware-Systeme innerhalb der Produktion informationsmäßig versorgt werden sollen. Hierzu stellt sich die Frage nach dem LAN-Konzept im Bereich von Fertigung und Büro. Die Vorstellung des MAP (Manufacturing Automation Protocol) von General Motors und die mehr oder weniger freiwillig übernommene Konzeption durch viele Hardwarehersteller öffnet hier neue Wege.

D. Konkrete CIM-Realisierung

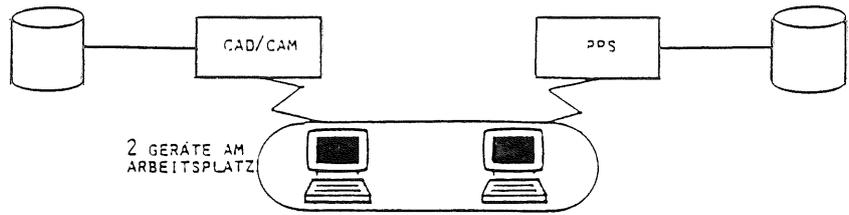
Bei einer konkreten CIM-Realisierung sind einmal die gegenwärtig verfügbaren Möglichkeiten und Instrumente zu betrachten und andererseits lohnende Ansatzpunkte für erste Implementierungsschritte.

II. CIM-Möglichkeiten

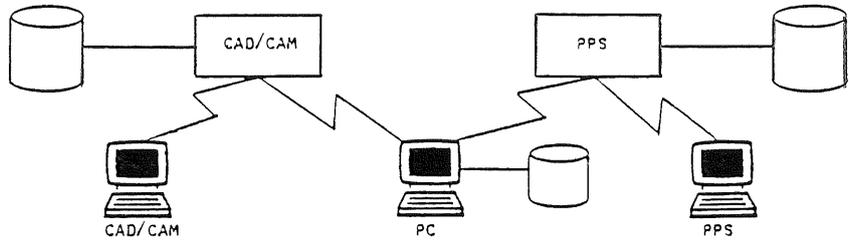
In Abbildung 2 sind unterschiedliche Schritte zur Integration von CIM-Komponenten angegeben. Es wird vorausgesetzt, daß der Bereich CAD/CAM für sich bereits weitgehend integriert ist (obwohl hier in der Realität ebenfalls noch erhebliche Probleme bestehen).

1. Im Fall 1 wird lediglich eine organisatorische Integration dargestellt, indem von einem Arbeitsplatz aus Konstruktion oder Arbeitsvorbereitung auf die unterschiedlichen EDV-Systeme aus PPS bzw. CAD/CAM zugegriffen werden kann.
2. Im Fall 2 wird die Integration über den Einsatz von Mikrocomputern, die als offene Systeme eine leichtere Verknüpfung mit unterschiedlichen Hard- und Softwaresystemen ermöglichen als die Groß-EDV, demonstriert. Hierbei kann vor allen Dingen auch die Fenstertechnik zur Verknüpfung unterschiedlicher Prozesse eingesetzt werden. Wesentlich ist, daß die Ursprungssysteme aus PPS und CAD/CAM selbst nicht verändert werden müssen - die Integration findet in der neuen Ebene der Mikrocomputer statt.
3. Durch Anzapfung der Systeme und Übertragung von Daten mittels Dateitransfer an das jeweils andere System wird im Fall 3 eine Verbindung zwischen PPS und CAD/CAP hergestellt. Diese Verbindung wird gegenwärtig vor allen Dingen für das automatische Übertragen von Stücklisten aus dem CAD-Bereich an die Materialwirtschaft genutzt. Hier müssen die Ursprungssysteme selbst auf der Ein- oder Ausgabeseite verändert werden. Die Verknüpfung müßte sicherstellen, daß z.B. bei der Änderung einer Stückliste durch den Konstrukteur die Information zwangsläufig an das PPS weitergegeben wird. Eine derartige feste Verbindung ist aber über das Mittel des Dateitransfers kaum zu realisieren. Aus diesem Grunde muß die Lösung durch weitere organisatorische Maßnahmen, wie Benachrichtigung aller in Frage kommenden Stellen bei einer Stücklistenänderung, z.B. durch Einsatz von Electronic Mail, begleitet werden.
4. Im Fall 4 wird der Einsatz einer einheitlichen Datenbasis für PPS und CAD/CAM gefordert, um den Zwangsablauf der Datenänderung für alle Bereiche gewähren zu können. Eine solche Konzeption setzt vereinheitlichte oder neue Datenbankkonzepte voraus.
5. Neben der gemeinsamen Datenbasis ist im Fall 5 nun auch die Anwendung-zu-Anwendungsbeziehung der Programme selbst realisiert. Es ist möglich, daß eine Transaktion des CAD-Systems eine Transaktion der Materialwirtschaft und umgekehrt aufrufen kann.

