

Heft 58

A.-W. Scheer

CIM in den USA - Stand der Forschung,  
Entwicklung und Anwendung

November 1988

## Inhaltsverzeichnis

CIM in den USA - Stand der Forschung, Entwicklung und Anwendung

### **A. Auch in den USA ist CIM mehr als CAD/CAM**

Ergebnis 1: CIM ist mehr als CAD/CAM

Ergebnis 2: MAP: Diskrepanz zwischen Erwartungen und Realität

Ergebnis 3: Einsatz von Expertensystemen rückt in konkretere Nähe

Ergebnis 4: Unkonventionelle CIM-Anwendungen werden sichtbar

Ergebnis 5: Enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis  
begründen die Dynamik in Silicon Valley

Ergebnis 6: Deutsche Computerindustrie nutzt Dynamik von Silicon Valley

### **B. Die CIM-Anstrengungen der IBM in den USA**

1. CIM verändert die IBM-Organisation
2. CIM erfordert neue Anwendungssoftware bei gleichzeitigem Investitionsschutz für bestehende Systeme
3. IBM und CIM-Standards

### **C. CIM: Vorstufe zum Computer Integrated Enterprise (CIE)**

1. DEC-Strategie: Philosophie und Tools
2. CIM-Pionierunternehmungen
  - 2.1 LTV Aircraft Products Group, Dallas (Texas)
  - 2.2 Westinghouse Electric Corporation, College Station (Texas)
  - 2.3 DEC-Werk, Springfield (Massachusetts)
3. Zusammenfassung

### **D. CIM-Aktivitäten von Hewlett-Packard in den USA: High Tech und Common Sense**

1. Eigene Erfahrungen sind Basis für die CIM-Produktpolitik
  - 1.1 Engineering Data Base: CIM-Kette von der Entwicklung bis in die Fertigung
  - 1.2 Materialfluß: hohes Potential für Kostensenkungen
  - 1.3 Kennzahlensysteme steuern die Wirtschaftlichkeit von CIM
2. CIM-Produktstrategie von HP

Während in der Anfangsphase der CIM-Diskussion in den USA vor allen Dingen die computerunterstützte Fertigung (CAM) oder noch höchstens die Integration zu Konstruktion und Entwurf (CAD) als CIM bezeichnet wurden, setzt sich immer mehr die Erkenntnis durch, daß CIM eine Gesamtphilosophie für ein Industrieunternehmen ist.

CIM wird zunehmend mit Ausdrücken wie CIB (Computer Integrated Business) oder CIE (Computer Integrated Enterprise) gleichgesetzt oder zumindest als Vorstufe des computergesteuerten Industriebetriebes betrachtet.

Die vom Autor während seiner USA-Reisen gesammelten Erkenntnisse sind Gegenstand dieser Veröffentlichung.

### A. Auch in den USA ist CIM mehr als CAD/CAM

Auf Einladung der Nixdorf-Computer AG/Paderborn und deren Geschäftsstelle Saarbrücken besuchten Topmanager aus der Bundesrepublik wichtige CIM-Zentren aus Forschung, Entwicklung und Anwendung in den USA. Der wissenschaftliche Begleiter, Prof. Dr. A.-W. Scheer faßt in sechs Ergebnispunkten seine wichtigsten Eindrücke zusammen. Wenn diese auch keinen Anspruch auf Vollständigkeit der CIM-Szene in den USA erheben, so zeigen sie doch richtungsweisende Zustandsbeschreibungen und Trends auf, die insbesondere auch im Vergleich zur Bundesrepublik von Interesse sind.

### Ergebnis 1: CIM ist mehr als CAD/CAM

Ausstellungen wie Autofact und die einschlägige amerikanische Literatur vermittelten bisher den Eindruck, in Amerika bestehe CIM im wesentlichen aus CAD/CAM. Diese Auffassung muß jedoch revidiert werden.

David C. Penning, Director Manufacturing Automation Service der renommierten Marktforschungsunternehmung Dataquest in San José betont vielmehr die volkswirtschaftliche und unternehmensstrategische Bedeutung von CIM für die US-amerikanische Industrie. Laut Penning unterscheidet sich die amerikanische Industrie gegenwärtig von der in Japan und Europa durch einen überalterten Maschinenpark, zu hohe Lagerbestände, das Vorherrschen von Batch-Berichtssystemen, den organisatorischen Gegensatz von Produktion und kaufmännischen Funktionen, unzureichende Produktqualität sowie den Schwerpunkt der Technologie auf Entwicklung - weniger auf Anwendung.

Die wirtschaftlichen Schwierigkeiten der USA, insbesondere das hohe Außenhandelsdefizit, zwingen zu einem Umdenken: Die abnehmende Bedeutung der militärischen Stärke als internationaler Wettbewerbsfaktor hat einen stärkeren wirtschaftlichen Wettbewerb zur Folge.

Das bisher an den für die Börse erstellten Vierteljahresberichten ausgerichtete kurzfristige Denken muß durch ein mehr strategisches Investitionsmanagement abgelöst werden.

Wirtschaftlichkeitsrechnungen für Investitionen dürfen sich nicht nur an vordergründigen ökonomischen Kennzahlen (Pay-off-Periode, ROI), sondern auch an der Fragestellung ausrichten:

Was passiert mit dem technologischen Stand des Maschinenparks,  
wenn nicht investiert wird?

Diese Neuorientierung begünstigt die Einführung von CIM als ein durchgängiges Automatisierungskonzept von der logistischen Verbindung zu den Kunden ausgehend, über die Beschaffung und Produktion bis hin zur Versandlogistik. Auch wenn David Penning weltweit ein Umsatzwachstum des Marktes der Fertigungsautomation von 35 Milliarden Dollar im Jahre 1987 auf 57,1 Milliarden Dollar im Jahre 1991 erwartet, so glaubt er trotzdem, daß der Marktanteil der USA von gegenwärtig 52 % auf 49 % zurückgehen wird. Dagegen wird seiner Ansicht nach der asiatische Anteil von 20 % auf 24 % steigen. Im Vergleich dazu wird auch Europa von gegenwärtig 21 % auf 19 % absinken.

Die größte Schwierigkeit für die USA wird darin bestehen, von dem bisher vorherrschenden "einfachen" Denken in isolierten Systemen (gegenwärtig sind lediglich 4 % des Investitionswertes von installierten CIM-Komponenten verbunden) zu integrierten Systemen überzugehen, die gegenwärtig in Europa bereits 26 % und in Japan immerhin schon 15 % ausmachen (vgl. Abbildung 1). In der Entwicklung komplexer hochintegrierter CIM-Systeme liegt deshalb auch die große Chance der europäischen Industrie.

Schwerwiegende Vorurteile, die immer noch im US-Management verbreitet sind, gilt es auszuräumen; viele dieser Vorurteile sind auch in Deutschland anzutreffen.

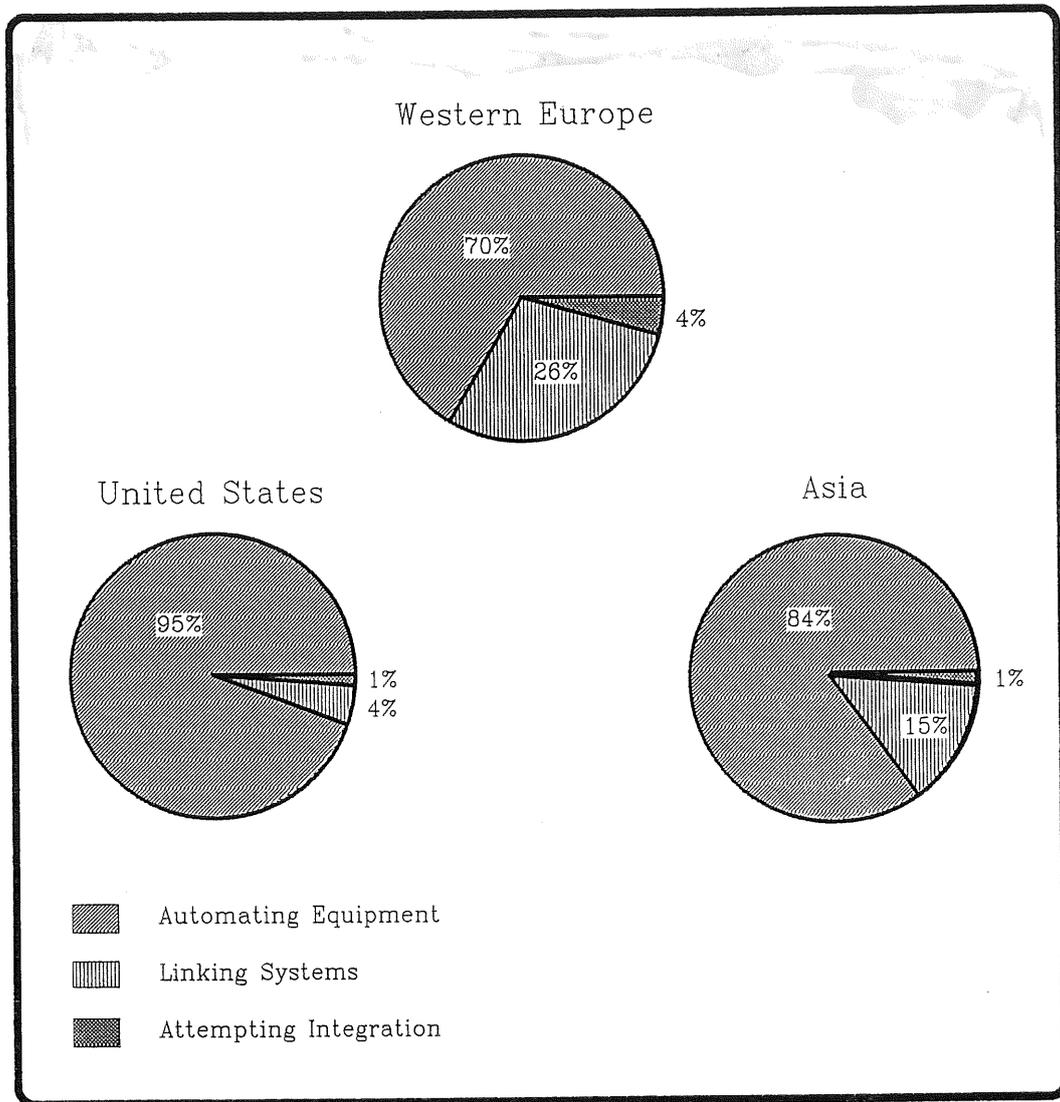


Abb. 1: Implementierungsübersicht für das Jahr 1987

Quelle: Dataquest

### 1. Vorurteil:

Arbeiter sind Gegner der Automatisierung (dagegen: Arbeiter haben Interesse an der Erhaltung ihrer Arbeitsplätze und damit an der Wettbewerbsfähigkeit ihrer Unternehmungen).

### 2. Vorurteil:

CIM ist nur für große Unternehmungen geeignet (dagegen: das Denken in konsequenten Ablaufketten ist nicht von der Unternehmensgröße abhängig; vielmehr weisen gerade kleinere Unternehmungen eine höhere organisatorische Flexibilität auf).

3. Vorurteil:

Bevor CIM eingeführt werden kann, muß die Technik weiter ausreifen (dagegen: die Technik ist bereits verfügbar; zu ihrer Anwendung darf keine Zeit mehr verstreichen).

4. Vorurteil:

Die Aufstellung einer CIM-Rahmenplanung ist relativ einfach (dagegen: die strategische Bedeutung von CIM erfordert eine grundsätzliche und sich laufend neuen Erkenntnissen anpassende Konzeption).

5. Vorurteil:

Die USA sind technologisch führend (dagegen: die USA sind im Vergleich zu Europa und Asien im Rückstand).

6. Vorurteil:

Das Management unterstützt die Industrieautomatisierung (dagegen: häufig ist das Management verunsichert und steht deshalb der Einführung von CIM abwartend gegenüber).

Die für die Produktion in den neunziger Jahren erwarteten Entwicklungen stimmen weitgehend mit den auch in der Bundesrepublik bekannten Argumenten überein:

- menschenärmere Fabriken,
- höher qualifizierte Mitarbeiter (Knowledge Workers),
- kleinere Betriebe,
- Trend zur Losgröße 1,
- intelligentere Fertigung,
- Null-Fehler-Fertigung,
- der Bereich Forschung und Entwicklung wird zum Treiber der Fertigung,
- stärkere Internationalisierung der Fertigung durch Übernahme von Standards,
- größere Kundennähe.

Das Umdenken von Automatisierungsinselfn hin zu integrierten Vorgangsketten mit konsequenter Ausrichtung des Unternehmens auf CIM zeigt sich bereits auch in der Realisierung. So hat der Hersteller von Glasscheiben Guardian Industries in

Kalifornien die gesamte Logistikkette von der Kundenauftragseinholung über die Beschaffung und Fertigung bis hin zum Versand automatisiert. Obwohl das Unternehmen extrem kundenorientiert fertigt (unterschiedliche Glasformate sowie Tönungen durch individuelle Wärmeprozesse), beträgt die Lieferzeit von dem Auftragseingang bis zur Auslieferung weniger als einen Tag.

Den Hauptkunden werden zur Auftragserteilung PCs zur Verfügung gestellt, die mit dem zentralen Rechner des Herstellers verbunden sind. Dadurch entfallen bei Guardian Industries Rückfragen und Fehlerbehandlungen der Auftragserfassung. Der Rationalisierungseffekt, der durch die Verlagerung der Auftragserfassung auf den Kunden eingetreten ist, wird als zusätzlicher Vorteil gerne hingenommen.

Der Produktionsprozeß selbst wird durch ständige Computer-Überwachung so kontrolliert, daß Ausschuß automatisch Nach-Auftragsmengen generiert, so daß auf jeden Fall der gesamte Auftrag zeitgerecht produziert werden kann. Damit werden Teillieferungen, die erhöhten administrativen Aufwand mit sich bringen, vermieden. Mit der Auftragserfassung werden auch die benötigten Verpackungseinheiten (Kisten) bei Zulieferern geordert. Während dieses zur Zeit noch über konventionelle Informationsübertragungswege abläuft, ist zum Herbst 1988 auch hier der Einsatz der elektronischen Datenübermittlung vorgesehen. Das Glasunternehmen beliefert Kunden in einem weiten Umkreis und kann dabei durchaus einen 1000 km entfernten Kunden zuverlässiger und schneller beliefern, als es der ortsansässige Konkurrent mit herkömmlicher Technologie vermag.

Die gesamte logistische Auftragskette läuft somit elektronisch unterstützt ab und wird durch keine Papierbelege begleitet.

Lediglich für Rohmaterial wird ein Lagerbestand für eine 3-Wochen-Produktion gehalten; Lagerbestände für Halbfertigfabrikate und Fertigprodukte bestehen nicht.

Zur Unterstützung dieses Systems wurde konsequent der Einsatz neuester EDV-Technologien verfolgt. Als Rechner fungiert ein leistungsfähiger Mini (von Pyramid/in der Bundesrepublik von Nixdorf als Targon-Rechner vertrieben) unter Einsatz des Betriebssystems UNIX und des relationalen Datenbanksystems ORACLE. Der Entwickler des Systems, J. R. Crum, betont besonders, daß bei der Systemgestaltung der logische Entwurf der Datenbasis im Vordergrund stand und so flexibel gestaltet wurde, daß trotz vielfältiger Weiterentwicklungen die logische Struktur bisher nicht geändert werden mußte. Bemerkenswert sind die Kernsätze von J. R. Crum, die seine Erfahrungen im Bereich der Systementwicklung widerspiegeln:

- The business philosophy and the ideas are more important than the computing.
- The system needs a champion.

Auch bei General Motors in Hamtrack (Detroit) wurde der übergreifende CIM-Gedanke deutlich. So beschäftigt man sich einerseits mit der Fertigungsautomatisierung durch Einsatz von Robotern, Qualitätssicherungssystemen usw. Gleichzeitig wird aber auch der überbetriebliche Datenaustausch mit den Zulieferern intensiviert. Mittlerweile werden bereits 30 Teile nach einem zeitnahen Abrufverfahren geordert. Hierbei werden unterschiedliche Varianten dieser Teile (unterschiedliche Farben, Materialarten, Größen usw.) bereits in der Reihenfolge geordert, in der sie vom Montageplan benötigt werden (Sequencing). Dieses bedeutet, daß die angelieferten Teile direkt vom Lastwagen auf Paletten an das Montageband geleitet und dort auftragsbezogen zugeordnet und montiert werden. Obwohl die Anzahl von 30 Teilen bei insgesamt 7.500 Teilen, aus denen ein Auto besteht, relativ gering aussehen mag, besitzt das Sequence-Ordering doch bereits eine erhebliche Bedeutung: Viele der einbezogenen Teile sind sperrig zu lagern, so daß die Einsparungen von Raum und damit auch an Lagerhandling beträchtlich sind. Typische Teile, die nach dem Sequence-Ordering-Verfahren bereits abgewickelt werden, sind Polster, Konsolen, Himmel, Sonnenblenden, Spiegel und Sicherheitsgurte.

General Motors gibt einen Satzaufbau für den Abruf vor, die Datenübertragung wird über eine direkte Online-Verbindung, über ein kommerzielles Netzvermittlungssystem sowie über Dateitransfer, abgewickelt. Je nach Inanspruchnahme eines dieser Dienste ist die sogenannte broad-cast-time (die Zeitspanne zwischen dem Einbaupunkt eines Teils abzüglich der benötigten Lieferzeit) verschieden. Sie liegt derzeit zwischen zwei und acht Stunden.

Insgesamt wird eine abgestufte Planung durchgeführt. Der Zulieferer bekommt alle vier Monate eine Grobplanung, zehn Tage vor dem geplanten Einbau eine Feinplanungsübersicht und vier bis acht Stunden vorher die genaue Reihenfolge, in der die Teile geliefert werden müssen.

Daß neben der stärkeren Computerisierung auch andere Methoden zur Fertigungssteuerung genutzt werden, zeigt die Übernahme der Qualitätszirkel aus Japan sowie die stärkere Erziehung zu einem Qualitätsbewußtsein innerhalb der Fertigung durch Ausstellung und Beschreibung der wichtigsten Konkurrenzprodukte. Das beste computerunterstützte Qualitätssicherungssystem setzt eben auch voraus, daß die Mitarbeiter über ein entsprechendes Qualitätsbewußtsein zur adäquaten Nutzung der Systemmöglichkeiten verfügen.

## Ergebnis 2: MAP: Diskrepanz zwischen Erwartungen und Realität

Für viele EDV-Anwender ist MAP (Manufacturing Automation Protocol) der Traum einer transparenten EDV-Welt, in der alle Partner miteinander kommunizieren können. Entsprechend hoch sind die Erwartungen, die mit General Motors als Promotor von MAP bezüglich des Einsatzes gehegt werden. Um so enttäuschender ist dann zu hören, daß in dem GM-Werk Hamtrack MAP lediglich als Testversion eingesetzt wird. Hierbei werden über ein Breitbandnetz sowohl der MAP-Standard 2.0 (Geschwindigkeit 5 MB) als auch der Standard 2.1 (Geschwindigkeit 10 MB) eingesetzt. Insgesamt werden von einer VAX 11/750 und einer PDP 11/24 unterschiedliche Roboter (General Motors und Cincinnati Milacron) über unterschiedliche Steuerungen (Allen Bradley und Gould) bedient (vgl. Abbildung 2). Dabei steuert die VAX 11/750 die MAP 2.1-Installation der GM-Roboter mit Allen Bradley-Steuerungen, während die MAP 2.0-Installation auf der PDP 11 den Cincinnati Milacron-Roboter über eine Gould-Steuerung kontrolliert. Hierbei werden zur Zeit lediglich Roboterprogramme übermittelt. In der Diskussion zeigte sich, daß das Nutzenpotential erst vollständig ausgeschöpft werden kann, wenn auch Daten aus Rückmeldungen automatisch abgerufen werden können und somit der Integrationseffekt voll ausgenutzt wird.

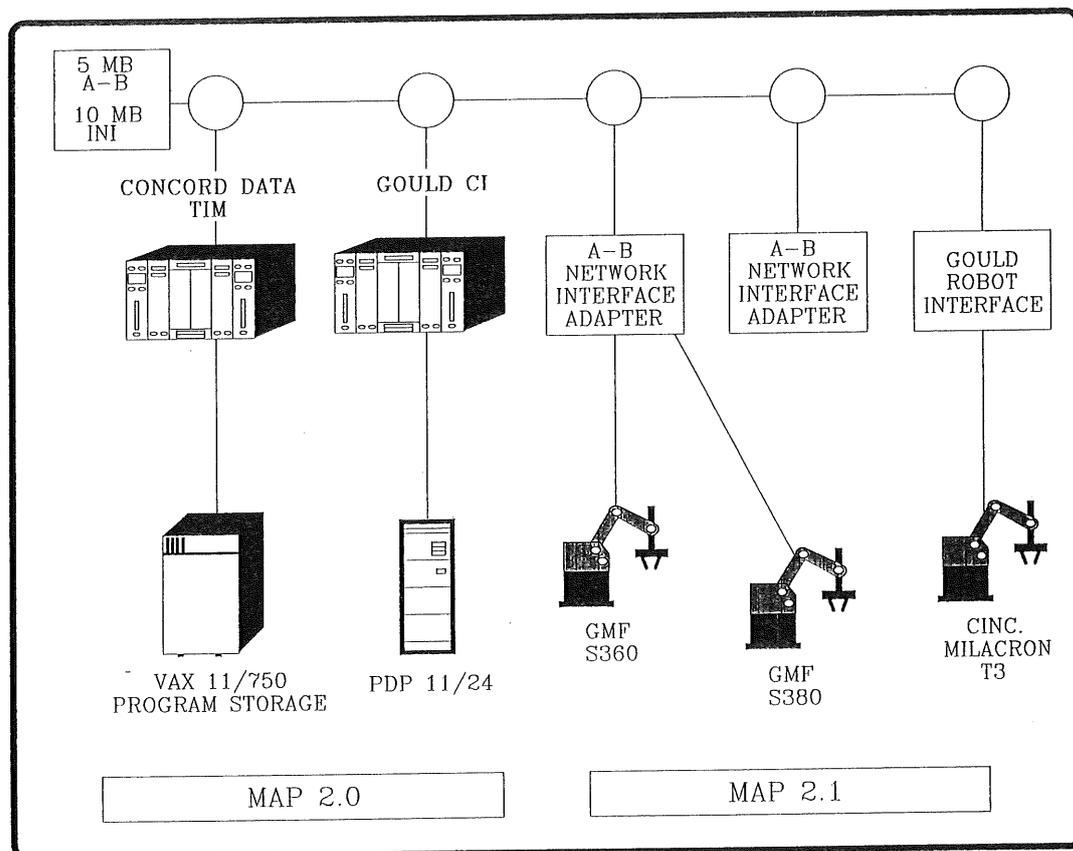


Abb. 2: Einsatz von MAP in dem GM-Werk Hamtrack

Quelle: General Motors

Die Entwicklung wird von dem zugekauften Softwarehaus EDS durchgeführt, das sich nach der Übernahme durch General Motors von einem auf kommerzielle Anwendungssysteme ausgerichteten Unternehmen auf mehr technische Fragestellungen umorientieren mußte.

Gegenüber den Schwierigkeiten der MAP-Umsetzung (General Motors scheint in Werken in Baltimore in der Realisierung bereits weiter zu sein) erscheinen die konzeptionellen Weiterentwicklungspläne teilweise zu euphorisch. Die vorsichtige Betrachtung der MAP-Realisierungen bei GM ist wohl auch auf die gegenwärtig schwierige Auftragslage in der Automobilindustrie zurückzuführen. Zumindest werden die zur Verfügung stehenden Budgets für die MAP-Realisierung eher pessimistisch beurteilt.

Auf einer Konferenz über den Entwicklungsstand von MAP, die kürzlich in San Francisco stattgefunden hat, wurde aber deutlich, daß sowohl die Automobilindustrie als auch die Flugzeugindustrie an einer schnellen Weiterentwicklung von MAP interessiert sind. So wird erwartet, daß General Motors die MAP-Version 3.0 im Juni 1988 in Baltimore einsetzen wird.

Die Flugzeugindustrie muß MAP und TOP (Technical Office-Protocol) integrieren, weil hier die enge Verzahnung der Büro- und Fertigungsbereiche zur Realisierung integrierter Ablaufketten erkannt wurde und Wirtschaftlichkeitspotentiale im Bereich der Konstruktion und Entwicklung mit Übergang in die Stücklistenverwaltung und Fertigung erwartet werden. Die gerade freigegebene Spezifikation von MAP 3.0 wurde deshalb auch sehr stark von Boeing vorangetrieben. Auch die Computerhersteller, unter anderem HP, die an sich eigene Kommunikationskomponenten anbieten, favorisieren MAP, um durch die größere Standardisierung, auch im Zusammenhang mit dem Betriebssystem UNIX, die gesamte Computerwelt zu vereinfachen und dadurch die Absatzmärkte auszuweiten. Dazu wurde von Bob George, einem Spezialisten von Dataquest, angeführt, daß künftig Computer ähnlich einfach zu bedienen sein müssen wie heute ein Auto, um sie als Massenartikel verkaufen zu können.

Der auf LAN (Local Area Networks) spezialisierte Hersteller SYTEK sieht in der viel diskutierten Entscheidung von MAP für das Token-Bus-Prinzip keine grundsätzlichen Unterschiede mehr zu dem Token-Ring-Konzept, insbesondere wenn Geschwindigkeiten im 100 MB/Sek.-Bereich erreicht werden sollen. Solche Geschwindigkeiten werden insbesondere für die Bildübertragung benötigt. Allerdings sind sie erst in der Zukunft zu realisieren. Gegenwärtig besteht eher das Problem,

Verbindungen zu Ethernet herzustellen. Hierzu können die Protokollumwandler auf PCs verlagert werden, so daß von einer Anwendung auf dem PC aus mit unterschiedlichen Netzkonzeptionen gearbeitet werden kann.

### Ergebnis 3: Einsatz von Expertensystemen rückt in konkretere Nähe

Während in früheren Jahren auf wissenschaftlichen Kongressen zu Expertensystemen nur wenige Anwendungen bzw. ihre Entwicklungen vorgestellt werden konnten, geht inzwischen die Anzahl der bekannten Entwicklungen auf dem Gebiet von CIM in die Hunderte. Viele von ihnen sind dabei allerdings noch auf sehr spezielle Fragestellungen konzentriert und besitzen Prototyp-Charakter. Trotzdem wurde sowohl von Dataquest die Entwicklung von Expertensystemen als wesentliche Entwicklungsleitlinie für CIM in den nächsten Jahren betont als auch von der Stanford University in konkreten mit der Industrie durchgeführten Entwicklungsprojekten. So arbeitet Prof. J. M. Tenenbaum vom Schlumberger Palo Alto Research Institute an einer intelligenten Entwicklungsumgebung für den Konstrukteur von Halbleitern, um ihm Hilfsmittel für den automatischen Beweis der Richtigkeit eines Chip-Entwurfs, die automatische Generierung von Testfällen, die Bewertung des Entwurfes bis hin zur Kontrolle der Einhaltung von Fabrikationsregeln zu geben. Wesentlicher Gedanke des Systems ist, daß die Regelbasis des Expertensystems vom Benutzer selbst gefüllt werden soll, so daß die Zwischenschaltung eines sogenannten Knowledge Engineers entfällt. Ein weiterer Grundgedanke des Systems ist auch, die Entwicklung zu beschleunigen, indem es gegenüber einem überladenen zentralorientierten System in mehrere kleinere Teilsysteme gespalten wird, die von den Benutzern getrennt aufgebaut werden. Dabei sind die Teilsysteme miteinander verbunden, um z. B. Widersprüche in den Regeln der Teilbereiche aufzudecken.

Auch die Idee eines "CIM-Designers", d. h. eines Konstrukteurs, der bei der Konstruktion sowohl fertigungstechnische, materialwirtschaftliche als auch Kostengesichtspunkte berücksichtigt, wird von einem geplanten Expertensystem zu realisieren versucht, so daß praktisch mehrere Experten aus Entwicklung, Arbeitsvorbereitung, Kalkulation und Fertigung zusammen "an einem Tisch" ein Produkt entwickeln können.

### Ergebnis 4: Unkonventionelle CIM-Anwendungen werden sichtbar

Während CIM bisher auf Industrieunternehmungen und hier schwerpunktmäßig auf den Maschinenbau ausgerichtet ist, werden zunehmend die Grundgedanken einer konsequent vorgangskettenorientierten Informationsverarbeitung auch in völlig anderen Bereichen erkannt. Es ist nicht auszuschließen, daß diese Bereiche zukünftig

für die Hardware-Hersteller und Systementwickler die gleiche Bedeutung erlangen werden wie es die gegenwärtig konventionellen CIM-Diskussionen besitzen. Das innovative Softwarehaus Island Graphics in San Rafael/San Francisco nannte als Beispiel hierfür die Anwendung in der Medizin.

Island Graphics hat sich unter anderem darauf spezialisiert, Schichtenröntgenaufnahmen zu digitalisieren und sie im Computer zu räumlichen Darstellungen zusammensetzen. Hierbei werden unterschiedliche Substanzen wie Knochen, Fett, Muskeln und Fleisch deutlich voneinander abgehoben. Ferner sind Manipulationen wie Drehen, Zoomen usw. möglich bis hin zur Simulation von Herzbewegungen.

Aber auch hier steht die Bildverarbeitung nicht als isolierte Anwendung im Vordergrund, die Weiterverwendung der Geometriedaten ist wie bei der mechanischen Konstruktion möglich. Die Analogie wird an einem Fallbeispiel deutlich: Der rechte Kieferknochen eines Patienten, dessen linker Unterkiefer bei einer Schießerei zerstört wurde, wurde zunächst im Computer abgebildet, dann gespiegelt und in den beschädigten Knochen eingepaßt, um daraus sofort die Fräsprogramme für die Herstellung eines künstlichen Knochenteils abzuleiten. Gerade die Medizin kann zu einem solchen unkonventionellen CIM-Anwendungsgebiet werden, bei dem auch die oben angesprochene hohe Datenübertragungsleistung zur Bildverarbeitung voll genutzt werden kann.

#### Ergebnis 5: Enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis begründen die Dynamik in Silicon Valley

Ein wesentlicher Grund dafür, daß Silicon Valley zum Mekka der Computerentwicklung geworden ist, liegt in der zeitnahen Umsetzung von Forschungs-Know-how in Produkte. Hierzu bildet die zum Teil unkonventionelle Zusammenarbeit zwischen der Industrie und den renommierten Universitäten wie Stanford und Berkley mit universitätsternen Forschungsanstalten wie Stanford Research Institute (SRI) die besten Voraussetzungen. Für einen amerikanischen Professor ist es eine von der Universitätsspitze anerkannte Leistung, Projektmittel aus der Industrie einzuwerben und produktnahe Forschung zu treiben. Unter produktnaher Forschung wird dabei verstanden, daß nicht nur Grundlagenkenntnisse und deren Umsetzung in einen Laborprototyp erarbeitet werden, sondern auch die Weiterentwicklung bis zu einem marktfähigen Produkt vorgenommen wird. Der letzte Schritt wird dabei häufig in eine schnell gegründete Unternehmung verlagert. Es ist keine Seltenheit, daß als Präsident derartiger Unternehmungen

Universitätswissenschaftler fungieren, die zunächst für die Entwicklung des Prototyps verantwortlich waren. Derartige Gedanken greifen inzwischen auch in Europa und speziell in der Bundesrepublik um sich. Die Ausstellungen von deutschen Universitätsinstituten auf der Hannover-Messe haben z. B. in den letzten Jahren in erfreulicher Weise zugenommen. Das dabei erreichte Niveau wurde ausdrücklich von amerikanischen Besuchern bestätigt. Allerdings ist für deutsche Organisationen der Forschungsförderung eine produktnahe Forschung noch ein Fremdwort: Hier muß ein Wissenschaftler heute noch darum kämpfen, daß ein beantragtes Projekt nicht in die unerwünschte Kategorie "Entwicklung" anstatt in die der "Forschung" fällt.

Die Dynamik der Innovationen in Silicon Valley führt zu einem großen Wettbewerb und kurzen Innovationszyklen. Als Regel gilt, daß die Gründer eines High Tech-Unternehmens innerhalb von zwei bis drei Jahren eine Verdreißigfachung ihres eingesetzten Kapitals erzielen wollen. Derartige Ansprüche scheinen zu einem Sport geworden zu sein. Viele der Firmengründer machen deshalb auch dieses "Spiel" gleich mehrmals mit, d. h. nach einem erfolgreichen Unternehmen, dessen Börseneinführung zur Realisierung des Gewinnes führt, wird das Geld gleich wieder in eine Neugründung investiert, um den Erfolgsfaktor in den nächsten zwei Jahren nochmal zu realisieren. Diese neue Professionalität ist dabei nicht auf das männliche Geschlecht konzentriert, auch junge Akademikerinnen werden zunehmend von dieser Dynamik gefangengenommen.