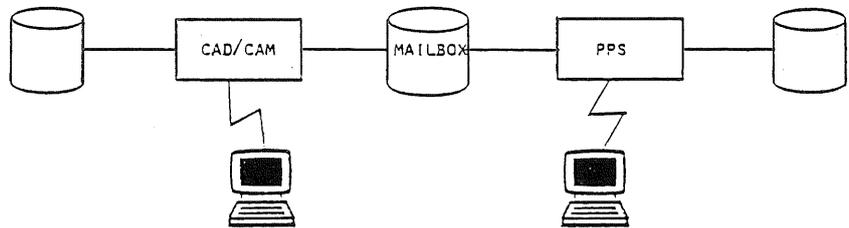
1. STUFE:
 ORGANISATORISCHE VERBINDUNG
 EDV - TECHNISCH UNVERBUNDENER
 SYSTEME



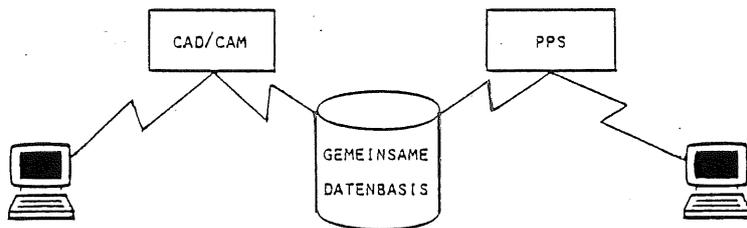
2. STUFE:
 INTEGRATION DER UNVERBUNDENEN
 SYSTEME DURCH TOOLS
 (PC, QUERY, ...)



3. STUFE:
 DATEITRANSFER ZWISCHEN
 DEN SYSTEMEN



4. STUFE:
 GEMEINSAME DATENBASIS
 DER SYSTEME



5. STUFE:
 ANWENDUNG- ANWENDUNG-
 BEZIEHUNG DURCH
 PROGRAMMINTEGRATION

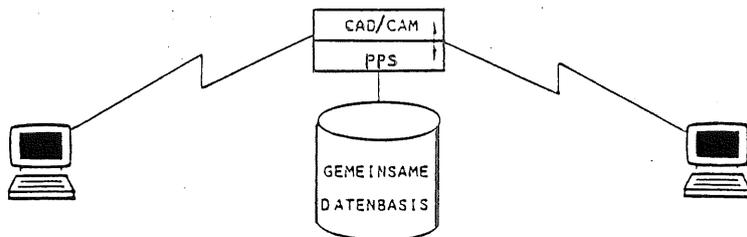


Abb. 2

Während die Stufen 1 - 3 heute verfügbar sind, befinden sich Ansätze zur Realisierung der Stufen 4 und 5 erst noch in der Entwicklung.

II. Integrationskreise

Als Ausgangspunkt einer konkreten CIM-Einführung können verschiedene Ansatzpunkte gewählt werden. (Vgl. Abbildung 3).

Fall 1 betont die Integration innerhalb der PPS-Thematik. Hier ist vor allen Dingen die hierarchische Aufgliederung zwischen Produktionsplanung und Fertigungssteuerung festzulegen.

Fall 2 betont die Integration innerhalb von CAD/CAM, d.h. die Weitergabe von Geometriedaten an NC-Programmierung im weitesten Sinne. Hier sind auch organisatorische Konsequenzen aus einer stärkeren Verknüpfung zwischen Detailkonstruktion und NC-Programmierung durch Einsatz entsprechender Mischarbeitsplätze zu ziehen. Die Fälle 1 und 2 erfüllen aber für sich noch nicht die Anforderungen von CIM. Dieses ist erst bei den Fällen 3 und 4 gegeben.

Im dritten Fall wird der Datenfluß der Grunddatenverwaltung zwischen CAD und CAP zu PPS betrachtet. Es ist heute allgemeine Erkenntnis, daß der logische Stücklistenaufbau im Rahmen der Zeichnungserstellung informatorisch festgelegt wird und somit im Rahmen einer integrierten Lösung aus den Geometriedaten an die Grunddatenverwaltung des PPS weitergegeben werden sollte. Auch bilden die NC-Informationen die Grundinformationen eines Arbeitsplanes ab. Deshalb ist eine enge datentechnische Verknüpfung zwischen PPS und der Arbeitsplanung zu sehen.