#### Ergebnis 6: Deutsche Computerindustrie nutzt Dynamik von Silicon Valley

Über den Rückstand der deutschen Computerindustrie bezüglich der Halbleiterentwicklung wird häufig berichtet. Es ist bekannt, daß die deutschen EDV-Hersteller eher "montageorientiert" sind und in aller Welt Komponenten zukaufen. Hierbei können sie die Not zur Tugend machen, indem sie weltweit nach den geeignetsten Komponentenherstellern Ausschau halten. Hierzu haben sie entsprechende Vorposten in Silicon Valley installiert. So auch die Nixdorf AG mit dem Nixdorf Technology Center in Santa Clara. Hier wird Kontakt zu Universitäten und High Tech-Unternehmungen gehalten, um geeignete Produkte ausfindig zu machen und auf ihre Verwertbarkeit oder Ergänzung in Nixdorf-Systemen zu testen. Dabei können auch Mitarbeiter direkt bei den Kooperationspartnern, z. B. im Unternehmen Pyramid als Hersteller des Targon-Rechners, eingesetzt werden.

Die deutsche Gründlichkeit, welche sich darin ausdrückt, daß vor der Übernahme eines Produktes ausführliche Tests durchgeführt werden, hat allerdings zur Folge, daß gegenüber dem Einsatz auf dem amerikanischen Markt eine erhebliche Zeitspanne, in der Regel über ein Jahr, verstreicht. Hierin zeigt sich auch die Mentalität der unterschiedlichen Märkte. Der amerikanische Kunde ist stolz darauf, Pionieranwender einer Neuentwicklung zu sein und nimmt damit Kinderkrankheiten bewußt in Kauf. Der deutsche Kunde verlangt dagegen von vornherein ein ausgereiftes Produkt, so daß der Anbieter entsprechende Qualitätssicherungsmaßnahmen zu treffen hat.

Obwohl die deutsche DV-Industrie, und hierbei stellt Nixdorf keine Ausnahme dar, aus Silicon Valley großen Nutzen zieht, ist diese Kooperation für die deutsche Volkswirtschaft insgesamt nicht ohne Alarmsignal. So ist sicherlich problematisch, daß, um arbeitsrechtlichen Einengungen in der Bundesrepublik zu entgehen, beschleunigte Entwicklungen, bei denen "rund um die Uhr" gearbeitet werden muß, nach Silicon Valley vergeben werden. Generell ist zu fragen, warum in der Bundesrepublik nicht eine ähnliche Begeisterung, Innovationskraft, Einsatzfreude und Pioniergeist wie in Silicon Valley zu finden sind. Die in den letzten Jahren von fast allen Bundesländern initiierten Förderungsprojekte für Technologie lassen hoffen, daß auch in der Bundesrepublik die Entwicklungs-Wertschöpfungen in der Industrie zunehmen.

## B. Die CIM-Anstrengungen der IBM in den USA

Auf seiner zweiten CIM-Study-Tour besuchte der Verfasser die wesentlichen CIM-Centren der IBM in den USA:

- In der Geschäftseinheit "Manufacturing System Products (MSP)" in Boca Raton/Florida werden die IBM-Strategie und die Produkte für den Bereich der computergestützten Fertigung (CAM) entwickelt.
- In dem Laboratorium der IBM in Atlanta wird Anwendungssoftware für die CIM-Komponente "Produktionsplanung und -steuerung" konzipiert und entwickelt.
- Das Laboratorium in Santa Teresa (Kalifornien) ist verantwortlich für die Entwicklung und Wartung der IBM-Datenbanksysteme sowie der Software-Entwicklungs-Tools.
- In dem hochautomatisierten CIM-Werk für Schreibmaschinen und verwandte Produkte in Lexington (Kentucky) sind wesentliche Erfahrungen der IBM als CIM-Anwender gemacht worden.

Im folgenden werden Eindrücke, die aus Präsentationen und Diskussionen mit leitenden Entwicklern gewonnen wurden, zusammengefaßt. Hierbei wird auch die Veränderung des CIM-Gedankens bei der IBM besonders herausgestellt. Aufgrund seiner Kontakte zu IBM ist der Verfasser in der Lage, diese Weiterentwicklung, insbesondere während der vergangenen drei Jahre, zu beurteilen.

### 1. CIM verändert die IBM-Organisation

Zu Beginn des Jahres 1985 wurde in den Entwicklungslaboratorien für CIM-Komponenten noch weitgehend isoliert gearbeitet, in der Zwischenzeit ist jedoch eine Straffung der Organisation zur Entwicklung einer einheitlichen CIM-Strategie für Hard- und Software erkennbar. Beispielsweise wurde 1985 in dem Entwicklungszentrum für PPS-Systeme in Atlanta kaum über Schnittstellen zu anderen CIM-Komponenten nachgedacht, inzwischen ist die PPS-Entwicklung aber unter ein einheitliches organisatorisches CIM-Dach gestellt worden. Die direkte Verantwortung für die CIM-Strategie und Produktentwicklung reicht bis in die Ebene der Vizepräsidenten. Obwohl die Entwicklungszentren für CAM, PPS und Tools mehrere tausend Kilometer voneinander entfernt sind, besteht dank der Nutzung der internen Kommunikationswege (Electronic Mail, Electronic Conferencing) und der Selbstverständlichkeit des Verkehrsmittels Flugzeug eine rege Kommunikation. Die

Organigramme für CIM-Verantwortlichkeiten scheinen geklärt und auf das gemeinsame Ziel, CIM als Gesamtkonzept zur Steuerung von Industrieunternehmen zu begreifen, ausgerichtet.

Auch bei der IBM ist deutlich zu sehen, daß CIM mehr ist als PPS/CAD/CAM. Dieses wird an der alle Funktionen eines Industriebetriebes umfassenden Funktionsarchitektur deutlich. In diese Architektur ist in Boca Raton die Entwicklung von CAM-Systemen und in Atlanta die Entwicklung von PPS-Komponenten eingeordnet. Durch die Ausweitung der Sichtweise wird zum Beispiel deutlich, daß dem PPS-System COPICS der IBM bisher die Verknüpfung zur Finanzbuchführung und Kostenrechnung gefehlt hat. Der CIM-Gedanke ermöglicht hier, den Zusammenhang zu den kaufmännischen Funktionen herzustellen. Andererseits wird deutlich, daß der IBM bisher für die Anwendungen in der Fertigung die adäquate Hardware- und Anwendungssoftware-Strategie gefehlt hat. Mal war Anwendungssoftware für die Fertigungssteuerung vorhanden, so z.B. das Paket PM+C auf der Serie 8100, aber die Hardware erwies sich als wenig geeignet; dann wurde mit der Serie S/1 Hardware für fertigungsnahe Anwendungen angeboten, aber keine dazu passende Anwendungssoftware. Nun wird mit der Ausrichtung auf die 370-Architektur für Host-Anwendungen und der PC-Architektur im weitesten Sinne eine durchgängige Konzeption für zeitnahe Anwendungen vorgestellt. Hardware, Systemsoftware, Tools und Anwendungssoftware unterstützen dabei ein einheitliches CIM-Konzept. Allerdings erscheint dieses gegenwärtig insbesondere auf dem Gebiet der PC-Architektur noch nicht in jedem Fall ausreichend - hier sind wohl noch Weiterentwicklungen zu erwarten.

Die weite Fassung des CIM-Begriffes ist für die IBM ein Entwicklungsprozeß gewesen. Dieses wird auch in dem CIM-Werk der IBM in Lexington deutlich, wenn dort von CIB (Computer Integrated Business) gesprochen wird, um die grundsätzliche Ausrichtung des Werkes auf computerunterstützte Automatisierung deutlich zu machen. Die Entstehungsgeschichte des Werkes ist deshalb auch ein typisches Beispiel dafür, wie CIM die Unternehmensstrategie in der Industrie verändert.

In der 1956 gegründeten Fabrik wurden bis Anfang der achtziger Jahre elektrische Schreibmaschinen produziert. Bereits Ende der siebziger Jahre wurde aber der starke Konkurrenzdruck aus Europa und Japan bezüglich Qualität und Preis zu einem Problem: Während 1979 lediglich neun wichtige Wettbewerber gezählt wurden, wuchs die Anzahl bis 1986 auf vierzig an. Damit stellte sich Ende der siebziger Jahre die Alternative, aus dem Markt der Schreibmaschinen auszusteigen oder aber den Wettbewerb mit neuen Produkten und neuen Fertigungsverfahren aufzunehmen. Das Ergebnis einer Task Force lag 1981 vor und schlug eine stärkere Elektronisierung des Produktes bei gleichzeitiger hochautomatisierter Fertigung vor. Die

Umstrukturierung der Fabrik, welche erst nach sechs Jahren abgeschlossen werden konnte, kostete 350 Millionen Dollar. Die Anzahl der Mitarbeiter sank in dieser Zeit von rund 6.500 auf etwa 5.000. Die Produktion der traditionellen Erzeugnisse wurde parallel zum Aufbau der neuen Produktlinien weitergeführt.

Es wurde das Ziel aufgestellt, die neuen Produkte zu einem Drittel des bisherigen Preises bei gleichzeitig erhöhtem Funktionsumfang der Erzeugnisse und erhöhter Qualität herzustellen. Dazu wurde die Anzahl der mechanischen Teile drastisch reduziert und die Modellvielfalt auf sieben wesentliche Produktarten heruntergeschraubt. Durch konsequente Gruppentechnologie wird ein hoher Anteil von Mehrfachverwendungsteilen erreicht. Das heutige Produktionsprogramm umfaßt im wesentlichen elektronische Schreibmaschinen, Druckerschreibmaschinen und Drucker-Workstations.

Obwohl beim Aufbau der Fabrik eine geschlossene CIM-Philosophie, wie sie heute als Lehrbuchwissen besteht, noch nicht vorlag, wurden wesentliche Grundsätze bereits realisiert. Dieses sind:

- frühe Einschaltung der Fertigung in Konstruktion und Entwicklung,
- Übergang von Werkstattfertigung zu Prozeßfertigung,
- drastische Reduktion der Lagerbestände.

Dave Ellmann, der diesen Entwicklungsprozeß begleitet hat, drückte den vorhergehenden Zustand folgendermaßen aus: "Selbst nach einem Weltuntergang hätten wir noch Vorräte genug gehabt, um 90 Tage weiterproduzieren zu können." Heute wird dagegen abgestuft nach Teilearten lediglich ein Vorrat mit Reichweiten von rund zwanzig Tagen bis weniger als einem Tag gehalten. Es wird keine durchgehende "Just-in-Time"-Beschaffung verfolgt, sondern eine "Realtime-Delivery"-Politik, um bei niedrigwertigen Teilen auch Bündelungseffekte größerer Bestellmengen realisieren zu können.

Die geringeren Lagerreichweiten erfordern eine höhere Qualitätstreue der Lieferanten. Dieses wird durch eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Werk und seinen Lieferanten zu erzielen versucht. Rund 80 % der Wareneingänge werden nicht mehr einer Eingangskontrolle unterzogen, diese ist in die Endkontrolle der Zulieferer verlagert worden. Die Anzahl der Lieferanten wurde von zunächst 1.000 auf rund 700 gesenkt; geplant wird eine weitere drastische Reduktion auf rund 60 Lieferanten. Dieses verringert gleichzeitig auch den Verwaltungsaufwand, der früher bei einer Vielzahl von Lieferantenbeziehungen entstand.

Zur Unterstützung der konsequenten Automatisierung werden für die Vorfertigung der Teile hochautomatisierte Fertigungseinrichtungen eingesetzt. Für die Montage sind 154 IBM-eigene Roboter im Einsatz.

Die Hardware-Landschaft wird durch zwei Systemumgebungen gekennzeichnet: Für die planerischen Funktionen werden Systeme der 370-Architektur eingesetzt, während für die Fertigungssteuerung rund 170 Computer des Prozessorchitecturs S/1 mit dem Betriebssystem EDX installiert sind (vgl. Abbildung 3).

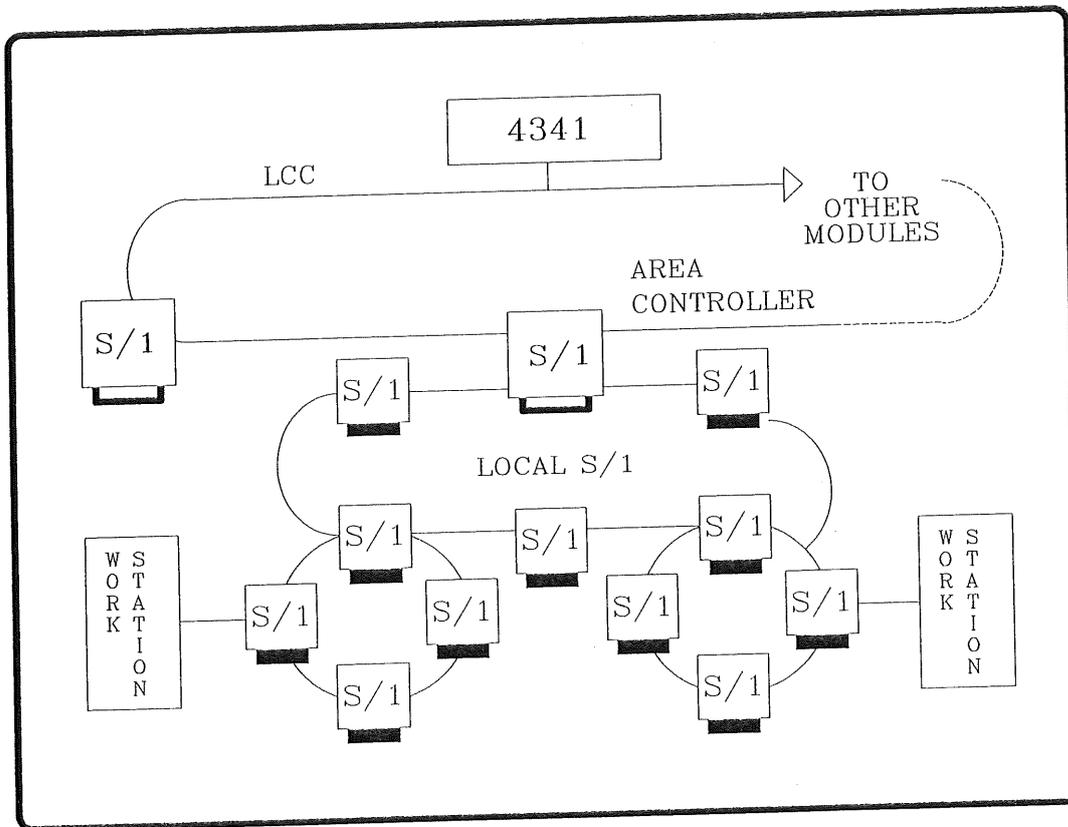


Abb. 3: Rechnerstruktur im IBM-Werk Lexington (USA)

Quelle: IBM

Der Automatisierungseffekt lässt sich auch aus dem Vergleich der Kostenstrukturen ablesen. Während 1982 die Proportionen zwischen Overhead, Lohnkosten und Materialkosten 42 % zu 10 % zu 48 % betragen, verschob sich diese Relation bis 1986 auf 18 %, 5 % und 77 %. Die Straffung der Abläufe durch konsequentes Denken in Prozessketten sowie der Abbau von Lagerbeständen hat insbesondere die Gemeinkosten und Lohnkosten reduziert.

Das Denken in Prozessketten wird durch eine neue Aufbauorganisation nach dem Objektprinzip unterstützt. Dem Werksleiter unterstehen Produktmanager, die jeweils innerhalb ihres Produktprogrammes sowohl für Konstruktion, Entwicklung und

Fertigung verantwortlich sind. Die Kommunikation zwischen den Produktbereichen wird über

- eine gemeinsame technische Datenbank für Teile und Arbeitspläne,
- den Einsatz gleicher EDV-Werkzeuge (CAD-Systeme) und
- die Benutzung der gleichen Fertigungseinheiten hergestellt.

Insgesamt verlassen täglich 5.500 Fertigprodukte das Werk.