Im vierten Fall wird die bereits im ersten Fall angesprochene Architektur zwischen Fertigungsplanung und Fertigungssteuerung nochmals aufgegriffen. Nun aber nicht mehr isoliert aus dem Gesichtspunkt der PPS-Schiene allein, sondern vor allen Dingen aus dem Koordinationsaufwand für dezentrale CAM-Systeme, die z.B. als automatisierte Fertigungseinheiten, Transport oder Lagersteuerungssysteme mit einer Koordinationsstelle der Fertigungssteuerung verknüpft werden müssen.

Im fünften Integrationskreis wird das Zusammenwachsen zwischen CAM und PPS, insbesondere über die Betriebsdatenerfassung betont.

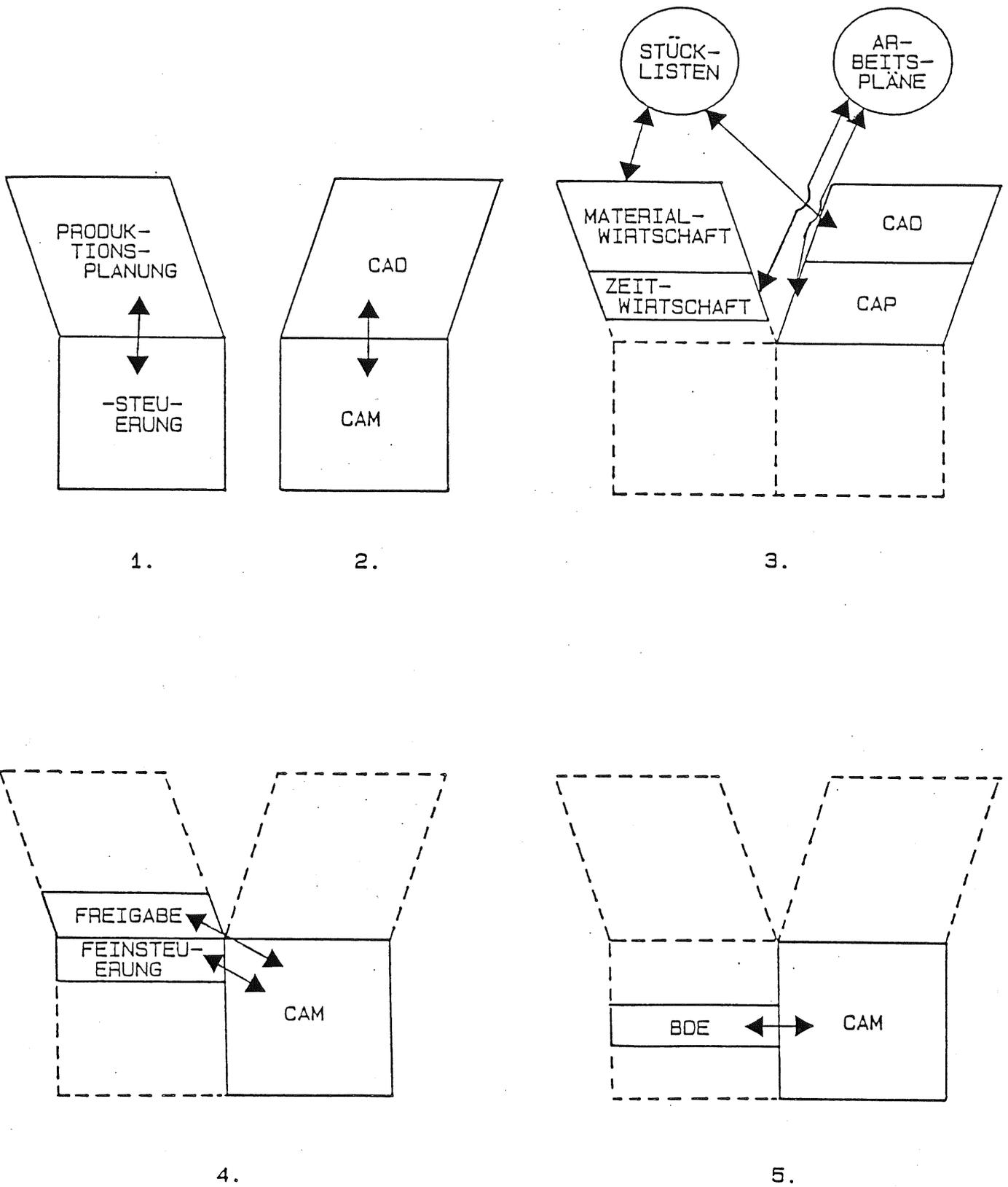


Abb. 3

Um zu vermeiden, daß sich die hier als besonders wichtig herausgearbeiteten Integrationsschwerpunkte wiederum zu Inselösungen "auf höherem Niveau" weiterentwickeln, muß durch eine einheitliche CIM-Zuständigkeit innerhalb des Unternehmens auf die Einhaltung des Gesamtkonzeptes geachtet werden.

Diese CIM-Stelle muß organisatorisch der Unternehmensleitung zugeordnet werden, um gegenüber den Fachabteilungen zum Ausdruck zu bringen, daß die Unternehmensleitung den CIM-Gedanken unterstützt und mit der notwendigen Entscheidungskompetenz versieht, wie sie für erforderliche organisatorische Umstrukturierungsmaßnahmen aus dem Gesichtspunkt des CIM erforderlich ist.

Organisatorische Entscheidungen bei der CIM-Implementierung

A. Organisation und CIM

Die konsequente Einführung von CIM bedeutet, daß die kaufmännische Datenverarbeitung mit der technischen Datenverarbeitung und die längerfristigen Planungsfunktionen mit den kurzfristigen Steuerungsfunktionen zusammenwachsen.

Bisher standen bei der Implementierungsdiskussion vor allen Dingen technische Fragen der Gestaltung des Informationssystems, z.B. die Entscheidung über das einzusetzende Datenbanksystem, die Hardwarevernetzung zwischen CAD-Workstation und PPS-Planungsrechner oder die Datenübertragung zwischen CAD und CAM im Vordergrund. Mindestens genauso bedeutend sind aber auch Probleme, die die Aufbau- und Ablauforganisation eines CIM-orientierten Industrieunternehmens betreffen. Hierbei gilt es einmal Integrationsprozesse zu gestalten, die bei einer Rücknahme der Arbeitsteilung (z.B. zwischen Konstruktion und Arbeitsvorbereitung oder zwischen Materialwirtschaft und Konstruktion) auftreten. Hierzu sind neue Ablaufplanungskonzepte in der Form integrierter Vorgangsketten auszuarbeiten, die anschließend auch eine aufbauorganisatorische Unterstützung erfahren müssen. Bevor aber mit derartigen Detailuntersuchungen begonnen werden kann, müssen im Unternehmen die im Rahmen des CIM anfallenden Funktionen definiert und innerhalb der Unternehmenshierarchie zugeordnet werden sowie die Prioritäten der konkreten CIM-Implementierungsfelder bestimmt werden. Erst anschließend können für die so definierten Gebiete neue Ablauf- und Aufbauorganisationskonzepte erarbeitet werden.

Vom Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) an der Universität des Saarlandes wurden in den letzten Jahren für mehrere Großunternehmungen CIM-Strategien erarbeitet, in denen auch die genannten organisatorischen Fragestellungen bearbeitet werden.

B. Implementierung einer CIM-Hierarchie

In vielen Unternehmungen wachsen gegenwärtig in den CIM-Bereichen: Produktionsplanung, Produktionssteuerung, Konstruktion und Fertigung vielfältige Hard- und Softwaresysteme heran. Wegen der in Großkonzernen häufig anzutreffenden organisatorischen Autonomie dieser Bereiche werden auch innerhalb des gleichen Unternehmensverbandes unterschiedliche Lösungen entwickelt. Dieses kann dazu führen, daß die gleiche Funktion, z.B. der Back-up eines Betriebsdatenerfassungssystems, in einem Betrieb auf einem dedizierten Betriebsrechner durchgeführt wird, in einem anderen Betrieb aber auf dem Host-Universalrechner. Eine solche unkoordinierte Funktionsaufteilung zwischen verschiedenen Ebenen eines Rechnernetzes und damit verbunden auch mit unterschiedlichen EDV-Umgebungen (Betriebssystem, Datenbanksystem, Programmiersprache usw.) kann für ein geschlossenes CIM-Konzept nicht sinnvoll sein.

Aus diesem Grunde wird im folgenden zunächst eine modellhafte CIM-Funktionshierarchie für einen Industriekonzern entwickelt. Dabei wird eine Zuordnung der Funktionen zu verschiedenen Rechnertypen innerhalb der Hierarchie vorgenommen. Hierbei werden typische Hardwareeigenschaften (Realtime-Fähigkeit, Fähigkeit zur Verwaltung großer Datenbanken, usw.) berücksichtigt. Als selbstverständlich wird vorausgesetzt, daß alle Rechner untereinander vernetzt sind.

Anschließend wird herausgearbeitet, welche grundsätzlichen Aufgaben in einer Hierarchiestufe anfallen. Dabei wird gezeigt, daß diese Aufgaben auf jeder Hierarchiestufe ähnlich sind, so daß typische Funktionsmoduln entwickelt werden können.