Die Rechner der Serie S/1 sind in eine CIM-Architektur eingebettet, für die eine Bereichs-, Fertigungszellen- und Betriebsmittelebene definiert ist (vgl. Abbildung 4). Damit wird der Funktionsarchitektur von Bereichsaufgaben, Zellenfunktionen und Betriebsmittelsteuerung Rechnung getragen. Die Steuerungssoftware wurde weitgehend selbst entwickelt. Das dabei erarbeitete Konzept dient heute als Grundlage für den Entwurf neuer Standardsoftware in Boca Raton. Um den unterschiedlichen Anforderungen verschiedener Montagesysteme und Fertigungseinheiten Rechnung zu tragen, wurde keine starre Steuerungssoftware entwickelt, sondern eine Art Werkzeugkasten, der die Entwicklung dedizierter Steuerungssysteme unterstützt. In dem Werkzeugkasten PACS sind insbesondere Prozessoren zur Kommunikation mit unterschiedlichen Maschinensteuerungen und zur Kommunikation mit anderen Systemeinheiten sowie zur Verwaltung von Produktions-

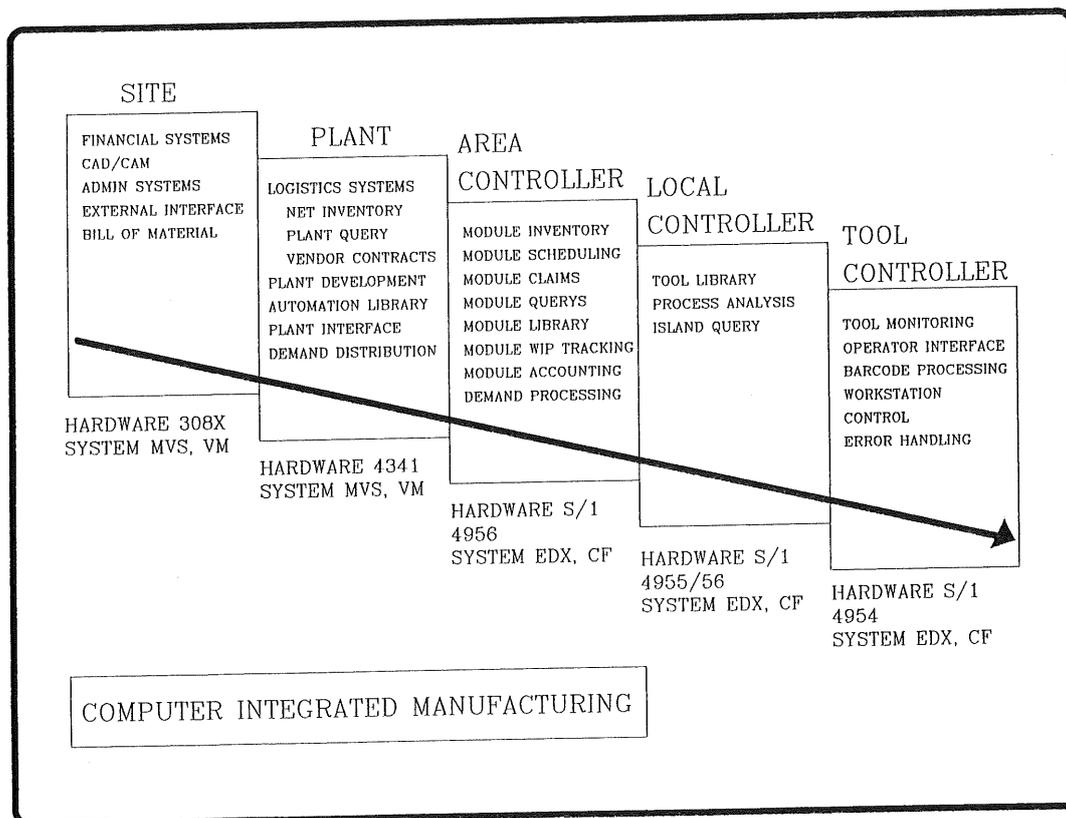


Abb. 4: Funktionsverteilung auf Hardware-Ebenen im IBM-Werk Lexington (USA)  
Quelle: IBM

daten enthalten. Das System PACS dient als Vorlage für den heute in Boca Raton entwickelten Werkzeugkasten mit sogenannten "Enablern" zur Entwicklung von CAM-Anwendungssoftware.

Neben der Software zur Steuerung der Fertigung bestehen Simulationsmodelle, um die Fabriken in ihrer Fertigungsauslegung zu optimieren, Engpässe innerhalb der Produktion zu erkennen usw.

Aus deutscher Sicht sind in der Fertigungsorganisation auch überraschende Faktoren festzustellen. So ist es immer wieder erstaunlich, wie in den USA neben hochautomatisierten Systemen auch herkömmliche Fertigungsvorgänge bestehen bleiben, wenn diese aus Kostengesichtspunkten sinnvoll sind, während in Deutschland eine konsequentere Durchgängigkeit bereits aus Gründen einer "technischen Ästhetik" angestrebt wird.

Das Gesamtsystem zeigt aber eine überzeugende Realisierung der CIM-Philosophie und macht deutlich, wie CIM das Fabrikdesign, die Aufbau- und Ablauforganisation sowie das Zusammenspiel zwischen Konstruktion, Fertigung und Business-Prozessen verändert.

Es bleibt der Eindruck, daß Lexington zwar die richtige Fertigungsphilosophie besitzt und interessante Ansätze für die Anwendungssoftware entwickelt hat, aber bezüglich der Hardware auf das falsche Pferd gesetzt hat.

## 2. CIM erfordert neue Anwendungssoftware bei gleichzeitigem Investitionsschutz für bestehende Systeme

Mit dem SAA (Systems Application Architecture)-Konzept hat die IBM nicht nur ihren Kunden die Portabilität von Anwendungssoftware über die Systemarchitekturen 370, /3X und PC (PS/2) versprochen, sondern auch für sich selbst eine Möglichkeit aufgezeigt, um sich aus den eigenen Problemen ihrer Hard- und Systemsoftware-Vielfalt zu befreien. Nach dem SAA-Konzept entwickelte Software ist bezüglich Programmiersprache, Dialoggestaltung und Datenbankeinsatz an Standards gebunden, die von den drei genannten Systemfamilien unterstützt werden.

Die gegenwärtige Welt der Anwendungssoftware innerhalb der IBM ist dagegen heterogen. Bezüglich Produktionsplanung und -steuerung wird auf der 370-Architektur das System COPICS angeboten und auf der /3X-Architektur das System MAPICS II. Beide Systeme entsprechen in ihrer funktionalen Ausrichtung dem Standard gegenwärtiger PPS-Systeme, d. h. es werden vor allen Dingen die mittelfristige

Material- und Zeitwirtschaft unterstützt, dagegen fehlt im Bereich der zeitnahen Fertigungssteuerung eine adäquate Lösung. Gleichzeitig sind beide Systeme Host-orientiert, d.h. eine mehrstufige Hardware-Architektur, wie sie für CIM erforderlich ist, wird nicht unterstützt.

Für die Zukunft wird aber die in Abbildung 5 dargestellte Funktionsarchitektur vorgeschlagen. Die Verbindungen zur Funktionsarchitektur Lexington sind nicht zu übersehen. Hierbei werden oberhalb des LAN (Local Area Network) Systeme der 370-Architektur eingesetzt, während unterhalb des LAN auf der fertigungsnahen Ebene PC-Architekturen dominieren. Allerdings ist die Hardware der Bereichsrechner (Area Control) von der IBM noch nicht eindeutig festgelegt; hier wird sowohl der Einsatz von Systemen des Typs 9370 als auch von PC-Systemen für möglich gehalten.

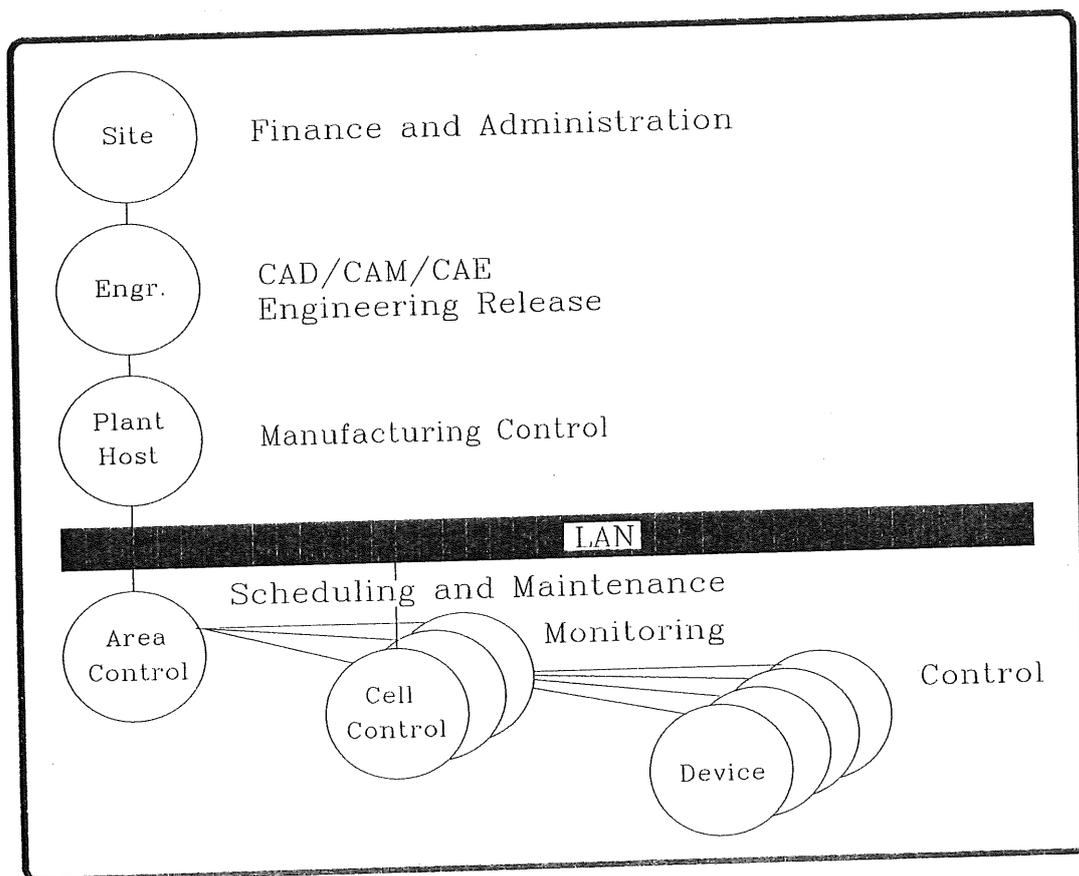


Abb. 5: CIM-Ebenenkonzept der IBM  
Quelle: IBM

Auf der Planungsebene sind die genannten PPS-Systeme bereits vorhanden, auf der Steuerungsebene hingegen sind noch keine bindenden Entscheidungen getroffen. Hier kann man deshalb die Not zur Tugend machen und unabhängig von bereits vorliegenden Lösungen in neue Entwicklungen eintreten. Dazu wird, auf den Erfahrungen der Fertigungssteuerung in Lexington aufbauend, die Konzeption von sogenannten "Enablern" verfolgt. Diese werden insbesondere für die neue PC-Familie

PS/2 entwickelt, um dort auch die SAA-Architektur ausnutzen zu können. Ein Prototyp des Enablers wird gegenwärtig bei Ford bereits eingesetzt. Gleichzeitig wird mit Nachdruck in Santa Teresa an einer Softwareproduktionsumgebung gearbeitet, die den Software-Entwicklungsprozeß von den frühen Entwurfsphasen bis zur Codegenerierung unterstützen soll.

Der Handwerkskasten der Enabler soll neben den Kunden auch Software-Häusern zur Entwicklung spezieller Anwendungssoftware im Bereich CAM dienen. Hiermit wird dem Trend gefolgt, daß auf der Ebene der Steuerung von Fertigungszellen in den nächsten Jahren immer stärker spezialisierte Systeme gefordert werden, so daß eine einheitliche Anwendungssoftware nicht mehr möglich sein wird.

Neben Software-Tools zur Erstellung von Anwendungen wird auch die Kommunikation zwischen Zellenrechnern und unterschiedlichen Steuerungen unterstützt (vgl. Abbildung 6). Realtime-Anforderungen werden durch die RIC (Realtime Interface Controller) erfüllt.

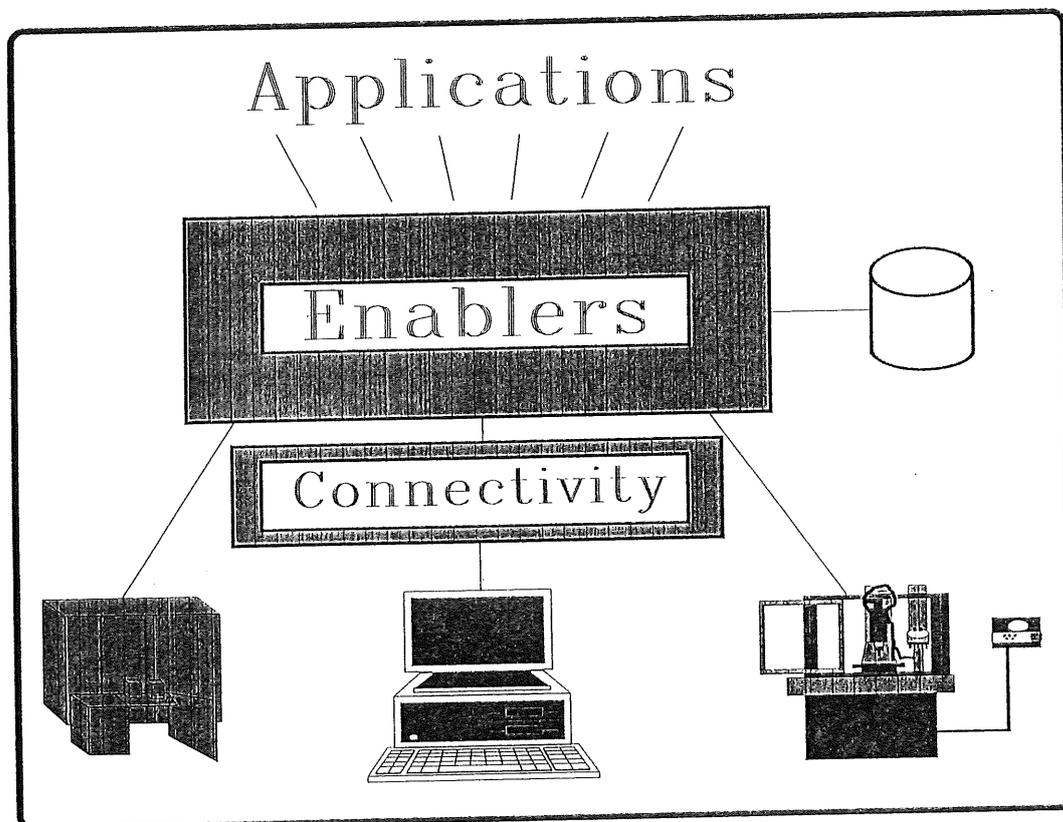


Abb. 6: Enabler-Software-Prinzip

Quelle: IBM

Auf der CAM-Ebene ist es der IBM freigestellt, neue Konzeptionen zu entwickeln, auf der Planungsebene hingegen ist IBM an den Investitionsschutz der installierten COPICS- und MAPICS-Systeme gebunden.

Dabei entstehen auch für den Bereich Produktionsplanung und -steuerung neue konzeptionelle Ansätze.

Gleichzeitig werden aber auch die bestehenden COPICS- und MAPICS-Systeme um noch fehlende Komponenten ergänzt. Gerade COPICS, das in den letzten Jahren eher vernachlässigt wurde, erfährt neue Entwicklungsunterstützung. Dieses betrifft zum Beispiel Moduln für die Fließfertigung oder die Anbindung von Fertigungssteuerungssystemen, indem das frühere auf der 8100-Serie angebotene System PM+C in der Zwischenzeit auch für COPICS und MAPICS verfügbar ist.

Neue PPS-Architekturen werden aber bereits durch Schlagworte wie portable Applikationen, Endgeräte-Unabhängigkeit, Datenzugriffsunabhängigkeit und Betriebssystem-Unabhängigkeit deutlich. Gleichzeitig wird die Philosophie eines Stufenplanungskonzeptes, wie sie für gegenwärtige PPS-Systeme typisch ist, verlassen und zu einer prozeßorientierten Betrachtungsweise, wie sie für CIM gilt, ersetzt. Eine erste Anwendung dieses PPS-Konzeptes, das durch den Begriff AMS (Advanced Manufacturing Systems) umschrieben ist, wird in der Entwicklung eines Engineering-Management-Systems bereits deutlich. Hier wird für die Teileverwaltung eine "Engineering Data Base" unter Einsatz einer relationalen Datenbank entwickelt, um eine einmal gespeicherte Produktbeschreibung aus unterschiedlichen Sichten wie Konstruktion, Fertigung und Vertrieb mit Hilfe der View-Technologie darzustellen. Der Prozeßgedanke wird unterstützt, indem ein konstruktives Entstehungs- und Änderungsmanagement für Teile durchgängig verfolgt wird.