I. Funktions- und Rechnerhierarchie

Wegen des umfassenden Charakters von CIM werden alle Hierarchieebenen eines Industriekonzerns angesprochen. Die Hierarchiestufen umfassen:

- Konzernebene
- Produktbereichsebene
- Werksebene
- Bereich/Betriebsmittelgruppenebene
- Betriebsmittelebene
- Betriebsmittelkomponentenebene.

Typisch für die hierarchische Struktur ist, daß jede Einheit einer Ebene mehrere Einheiten der direkt untergeordneten Ebene koordiniert (Baumstruktur).

In Abb. 4 sind wesentliche computerunterstützte Funktionen aus den CIM-Bereichen PPS, Konstruktion und Fertigung eingetragen.

Der Konzernebene sind strategische Planungsfunktionen zur Festlegung der Produkt- und Produktionsstrategie zugeordnet. Gleichzeitig werden hier übergreifende betriebswirtschaftliche Funktionen wie Zahlungsausgleich, Lohn- und Gehaltsrechnung 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.

Für CIM 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) zugeordnet. Die mehr PPS-orientierten Funktionen dieser Ebene sind der Vertrieb, die Primärbedarfsplanung sowie die Material- und Zeitwirtschaft.

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

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.

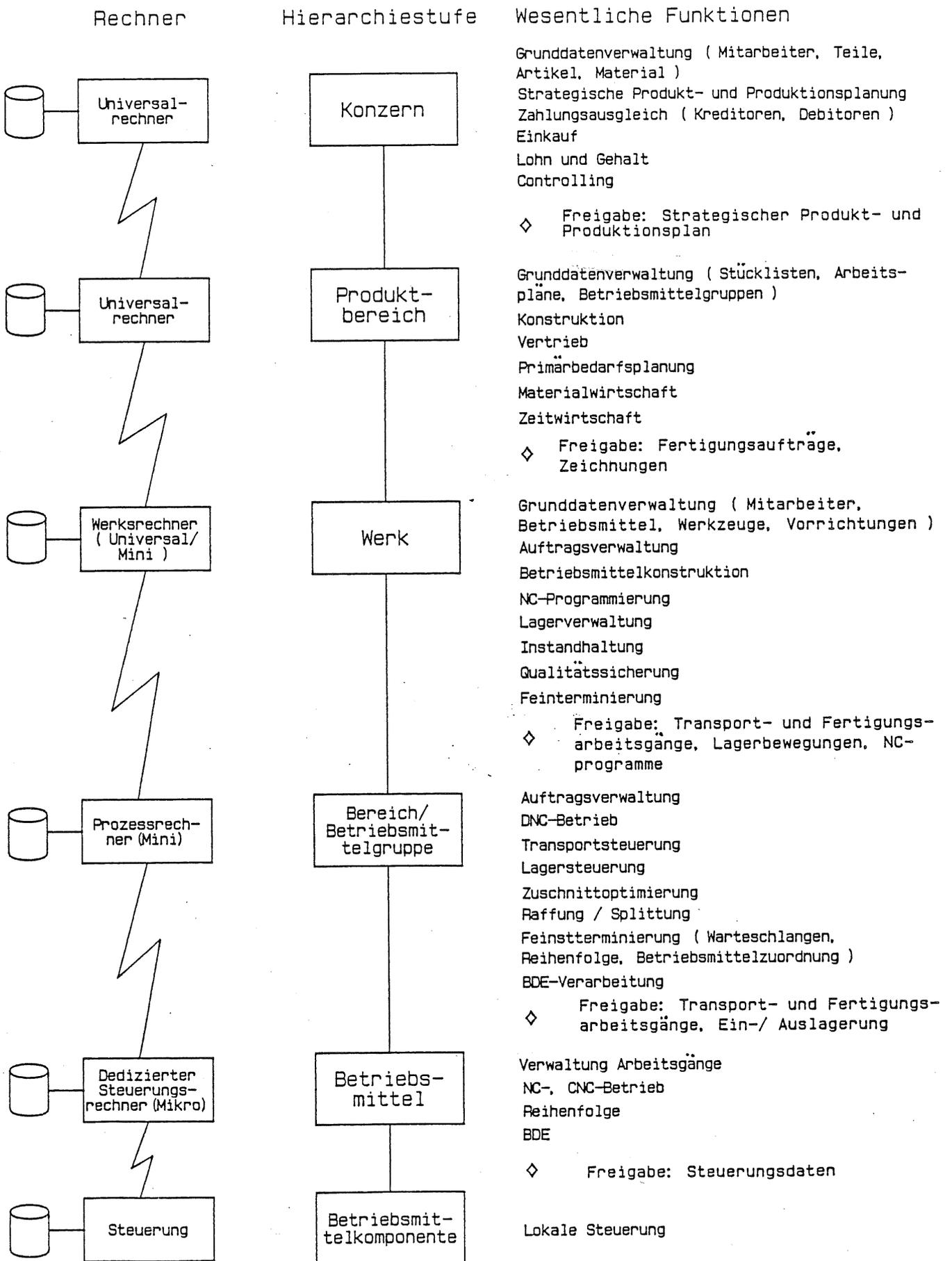


Abb. 4

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 prozessorientierten Werksrechnern sinnvoll sein.

Innerhalb eines Werkes können unterschiedliche Fertigungsbereiche definiert sein. Hier ist gerade unter Beachtung neuer Trends der Fertigungsdezentralisierung mit einem Anwachsen sich selbst regelnder Teilbereiche zu rechnen. Hierzu gehören z.B. flexible Fertigungssysteme, Fertigungsinseln, Kanban-Straßen, Bearbeitungszentren, Montageinseln usw.

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 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 sind dedizierte Steuerungen und in zunehmendem Maße auch Mikrocomputer zu deren Versorgung einzusetzen.

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. Sie kann deshalb als Anregung für eine unternehmensinterne Diskussion derartigen Zuordnungsfragen dienen.

II. Basisfunktionen einer CIM-Schicht

Innerhalb der definierten CIM-Hierarchie werden auf jeder Schicht EDV-technische und ablauforganisatorische Basisfunktionen durchgeführt, die die Schicht mit den jeweils übergeordneten und untergeordneten Ebenen verbindet.

Da gegenwärtig die in Abb. 4 entwickelte Hierarchie kaum implementiert ist, sind auch diese Basisfunktionen noch nicht klar herausgearbeitet. Typisch für heutige Industrieunternehmungen ist vielmehr, daß zwar eine gewisse geregelte Aufteilung zwischen Konzern- und Produktbereich existiert, innerhalb der verschiedenen Werksebenen aber kaum geregelte Festlegungen zu verzeichnen sind. Aus diesem Grunde ist auch die Frage einer standardisierten Modularisierung der Funktionen noch wenig diskutiert worden.

In Abb. 5 ist deshalb eine derartige Modularisierung entwickelt worden. Ihre Zweckmäßigkeit kann durch die Überprüfung mit den in Abb. 4 genannten Funktionen jeder Ebene geprüft werden.

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. 5 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) Datenübernahme oder 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.