Damit wird offensichtlich, daß den Datenstrukturen beim Entwurf von CIM-Systemen höchste Bedeutung zukommt. Gerade durch die stärkere Verfügbarmachung von Tools, Sprachen der 4. Generation usw. wird die Benutzerschnittstelle zur EDV zunehmend vereinfacht - um so wichtiger werden mächtige und flexible Datenbanken, auf die diese Tools wirksam aufgesetzt werden können. Aus diesem Grunde gehört zur CIM-Software-Architektur auch die Forderung, Daten unabhängig von den Anwendungen zu konstruieren und ihre Konsistenz zu bewahren: Auf die Teilebeschreibung in der Engineering Data Base greifen unterschiedliche Anwendungen zu; die Datenkonsistenz wird außerhalb dieser Anwendungen gepflegt. Durch das Herausziehen von Funktionen auf unterschiedliche Hardware-Ebenen bis hin zu intelligenten Workstations wird die Datenbasis zum Rückgrat integrierter Systeme.

Das Tuning des relationalen Datenbanksystems DB2 in Santa Teresa macht eine solche Entwicklung auch technisch möglich: Während 1985 noch 20 Transaktionen pro Sekunde eine gute DB2-Leistung waren, ist sie inzwischen bei über 100 Transaktionen pro Sekunde angelangt.

Insgesamt ergeben sich somit drei Softwarestrategien:

- Einsatz von Enablern als Integrationswerkzeuge und Entwicklung von Software-Erstellungswerkzeugen für bisher noch nicht abgedeckte Anwendungen,
- Erweiterung der bestehenden Anwendungssysteme durch noch fehlende Moduln und
- Konzipierung einer neuen Software-Generation auf der Grundlage neuer Software-Tools, die durch die SAA-Architektur abgestützt sind.

Dieses Vorgehen wird durch Erfahrungen in den eigenen Werken beim Einsatz der Prototypen und durch die Zusammenarbeit mit wichtigen Pionierunternehmungen des amerikanischen Marktes begleitet. So sind bereits bei General Motors beim Einsatz der Engineering Data Base Versuche gefahren worden, um die Datenbank-Performance zu testen. Insgesamt werden in zehn CIM-Implementierungsfeldern Kooperationsprojekte mit amerikanischen Großunternehmen wie Ford, Boeing, General Motors usw. durchgeführt.

### 3. IBM und CIM-Standards

Der Marktführer hat sich beim Umgang mit sogenannten offenen Standards immer schwer getan. Sofern er die Marktmacht ausnutzen kann, ist er naturgemäß bestrebt, seine eigenen Standards zum Industriestandard durchzudrücken. Dieses ist ihm zum Beispiel im Bereich der Netzwerke durch das SNA-Konzept weitgehend gelungen.

Auch die PC-Welt hat den IBM-Standard in den letzten Jahren akzeptiert. Für relationale Datenbanksysteme setzt sich zunehmend SQL durch. Ob der IBM eine ähnliche Wirkung mit dem SAA-Konzept gelingt, ist noch offen. Auch die Durchsetzung des neuen PS/2-Betriebssystems OS/2 für PCs ist noch ungewiß.

Dagegen ist der Marktführer durchaus bereit, auf solchen Feldern, auf denen er selbst keinen Standard anbieten kann, offene Standards zu akzeptieren. Dieses gilt beispielsweise für die LAN-Anwendungen im Bereich der Fertigung. Hier unterstützt IBM nachdrücklich das MAP-Konzept. Dagegen verhält sich IBM gegenüber UNIX weiterhin noch zurückhaltend.

## C. CIM: Vorstufe zum Computer Integrated Enterprise (CIE)

### 1. DEC-Strategie: Philosophie und Tools

Bei der Präsentation der CIM-Strategie im CIM-Marketing-Center in Marlboro (Massachusetts), in dem die wesentlichen Inhalte der DEC-CIM-Strategie geschmiedet werden, gingen Manager Jack Conaway und Nik Afentakis zunächst auf die generelle Architektur von Industrieunternehmungen ein. Ein Unternehmen, das sich in Richtung CIM entwickeln will, benötigt eine Strategie für die Unternehmenskonzeption (Organisation, Funktions- und Datenarchitektur) sowie zur physischen Implementierung, die aus den vier Ebenen:

- User Layer (Benutzerschnittstelle)
- Processing Layer (Anwendungs- und Verarbeitungsebene)
- Data Layer (Speicherung und Datenzugriff)
- Communication Layer (Netzwerk)

besteht.

Mit Aussagen wie "CIM besteht zu 70 % aus Organisation und zu 30 % aus Technologie" oder "Business drives your technology" sowie durch die Betonung des Ineinandergreifens von Unternehmensstrategie, Technologie und Mitarbeiterpotential wird die Dominanz der konzeptionellen Ebene für CIM besonders herausgestellt. Durch die Entwicklung von Musterlösungen (frame works) eines Unternehmensmodells sollen Anwender beim Entwurf ihrer CIM-Konzeption unterstützt werden. Auch das System "Top Mapping", mit dem ein Unternehmen seine Probleme innerhalb der Informationsverarbeitung identifizieren und zu einer - wenn auch recht globalen - Konzeption verdichten kann, wird angeboten.

Es wird aber deutlich: DEC sieht sich in den USA noch nicht als Unternehmensberater oder Generalunternehmer für CIM, sondern als Anbieter von integrierbaren CIM-Werkzeugen.

Hier mag neben dem Mangel an qualifizierten CIM-Anwendungsexperten auch die Historie als auf Hardware und Systemkomponenten ausgerichteter EDV-Anbieter eine Rolle spielen. Das vom Anwender verlangte Beratungs-Know-how für CIM-Konzeptionen und die Entwicklung von Anwendungslösungen wird durch die Zusammenarbeit mit Beratungs- und Softwarehäusern bereitgestellt. Hier bestehen für die einzelnen CIM-Komponenten konkrete Empfehlungen bis auf die Produktebene, so z. B. für Betriebsdatenerfassung, Steuerung von Fertigungszellen,

PPS-Systemen, Simulationssoftware, Spracherkennung usw. Daß damit aber eine gewisse Abhängigkeit vom qualitativen und quantitativen Niveau der Berater gegeben ist, ist dem DEC-Management bewußt. Dieses macht sich insbesondere bei der Zusammenarbeit mit großen CIM-Pilotanwendern bemerkbar. Hier setzt man deshalb eigene CIM-Spezialisten bei den Anwendern ein. So arbeitet z. B. das DEC-Application Center for Technology in Dallas mit dem Luftfahrtunternehmen General Dynamics an einer Factory of the Future. Rund 25 professionelle CIM-Berater von DEC werden zur direkten Kundenbetreuung eingesetzt.

Das heute bereits zur Standardausstattung eines CIM-Beratungszentrums gehörende CIM-Demonstrationsobjekt fehlt auch im DEC-Center in Dallas nicht: Ein Modell bestehend aus Transportstrecke, Roboter und Bearbeitungszentrum soll interessierten Anwendern die Vorteile einer CAM-Integration zeigen. Allerdings werden hierbei die Probleme von DEC deutlich: einmal das Wissen um die hohe Bedeutung strategischer und konzeptioneller CIM-Fragen, andererseits aber die Fokussierung der eigenen Produkte auf die physische Ebene und hierbei insbesondere auf die Betonung der CAM-Komponente von CIM.

Auch bei der Demonstration der konkreten CIM-Architektur von DEC im Head Quarter in Marlboro steht die Unterstützung der physischen CIM-Architektur im Vordergrund. DEC vertritt die Philosophie der Verknüpfung heterogener Hardware- und Betriebssysteme über offene Standards. Dabei können die Standards unternehmenseigen, defacto oder international abgesichert sein.

Ein Auszug der von DEC unterstützten Standards und ihre Zuordnung zu den Ebenen der physischen CIM-Architektur sind in Abbildung 7 dargestellt.

Während früher in einem Anwendungsprogramm alle vier Ebenen organisiert werden mußten, liegt das Schwergewicht bei der Anwendungsentwicklung innerhalb der DEC-Architektur auf der Gestaltung der Anwendungs-/Prozeßebene. Die anderen Ebenen werden durch mächtige standardisierte Operatoren unterstützt. Bei den auf der Anwendungs-/Prozeßebene angegebenen Standards handelt es sich dagegen weitgehend um Formatabsprachen für den Datentransfer (z. B. IGES zwischen verschiedenen CAD-Systemen, EDIF für den überbetrieblichen Datenaustausch und CLDATA zwischen CAD- und CAM-Systemen).

Die Favorisierung von SQL betont den Siegeszug der relationalen Datenbankphilosophie.

Mit der Unterstützung von SNA wird dem Tatbestand, daß viele DEC-Anwendungen in IBM-Host-Umgebungen installiert werden, Rechnung getragen.

Bezüglich der Betriebssystementwicklung verhält sich DEC inzwischen offener. Zwar dominiert weiterhin VMS als ausgereiftes Betriebssystem mit entsprechendem Anwendungssoftwaremarkt, jedoch wird zunehmend auch UNIX bzw. die DEC-Version

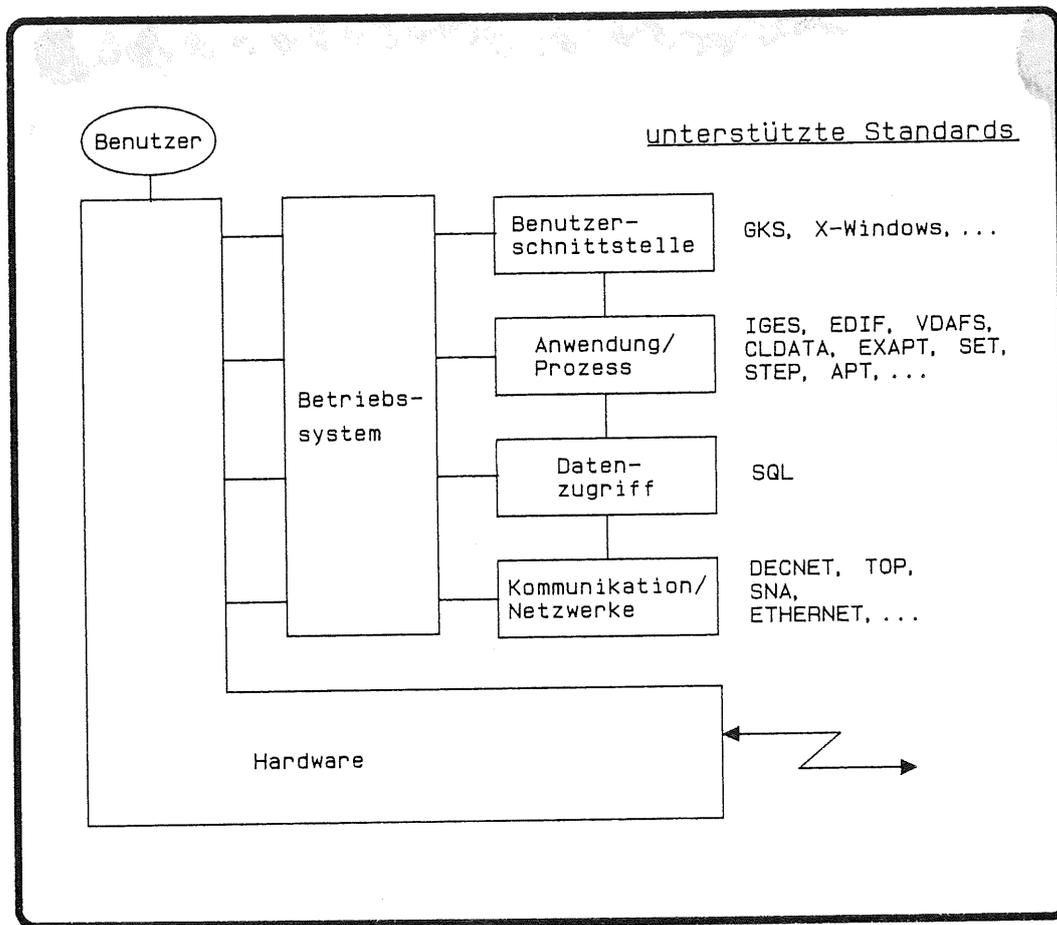


Abb. 7: DEC CIM-Architektur (Physische Ebene)

ULTRIX unterstützt. Es ist bekannt, daß DEC zur Zeit erhebliche Ressourcen in die Entwicklung von ULTRIX steckt. Der gegenwärtig bereits verfügbare Filetransfer zwischen ULTRIX und VMS wird sicher bald durch komfortablere Schnittstellen ergänzt.

Es bleibt aber festzuhalten: DEC fühlt sich in den USA primär für die Unterstützung der physischen Realisierung von CIM-Projekten ihrer Kunden verantwortlich.

Inhaltliches CIM-Know-how und Anwendungssoftware werden durch Partner angeboten. Hier ist wohl die deutsche DEC-Organisation bereits weiter, da durch das verstärkte Angebot an Anwendungssoftware zunehmend auch die Verantwortlichkeit für fachliche Problemlösungen übernommen wird.

DEC hat zwar für die eigenen Werke Empfehlungen für die Automation entwickelt, eine unternehmensweite CIM-Konzeption gibt es jedoch noch nicht. Vielmehr wird es den Werken überlassen, aufgrund ihrer speziellen Wettbewerbssituation mit in- und ausländischen Unternehmungen sowie aufgrund der personellen Möglichkeiten usw. eine eigene CIM-Konzeption zu entwickeln. Es wird dazu aber eine intensive zentrale Unterstützung bei der Bereitstellung von Realisierungstools angeboten. In dem CAD/CAM-Technology-Center (CTC) in Chelmsford/Massachusetts arbeiten rund 250 Software- und CAD/CAM-Spezialisten an der Entwicklung interner CAD-Systeme und

Integrationstools. Mit dem Konzept einer Integration Architecture (IA) wird ein Werkzeugkasten entwickelt, der es dem Programmierer ermöglicht, integrierte Anwendungssoftware aus heterogenen Anwendungsbausteinen zusammenzusetzen. Abbildung 8 zeigt die eindrucksvolle Unterstützung der Prozeßkette von der Erzeugung von Geometriedaten innerhalb der Produktentwicklung über die Verarbeitung und Ergänzung der Daten im Bereich der Arbeitsplanerstellung und NC-Programmierung bis hin zur Durchführung der Fertigung (vgl. Abbildung 8).

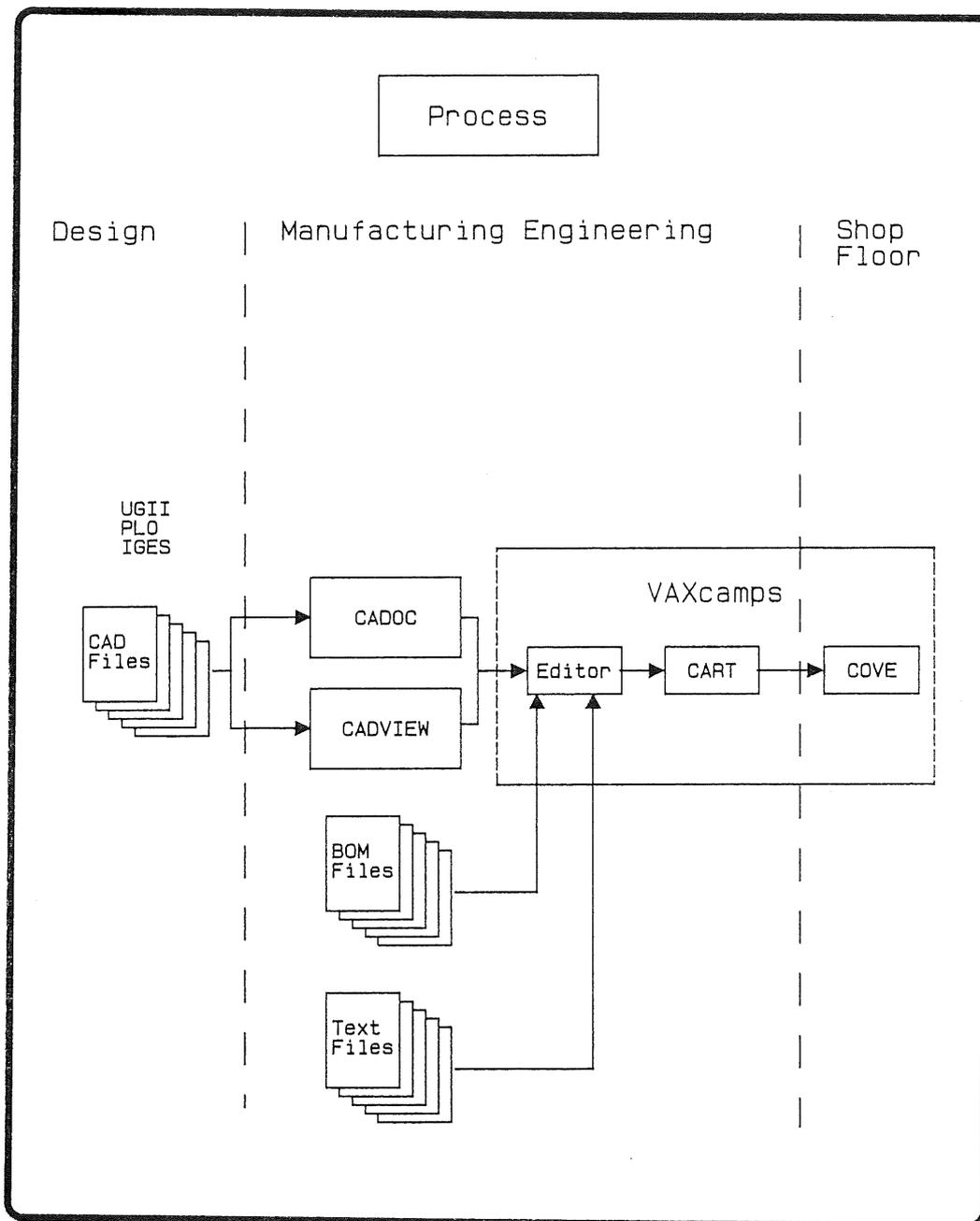


Abb. 8: Prozeßkette zur Produktentwicklung

Quelle: DEC

Die Komponente VAXCADOC kann unterschiedliche CAD-Dateien (z. B. von UGII, PLO oder IGES) lesen und mit Texten mischen. Die Ausgaben können auf Grafikterminals und Workstations gezeigt werden. Mit der Komponente CADVIEW stehen Möglichkeiten zur vielfältigen Manipulation der Daten (Rotation, Analyse, Ausblenden, Hinzufügen), zur Definition von Benutzersichten und zum Versenden von Daten an andere Workstations zur Verfügung.

Während mit den Systemen CADOC und CADVIEW ein Übergang aus dem CAD-Bereich in die Weiterverarbeitung zu Fertigungsdaten erreicht wird, wird mit den Komponenten des Systems VAXCAMPS die fertigungsgerechte Ver- und Bearbeitung der Daten bis in die Fertigungsdurchführung unterstützt. Mit einem Editor werden die Geometriedaten und Stücklisten verbunden sowie um Textinformationen ergänzt. Das System CART (Camps Automated Release and Tracking) automatisiert den Dokumentenfluß, d. h. die Verteilung, Freigabe und Rückmeldung von Fertigungs-, Test- und Unterbrechungsinformationen. Mit VAXCAMPS COVE (Camps Operator Viewing Environment) wird in der Fertigung an entsprechenden Terminals der Zugang zu allen erforderlichen Text-, Graphik- und Produkthistorieinformationen ermöglicht.

Die Integration innerhalb des VAXCAMPS-Systems ist allerdings bisher nur einseitig gelöst, d. h. in der Abbildung 8 von links nach rechts.

Dieses bedeutet, daß spätere Änderungen in den ursprünglichen Dateien nicht wirksam werden, also z. B. Geometrieänderungen, die aufgrund fertigungstechnischer Erfordernisse innerhalb des Manufacturing-Systems ausgeführt werden, werden in den CAD-Datenbanken der vorgelagerten Konstruktionsstufe nicht wirksam. Durch Anwendung von Mailbox-Systemen können allerdings organisatorische Maßnahmen getroffen werden, um die durchgeführten Änderungen auch allen anderen beteiligten Instanzen zur Verfügung zu stellen, so daß sie dort nachgefahren werden können. Auf diesem Wege wird eine organisatorische Datenintegrität gesichert - systemtechnisch ist sie jedoch nicht automatisch gegeben.

Insgesamt ist die Integration durch den Einsatz von Tools in Form von Windowtechnik, Hardwarevernetzung usw. sichergestellt. Höhere Ebenen der Integration durch Einrichtung einer gemeinsamen Datenbank oder direkter Anwendung-zu-Anwendung-Kopplung von Systemen sind bereits in der Diskussion.

Es wäre wünschenswert, wenn die im CTC durchgeführten Entwicklungen möglichst schnell auch den DEC-Kunden zur Verfügung gestellt würden, damit nicht der Eindruck entsteht, daß der Koch das Beste für sich behält.

## 2. CIM-Pionierunternehmen

Die drei besuchten Unternehmen bzw. Werke

- LTV Aircraft Products Group in Dallas (Texas),
- Westinghouse Electric Corporation in College Station (Texas),
- Digital Equipment Corporation in Springfield (Massachusetts)

sind sicher nicht repräsentativ für die gesamte amerikanische Industrie, zeigen aber doch die Aufbruchstimmung, die in Amerika durch den CIM-Gedanken in weiten Teilen der Industrie erweckt wird. Die drei Betriebe zeigen unterschiedliche Produktionsschwerpunkte: LTV stellt Teile für die Flugzeugfertigung mit spanabhebenden Verfahren (Fräsen) her; Westinghouse montiert in College Station elektronische Leiterplatten, und DEC stellt in Springfield eine breite Palette von Festplattengeräten in montageorientierter Fertigung her. Entsprechend sind auch die gegenwärtigen CIM-Schwerpunkte der Werke unterschiedlich (vgl. Abbildung 9).

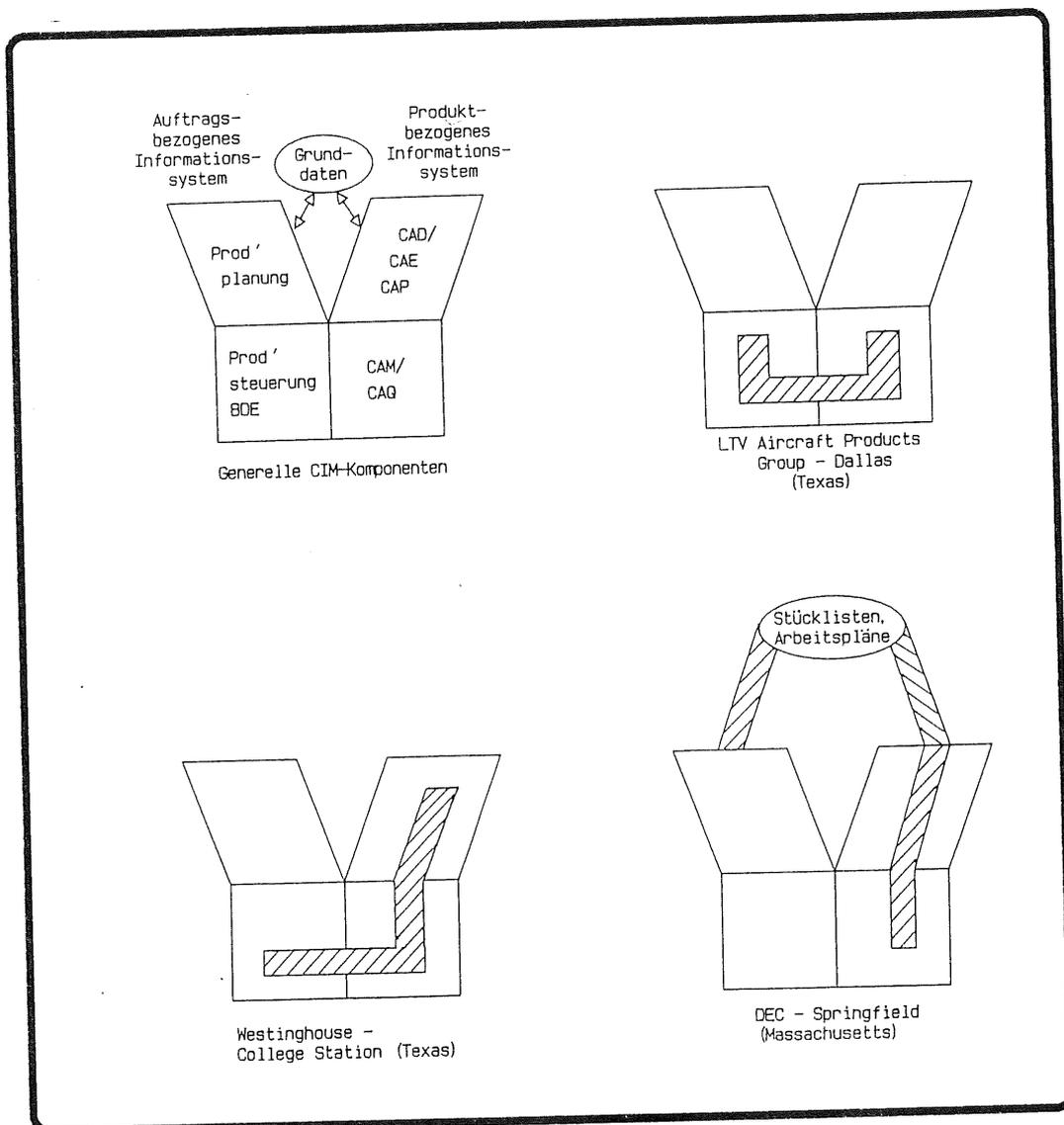


Abb. 9: CIM-Komponenten und CIM-Schwerpunkte in den Werken

Abbildung 9a zeigt die typischen Komponenten von CIM: Produktionsplanung, Produktionssteuerung, Konstruktion, Arbeitsplanung, computerunterstützte Fertigungssysteme und computergestützte Qualitätssicherung. Dabei beschreibt der linke Ast des Y das auftragsbezogene Informationssystem, während der rechte Ast das auf die Produktbeschreibung bezogene Informationssystem darstellt. Wesentliches Bindeglied zwischen beiden Ästen sind die Grunddaten aus Stücklisten und Arbeitsplänen.

Bei LTV überwiegt die Einrichtung von automatisierten Fertigungszellen und flexiblen Fertigungssystemen mit der Integration zur Fertigungssteuerung, bei Westinghouse ist eine enge Verbindung zwischen Konstruktion und Fertigung (CAD/CAM) sowie der Betriebsdatenerfassung hergestellt, und bei DEC in Springfield steht ein komfortables System zur computerunterstützten Begleitung der Produktdatenentstehung und Weitergabe in die Fertigung (Engineering Data Base) im Vordergrund. Keines der Beispiele ist bereits abgeschlossen. Jedoch sind die erreichten Ergebnisse bezüglich Integrationsgrad und Wirtschaftlichkeit sehr eindrucksvoll und veranlassen das jeweilige Management, in ihren CIM-Fahrplänen mit umfangreichen Projekten fortzufahren.

Die drei Integrationsbeispiele sind auch für deutsche Verhältnisse interessant und zum Teil international führend. Sie werden deshalb im folgenden kurz hinsichtlich Ausgangssituation, Art der CIM-Strategie, EDV-Ressourcen, Form der Projektsteuerung, geplante und erzielte Wirtschaftlichkeit sowie der anstehenden weiteren Realisierungsschritte vorgestellt.

### 2.1 LTV Aircraft Products Group, Dallas (Texas)

LTV hat bereits 1984 eine hochautomatisierte Fertigungszelle in ihrem Werk in Dallas installiert. Die erzielte hohe Wirtschaftlichkeit war Anlaß für das gegenwärtig kurz vor der Vollendung stehende integrierte flexible Fertigungssystem IMS (Integrated Machining System, vgl. Abbildung 10). Die räumliche Größe von IMS beträgt 100.000 square feet, es werden sehr große Aluminium- und Titanflugzeugteile in zerspanender Fertigung produziert, wobei weit über 1.000 verschiedene Teile unter Einsatz modernster Hochgeschwindigkeitsmaschinen hergestellt werden können.

Dazu sind fünfschneidige Fräsmaschinen schwerer Bauart mit automatisierter Werkzeugversorgung, Materialstückversorgung durch fahrerlose Transportsysteme und Lagersysteme eingerichtet. Das gesamte System wird aus einem zentralen Computersteuerraum mit drei VAX-Cluster-Systemen und einer Vielzahl peripherer Steuerungssysteme kontrolliert. Das System wird von Ingersoll (USA) als

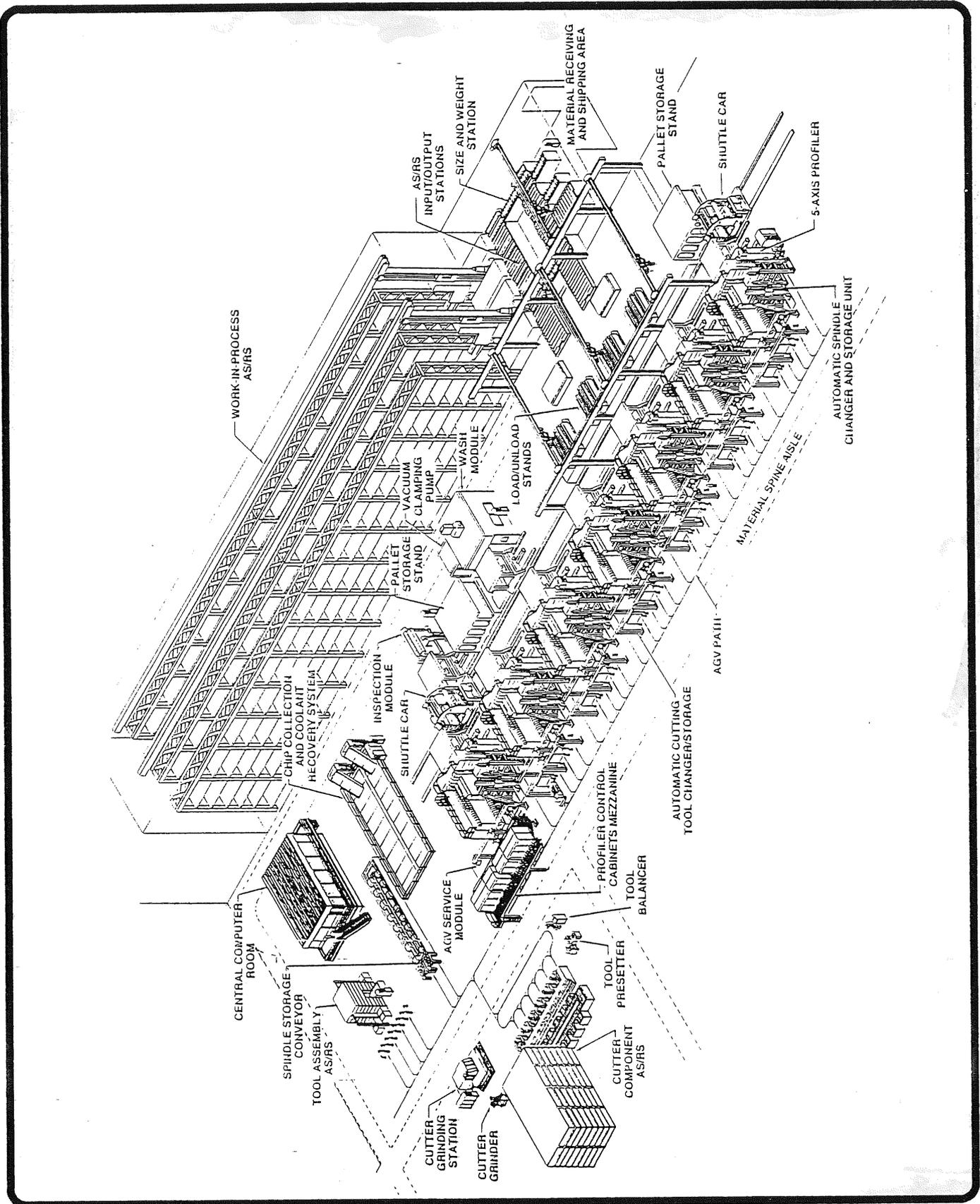


Abb. 10: Flexibles Fertigungssystem (IMS=Integrated Machining System)

Quelle: LTV

Generalunternehmer durchgeführt, wobei u.a. Anlagen von Cincinnati Milacron und Steuerungen von Allen Bradley mit Zeiss-Prüfgeräten verbunden werden. Neben der Integration der CAM-Komponenten steht die Materialversorgung des Systems, die durch ein computergesteuertes Logistikkonzept ermöglicht wird, im Vordergrund. Die Bedeutung der Logistik wird durch die Bezeichnung des Job Service Centers als "Backbone of the System" deutlich.