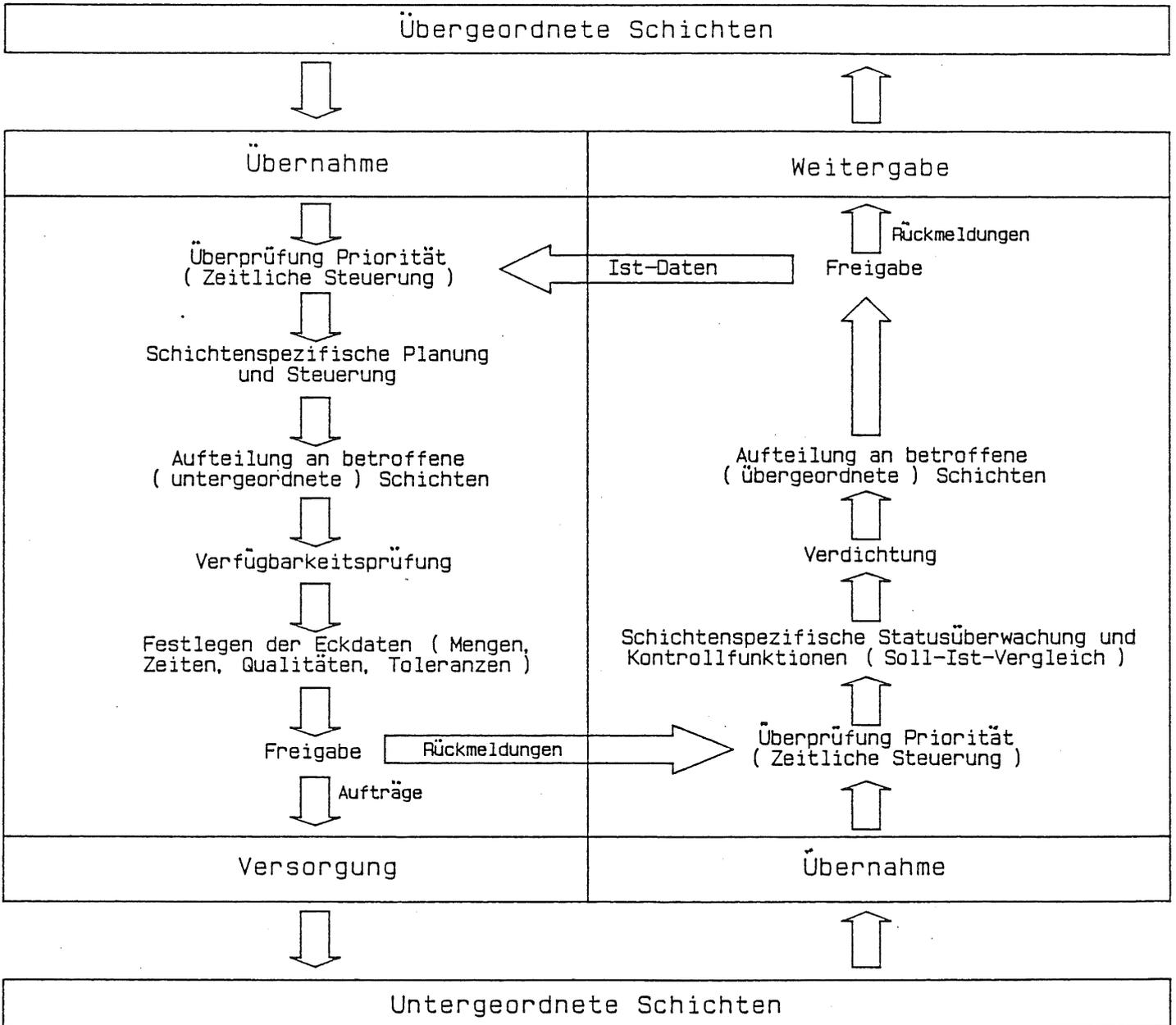


Abb. 5

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.

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.

Zur Grundphilosophie des Schichtmodells 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 Rückmeldedaten 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-Veranlassung 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 der 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.

Bei den gegenwärtig verfügbaren CIM-Komponenten überwiegt die isolierte Funktionsbearbeitung der Schichten. Die Übernahme und Versorgungsfunktionen aus vor- und nachgelagerten Schichten sind dagegen nur wenig ausgeprägt (vgl. z.B. die Weitergabe von Geometriedaten an das Stücklistenverwaltungssystem und die NC-Programmierung oder den Datentransfer zwischen Produktionsplanungs- und Produktionssteuerungsfunktionen). Es ist aber zu erwarten, daß mit der weiteren Ausgestaltung von CIM-Systemen gerade die Koordinationsfunktionen mehr Gewicht erlangen werden. Innerhalb einer PPS-Architektur wird sich z.B. das Schwergewicht von den mehr planungsorientierten Funktionen der Material- und Zeitwirtschaft herkömmlicher Form zu den zeitnaheren Steuerungsfunktionen verschieben. Innerhalb der mehr technisch orientierten CAD/CAM-Funktionen wird eine stärkere Verschmelzung zwischen geometrie- und technologieorientierter Verarbeitung stattfinden.

III. Implementierung eines CIM-Handlers

Trotz der großen Durchsetzung, die der CIM-Gedanke in der letzten Zeit erfahren hat, sind hard- und softwaremäßige Standard-Realisierungen noch nicht verfügbar. In Abb. 6 ist ein Vorschlag zur Integration der CIM-Komponenten und der Funktionsebenen entwickelt worden. Es werden die gegenwärtig bestehenden Hard- und Softwarebereiche aus Produktionsplanung, Produktionssteuerung, CAD und CAM über einen CIM-Handler miteinander verbunden, ohne daß die Teilbereiche selbst neugestaltet werden müssen. Es wird allerdings eine Hardwareverbindung mit entsprechenden Basisfunktionen (Dateitransfer und Terminalemulation)