Das IMS ist Teil einer umfangreichen CIM-Strategie mit rund 15 definierten Projekten, die bis zum Jahr 2000 reichen. Dabei schwankt die Projektgröße zwischen mehreren hunderttausend Dollar bis zu 160 Millionen Dollar. Es zeigt sich, daß sich der Schwerpunkt von den CAM-Systemen zunehmend auf darüberliegende Versorgungssysteme bis hin zu Management-Informationssystemen ausweitet. So stellt sich das gegenwärtig installierte PPS-System mit MRP-II-Philosophie zunehmend als Schwachstelle gegenüber den zeitnahen Ansprüchen der operativen Ebene dar. Hier soll ein neues System, das sich gegenwärtig in der Auswahlphase befindet, Abhilfe schaffen.

Insgesamt stehen bei LTV 200 Mitarbeiter für die Entwicklung von CIM-Systemen zur Verfügung. In der Regel werden jedoch lediglich Konzepte und Pflichtenhefte entwickelt; die Ausführung wird dagegen externen Softwarehäusern bzw. Generalunternehmern überlassen. Grundlage der CIM-Konzeption ist ein 6-Ebenen-Funktionskonzept mit den einzelnen Stufen: Management, Factory, Center, System, Cell und Equipment. Diese Funktionsgliederung erleichtert es, die Vielzahl der definierten Projekte einzubinden.

Die CIM-Schulung der Mitarbeiter bis hin zum Management nimmt einen hohen Stellenwert ein.

Die realisierte Wirtschaftlichkeit der sich bereits seit mehreren Jahren in Betrieb befindlichen Flexible Machining Cell, bei der eine Verdreifachung der Produktivität und insgesamt 20 Millionen Dollar Einsparungen erzielt werden konnten, läßt auch die Wirtschaftlichkeit des neuen Gesamtsystems als gesichert erscheinen. Für alle Projekte innerhalb der CIM-Strategie werden ROI (Return-on-Investment) berechnet. Hierbei werden allerdings auch intangible (qualitative) Einflußfaktoren berücksichtigt. Wesentliche qualitative Faktoren sind bei LTV Qualitäts- und Zeitziele. Die Beachtung der Wirtschaftlichkeit ist Voraussetzung für den richtigen CIM-Entwurf: "If you cannot identify the benefits, you cannot design the system" wird deshalb auch von dem für den Bereich Information Systems zuständigen Manager F.E. Harkrider betont.

Allerdings sind auch ungünstige Erfahrungen mit der Wirtschaftlichkeit gemacht worden. Der anfänglich isolierte CAD-Einsatz sollte eine Reduktion der Kosten der Flugzeugentwicklung mit sich bringen. Tatsächlich wurde aber keine Kostenreduktion erzielt, sondern die EDV-Unterstützung führte "lediglich" zu einer besseren

Konstruktion, da mehr Alternativen berechnet werden konnten. Heute steht deshalb eine engere Integration der Konstruktion mit der Fertigung im Vordergrund, um eine echte Kostenreduktion zu erzielen.

Neben der Beachtung der Wirtschaftlichkeitsrechnung (wenn auch in einem erweiterten Sinn) können folgende wichtige Erkenntnisse aus den CIM-Projekten vermittelt werden:

- verstärke die Systemanalyse,
- automatisiere nicht den gegenwärtigen Zustand, sondern reorganisiere ihn,
- plane auch den späteren Realbetrieb,
- sei engagiert (be committed).

## 2.2 Westinghouse Electric Corporation, College Station (Texas)

Die vor vier Jahren auf der grünen Wiese mit einem Investitionsaufwand von 24 Millionen Dollar gebaute Factory of the Future in der tiefsten Provinz von Texas ist das CIM-Aushängeschild des Elektronikgiganten Westinghouse. Das 500 Mitarbeiter-Werk wurde mit starker Unterstützung durch die zentralen Abteilungen "Computer Integrated Manufacturing Systems and Technology Center" in Baltimore aufgebaut, um eine Kostenstruktur zu realisieren, die weltweit konkurrenzfähig ist. Das Unternehmen fertigt elektronische Boards, die an andere Fertigungsstätten des Konzerns geliefert werden, um in elektronische Systeme von Flugzeugen eingebaut zu werden. Das durch Robotereinsatz gekennzeichnete Montagesystem ist in der Lage, 6.000 verschiedene Typen von Boards zu bauen. Gegenwärtig werden pro Monat 300 unterschiedliche Typen produziert. Die Ausbringung pro Tag beträgt 200 Boards. Um die hohe Flexibilität verschiedener Produkttypen realisieren zu können, ist eine enge Verbindung zwischen den CAD-Systemen und den Fertigungssystemen hergestellt. Hierzu mußten allerdings erhebliche EDV-technische Schwierigkeiten bewältigt werden, da in der Zentrale in Baltimore die kaufmännischen Datenbanken auf HP-Systemen installiert sind, die CAD-Datenbanken auf UNIVAC-Systemen und die generellen Hostfunktionen von IBM-Systemen wahrgenommen werden. Entsprechend bildet eine IBM 4341 in dem Werk in Texas die Brückenfunktion zu den zentralen Systemen. Darunter befindet sich eine dreistufige Ebene von HP- und DEC-Rechnern. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß ein "intelligentes" Schnittstellenprogrammsystem entwickelt werden mußte, um die Geometriedaten der CAD-Systeme in fertigungsorientierte Steuerungsanweisungen der CAM-Ebene umzusetzen. Allerdings werden dabei nicht nur Formatumsetzungen realisiert, sondern auch vielfältige Plausibilitätsprüfungen und Ergänzungen der Fertigungsebene einbezogen. Besonderes Gewicht wird darauf gelegt, daß bereits bei der Entwicklung der Produkte die Fertigungsgerechtigkeit einbezogen wird (vgl. Abbildung 11).

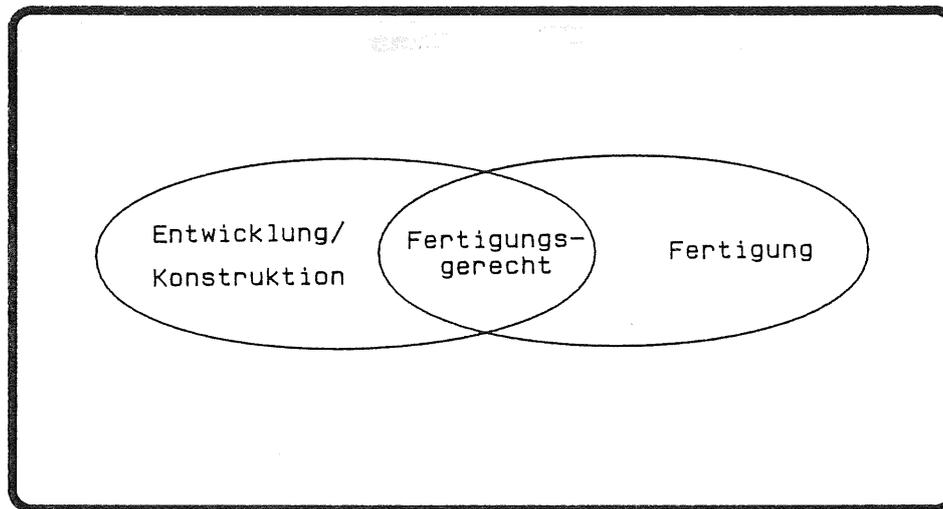


Abb. 11: Fertigungsgerechtigkeit

Nicht nur die Steuerung der Fertigung wird unterstützt, sondern auch das Testen und Rückmelden der Fertigungsergebnisse. Ein integriertes BDE-System liefert Daten über Qualität, Produktion, Kosten und Mitarbeiterereinsatz an die entsprechenden Verarbeitungssysteme.

Die große Unterstützung durch zentrale Stabsabteilungen ermöglichte es, das System mit lediglich zwölf eigenen Systemanalytikern aufzubauen.

Bei der Softwareentwicklung konnten die Benutzerwünsche durch Anwendung von Prototyping-Verfahren einbezogen werden. Insgesamt wurden 160 Manager bei der Systementwicklung mit den Bildschirmmasken vertraut gemacht. Die Schulung der Mitarbeiter bis hinauf in das Top-Management ist Voraussetzung für den wirkungsvollen Einsatz des Systems.

Die erzielten Leistungsverbesserungen und Wirtschaftlichkeitssteigerungen werden durch eine Vielzahl von Indikatoren verdeutlicht. Abbildung 12 a zeigt zunächst eine Gegenüberstellung der Ausgangssituation bzw. ihre Extrapolation vor Gründung des Werkes, in Abbildung 12 b ist der Verlauf der entsprechenden Kurven anhand der erreichten und erwarteten Werte des neuen Werkes dargestellt.

Aufgrund der wachsenden Komplexität der Produkte wurde bei traditioneller Fertigung mit einer sinkenden ersten Ausbeutung (d. h. ohne Nachbesserung), dem sogenannten First-time-yield, gerechnet. Gleichzeitig wurden steigende Kosten und steigende Lieferzeiten (Zeitspanne zwischen Auftragserhalt und Auslieferung) erwartet.

Diese Trends wurden mit Hilfe der CIM-Technologie in ihr Gegenteil gerichtet. Die Ausbeute ist von 61 % im Jahre 1983 auf 95 % im Jahre 1987 gestiegen. Die Lieferzeit ist von 12 Wochen auf 2 Wochen gefallen. Die Kosten konnten von 1981 bis

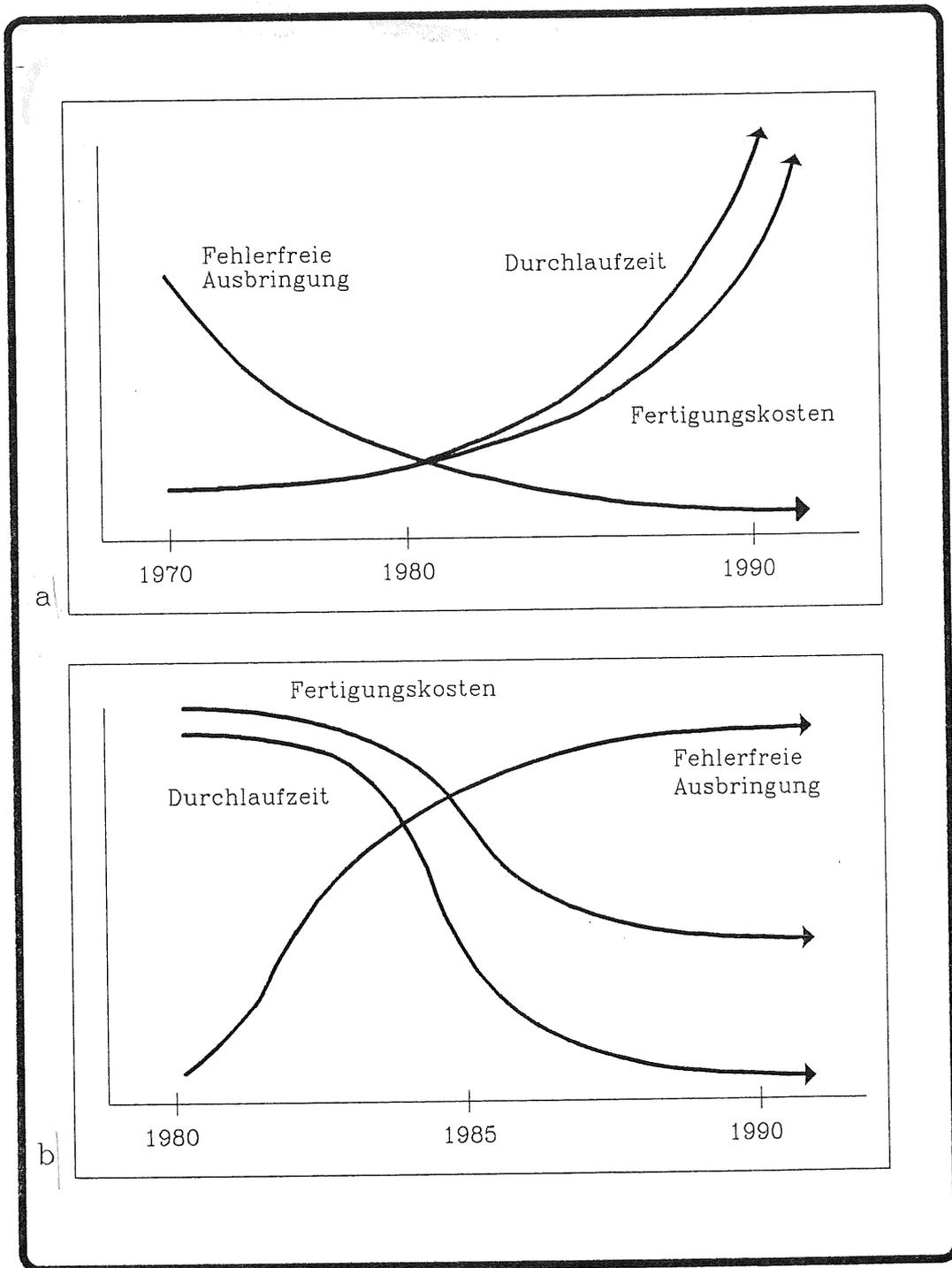


Abb. 12: Trendverläufe vor (a) bzw. nach (b) Automatisierung

1987 um 55 % gesenkt werden. Durch Einrichtung eines Material Akquisition Centers konnte die Beschaffungszeit, die 1981 im Durchschnitt noch 24 Wochen betragen hat, auf 4 Wochen im Jahre 1987 gesenkt werden; die Verfügbarkeit stieg von 47 % im Jahre 1981 auf rund 90 % im Jahre 1987 bei gleichzeitiger Reduktion der Materialkosten (Lager, Inspektion usw.) um 60 %.

Die Automatisierung hat auch die Kostenstruktur verändert. Die direkten Lohnkosten sind von 50 % der Gesamtkosten auf 15 % reduziert worden; gleichzeitig sind die indirekten Kosten von 15 % auf 35 % gestiegen. Die Materialkosten nehmen deshalb inzwischen einen Anteil von 50 % ein gegenüber 30 % vor der Automatisierung.

Weitere Kostenreduktionen, die mit zusätzlichen CIM-Projekten erzielt werden können, konzentrieren sich deshalb auf die Materialkosten.

Die Wirtschaftlichkeitszahlen sind um so eindrucksvoller, da eine Kostenreduktion sich nicht automatisch in einer Gewinnsteigerung des Unternehmens niederschlägt. Da der Hauptabnehmer die Air Force ist, ist der Gewinn prozentual an die Kostenbasis geknüpft. Der Vorteil von Westinghouse liegt deshalb auch vor allen Dingen in dem Gewinn an CIM-Realisierungserfahrungen und in dem Demonstrationscharakter der Factory of the Future für andere Kunden.

Die Air Force hat allerdings den Kostenvorteil der Fertigung honoriert, indem sie sich mit sieben Millionen Dollar an der Entwicklung der Software beteiligt hat. Diese Investition hat sich für die Air Force inzwischen in einer Einsparung von 37 Millionen Dollar mehr als bezahlt gemacht.

### 2.3 DEC-Werk, Springfield (Massachusetts)

Die Fabrik wurde 1971 in den 1795 von George Washington als Waffenfabrik gegründeten Gebäuden installiert. In dem Werk werden Plattensysteme unterschiedlicher Komplexität und Größe hergestellt. Das Werk erzielt einen internen Umsatz von einer Milliarde Dollar, das sind rund 10 % des gesamten DEC-Company-Umsatzes. Der Wert der Produkte bewegt sich zwischen 1.500 und 500.000 Dollar. Von den 700 Mitarbeitern sind lediglich noch 25 % Werker; rund 250 Mitarbeiter sind mit der Materiallogistik befaßt und 250 mit Verwaltungs- und Finanzierungsaufgaben. In der EDV sind 42 Mitarbeiter zur Entwicklung, Wartung und für den Betrieb der Hard- und Software beschäftigt.

Nach der Übernahme im Jahre 1971 wurde mit unausgebildeten Mitarbeitern begonnen und diese durch systematische Schulung in die Höchsttechnologie eingeführt. Allerdings hat die hohe Automatisierung die Mitarbeiterzahl von 1.500 noch vor fünf Jahren auf gegenwärtig 700 sinken lassen; freigesetzte Mitarbeiter wurden in anderen DEC-Werken eingesetzt. Auf den hohen Prozentsatz von Minoritäten (60 %) und von Mitarbeitern aus 30 verschiedenen Nationen wird besonders hingewiesen.

Für das gesamte Werk besteht eine CIM-Strategie, wie sie in Abbildung 13 durch die CIM-Felder Produktionsprozeß, Fertigungsstrategie, Produktionsplanung und -steuerung, Produkt- und Prozeßtechnologie und Computertechnologie mit den entsprechenden Produkten und Einzelprojekten aufgeführt ist. Alle Projekte sind in die Verantwortung des Werkes gestellt. Sie werden intern durch Return-on-Investment-Berechnungen begründet, wobei allerdings bei Teilprojekten erhebliche Berechnungsprobleme auftreten; deshalb wird zunehmend in größeren Integrationskreisen, die zum Abbau von Overheadblöcken führen, gedacht. Wegen der engen Produktionsverflechtung der DEC-Werke wird das DEC-einheitliche MRP-II-System MAXCIM eingesetzt.