C I M - Handler

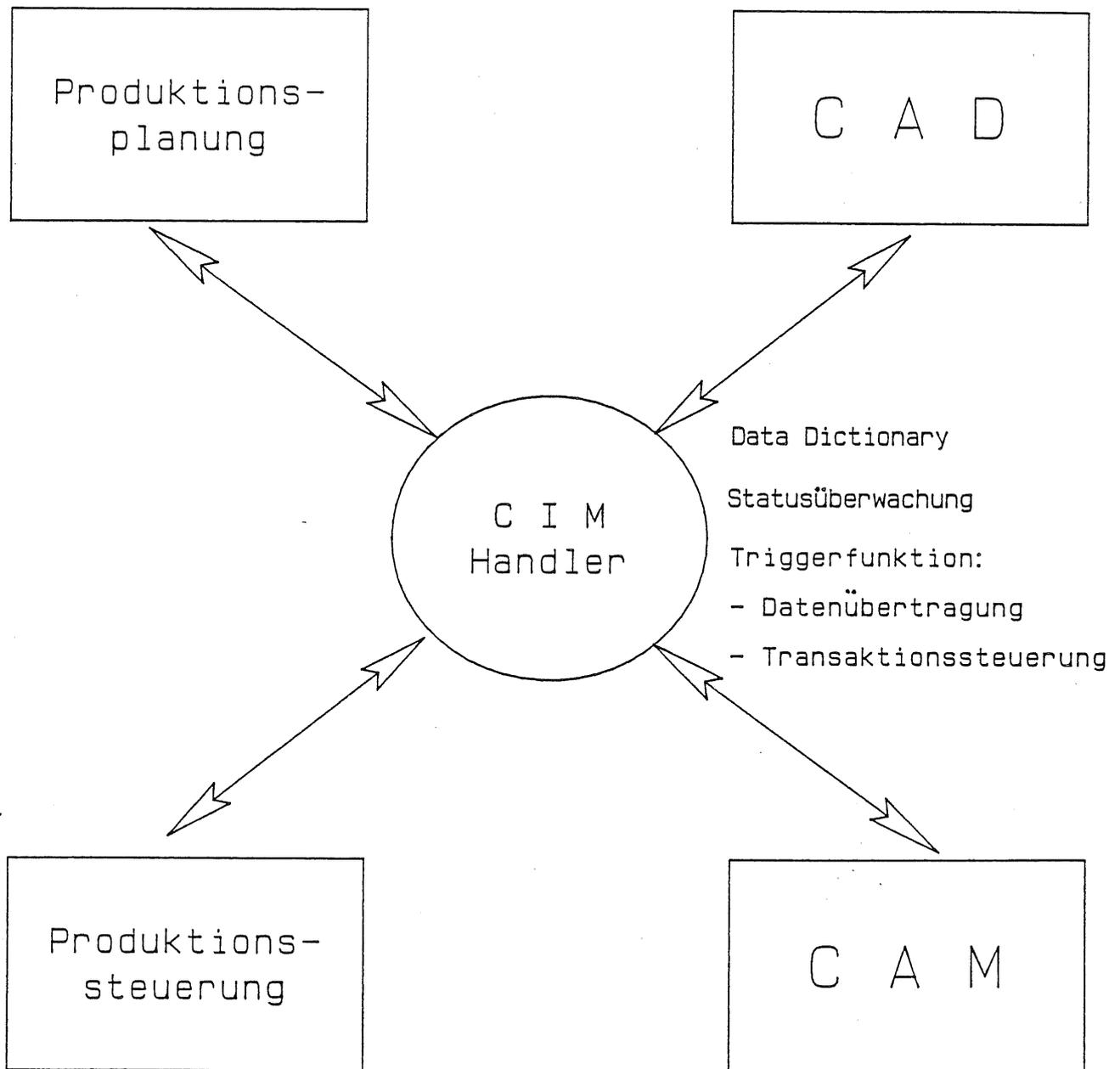


Abb. 6

vorausgesetzt. Auch wird die Implementierung einheitlicher Systemteile, z.B. eines Datenbanksystems, gefordert. Auch die letzte Forderung ist heute bereits realisierbar, da neuere Datenbankkonzeptionen (insbesondere auf relationaler Ebene) auf mehreren Ebenen der Hardwarehierarchie (Mikrocomputer, Minicomputer, Universalrechner) implementiert werden können.

Der CIM-Handler übernimmt Funktionen eines Data-Dictionaries, um jedem Teilgebiet die in den anderen Teilgebieten verfügbaren Daten mit ihren Beschreibungen bekannt zu machen. Gleichzeitig wird für die Verfolgung neuer CIM-Ablaufketten eine Statusüberwachung über die unterschiedlichen Hierarchiestufen der CIM-Architektur ermöglicht. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, nach einer Zeichnungsänderung zu überwachen, ob daraus resultierende Änderungen eines NC-Programms oder einer Stückliste auch tatsächlich durchgeführt werden.

Eine Triggerfunktion übernimmt die zeitliche Steuerung von Abläufen entsprechend den erkannten Prioritäten und löst entsprechende Realtime-Transaktionen oder zeitraumbezogene Verarbeitungsläufe aus. Gleichzeitig werden auch die Datenübertragungen von dem Triggerkonzept eingeleitet und überwacht.

Das hier nur skizzierte Konzept eines CIM-Handlers wird gegenwärtig am Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) entwickelt.