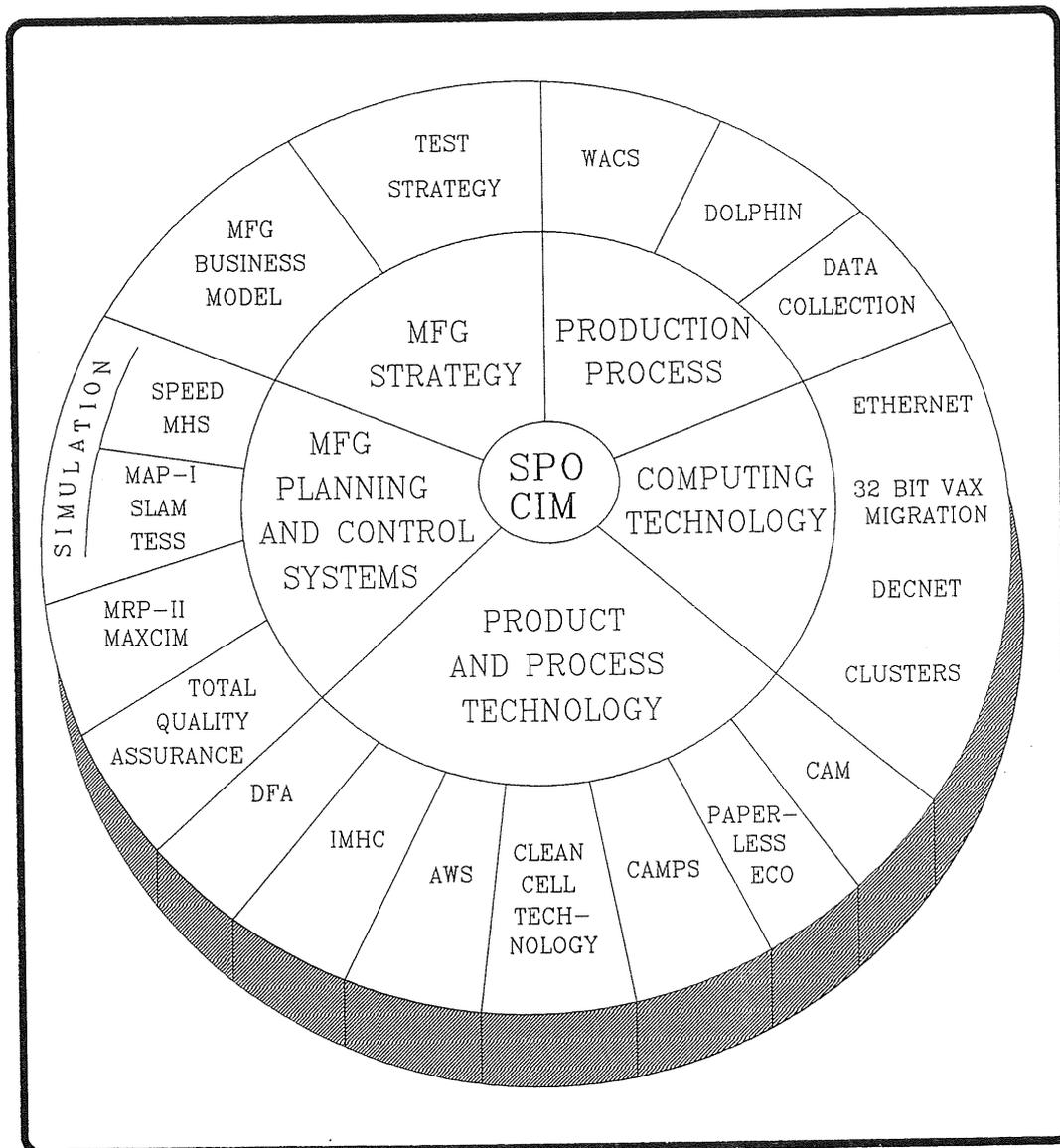


Abb. 13: CIM-Projekte

Quelle: DEC

Wesentliche Ziele der CIM-Strategie sind:

- Erhöhung der Kundenzufriedenheit,
- Verkürzung der Entwicklungszeiten,
- Erhöhung der Produktzuverlässigkeit und
- Kostenreduktion.

Diese Ziele werden durch ein sorgfältiges Design der Fabrik selbst, der Materialwirtschaft und des Informationsflusses zwischen Entwicklung und Fertigung hergestellt. Auch die Zulieferer sind in das CIM-Konzept eingespannt. Sie müssen Statistical-process-control-Systeme (SPC) mit vorgegebenen Prüfverfahren einsetzen. Dafür werden ihnen entsprechende Programme und PCs von DEC zur Verfügung gestellt. Die Anzahl der Lieferanten ist dabei von früher 700 auf gegenwärtig 300 zurückgegangen - eine weitere Reduktion auf 100 wird für möglich gehalten.

Trotz eines automatisierten Hochregallagers und erster Just-in-Time-Versuche wird auch in den nächsten Jahren der Materialfluß Projektschwerpunkt bleiben. Die enge Verknüpfung zwischen Entwicklung und Fertigung ist hingegen bereits in eindrucksvoller Weise realisiert.

Zur Realisierung der CIM-Kette einer integrierten Engineering Data Base werden die vom DEC-CTC-Center entwickelten Integrationstools eingesetzt. Die dramatische Wirkung einer alle Grunddaten umfassenden Entwicklungskette wird daran sichtbar, daß eine Produktänderung (ECO = Engineering Change Order), die früher 90 Tage zu ihrer Realisierung im Werk benötigt hat, heute durch das papierlose System in zwei Tagen durchgeführt wird. Dieses bedeutet, daß die von der Entwicklung verursachten Produktänderungen nahezu parallel in dem PPS-System, der Qualitätssicherung, den Lagersystemen und dem Betriebsdatenerfassungssystem weiterverarbeitet werden und entsprechende Dispositionsänderungen auslösen. Für menschliche Disponenten sind die alten Teilenummern solange gesperrt, bis alle Änderungen aufeinander abgestimmt ausgeführt worden sind.

Die Konstruktion wird dabei von örtlich entfernten DEC-Lokationen ausgeführt - die enge informationelle Verflechtung wird über DEC-Net realisiert.

Die insgesamt erzielten Wirtschaftlichkeitseffekte sind eindrucksvoll:

Die direkten Lohnkosten wurden von früher 15 % auf heute unter 4 % der Produktkosten gesenkt. Damit ist das Werk mit Billiglohnländern wie Singapur, Korea usw. konkurrenzfähig.

Bei der Entwicklung von Produkten werden sehr früh die Produktkosten errechnet, indem eine Verbindung zwischen den Fertigungs- und den Produktkostensystemen

hergestellt wird (vgl. Abbildung 14). Diese Integration trägt dem Grundgedanken einer konstruktionsbegleitenden Kalkulation Rechnung.

Aufgrund des hohen Anteils von Materialkosten an den Gesamtkosten steht in den nächsten Jahren die Verbesserung der Logistik im Vordergrund. Hier mußte bereits ein erster CIM-Rückschlag hingenommen werden, da sich die Einführung eines selbstentwickelten fahrerlosen Transportsystems als Fehlschlag herausgestellt hat. Mit verbesserter Technologie soll nun aber das fehlende Glied in der Logistikkette zwischen Hochregallager und Montagelinie geschlossen werden.

CIM-Manager Jim Lavigne betont, daß innerhalb einer CIM-road map das Erstprojekt ein Erfolg werden muß. Dann ist genügend Motivation aufgebaut, um auch einmal einen Fehlschlag hinnehmen zu können.

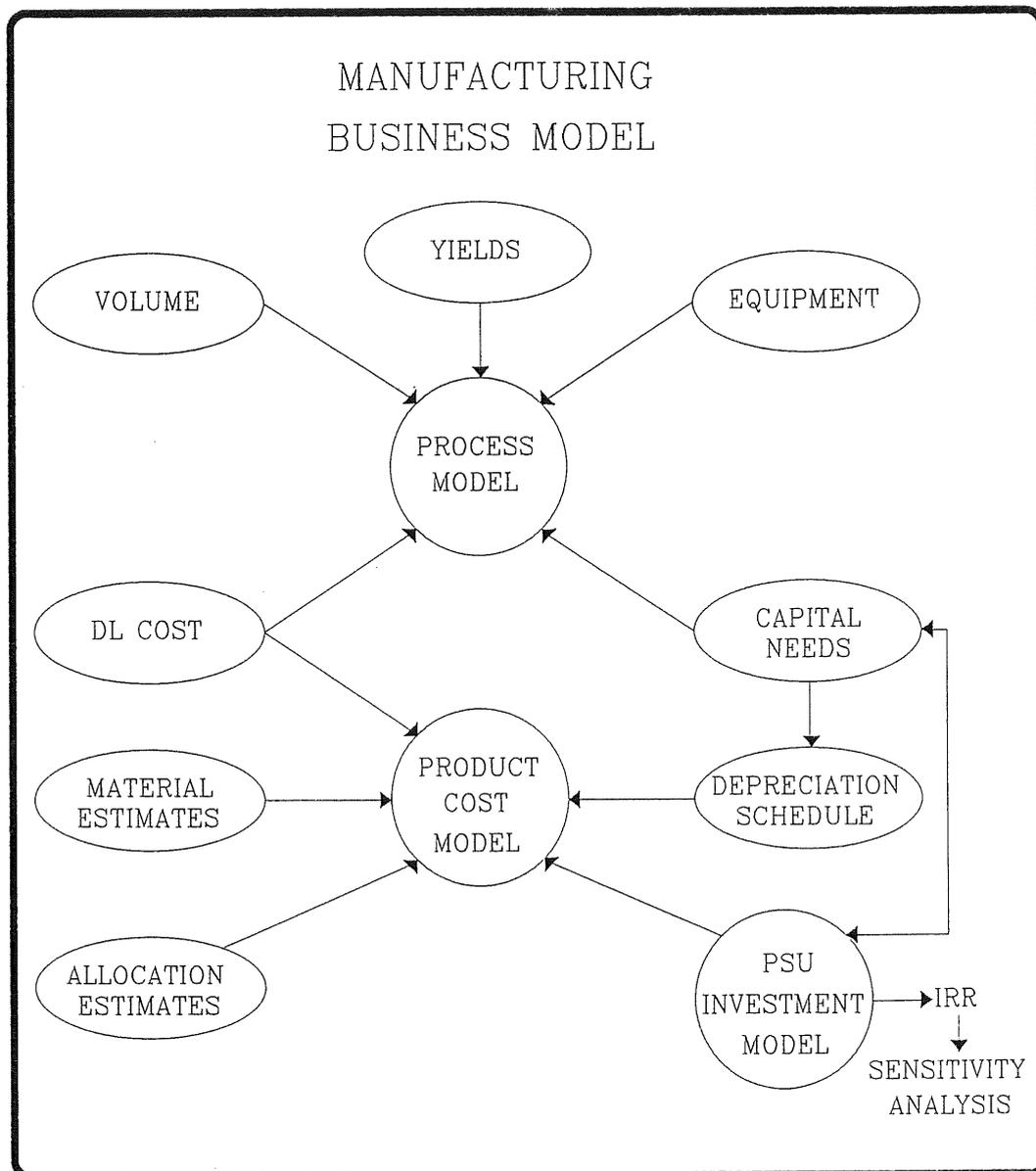


Abb. 14: Verbindung von Produkt- und Kostenmodell

Quelle: DEC

### 3. Zusammenfassung

Obwohl Statistiken und bekannte Wirtschaftszeitungen auf den Rückstand der amerikanischen Fertigungstechnologie gegenüber der europäischen und fernöstlichen Fertigungstechnologie hinweisen, zeigen die dargestellten Beispiele doch, daß Amerika dabei ist, in großem Umfang aufzuholen. Dieses gilt nicht nur in dem Bereich der Elektronik, sondern auch bei der mechanischen Fertigung. Dabei wirkt auch die Regierung mit, insbesondere durch militärische Ausgaben an Unternehmungen der Hochtechnologie. Die hohe Bedeutung von CIM für die amerikanische Industrie wird durch Slogans wie "Texas antwortet Japan" (Westinghouse) oder "Wir machen Amerika noch stärker" deutlich. In PR-Filmen werden Mitarbeiter interviewt, die geradezu euphorisch über Job Enrichment und Job Enlargement durch CIM-Systeme berichten.

Die Qualität der Fertigung und der Produkte wird zunehmend als wesentliches Ziel erkannt. Genaue Aufschreibungen der erreichten Qualitätswerte am Arbeitsplatz sind keine Seltenheit. Hier scheut man auch vor direkter gegenseitiger Mitarbeiterkontrolle nicht zurück. Beispielsweise werden in Testsystemen die einzelnen untersuchten Teile direkt von einem Arbeitsplatz an den anderen weitergegeben, um schlechte oder unvollständige Arbeit von dem nachfolgenden Kollegen sofort angemahnt zu erhalten. Die Mischung zwischen Hochtechnologie und typisch amerikanischem Hang zu praktischen Regeln wird auch an allen anderen Stellen sichtbar, wenn zur Vermeidung von Lagerbeständen innerhalb einer Montagelinie kein physischer Raum freigelassen wird, obwohl dieser zur Verfügung stünde: Wo kein Platz ist, können keine Teile gelagert werden, oder anders herum: Freier Platz schafft nur unnötige Bestände.

Das kurzfristige Wirtschaftlichkeitsdenken, wie es in Amerika aufgrund der kurzfristigen Dreimonats-Börsenmeldungen (Quartalsmeldungen) lange Zeit im Vordergrund stand, wird mehr und mehr durch strategische Überlegungen ergänzt oder sogar ersetzt.

Durch internationale Vergleiche versucht man die Schwachstellen der eigenen Vorgehensweise gegenüber der Konkurrenz herauszufinden. In Springfield macht dieses der Customer Integration Manager Jim Lavigne durch den Vergleich deutlich, daß heute generell in der Welt bei der Entwicklung eines neuen Automobils noch rund 3.000 Fehler gemacht werden. In Japan werden aber diese Fehler in den ersten sechs Fertigungsmonaten entdeckt, in den USA dagegen erst nach zwei Jahren. Dieser Unterschied führt in den USA zu einer wesentlich längeren Änderungszeit bei den Erzeugnissen.

So waren auch alle CIM-Experten neugierig auf Aussagen über den CIM-Realisierungsstand in Deutschland bzw. Europa. Mit großem Interesse werden Entwicklungen deutscher Universitäten auf dem Gebiet des Einsatzes von Expertensystemen beispielsweise zur konstruktionsbegleitenden Kalkulation oder auch Ergebnisse der ESPRIT-Förderprogramme verfolgt.

Es ist bezeichnend, daß die CIM-führenden Industrieunternehmen die übergreifende Wirkung des Integrationsgedankens über die reine Fertigungsautomation hinaus auf alle Funktionsbereiche verstanden haben. CIM wird zunehmend gleichgesetzt mit CIE (Computer Integrated Enterprise) oder CIB (Computer Integrated Business).

## D. CIM-Aktivitäten von Hewlett-Packard in den USA: HighTech und Common Sense

### 1. Eigene Erfahrungen sind Basis für die CIM-Produktpolitik

Hewlett-Packard besitzt aufgrund seiner zahlreichen Labors und Fabriken zur Herstellung von elektronischen Meßgeräten und Computern einen Fundus an Erfahrungen auf den Gebieten Produktentwicklung und Fertigung. Dies gilt auch für die ausländischen Töchter. Die CIM-Lösungen in den USA sind jedoch nicht unbedingt repräsentativ für die deutschen CIM-Aktivitäten bei HP. Da aber die wesentlichen Entwicklungen für Hardware, Systemsoftware und auch Anwendungssoftware international und damit hauptsächlich in den USA konzipiert werden, sind die dortigen CIM-Strategien auch aus deutscher Sicht von starkem Interesse. Durch die betont dezentrale Führungsphilosophie werden Experimente ermutigt und möglich gemacht. Eine streng am Erfolg und an Kennzahlen orientierte Managementphilosophie verhindert allerdings unwirtschaftliche Träumereien. Stellen sich dezentral erzielte Erfolge als stabil heraus, so werden sie zur Nutzung von Synergieeffekten mit sanftem Druck auch auf andere Bereiche übertragen.

Diese Erfolgsfaktoren werden sichtbar, wenn CIM-Musterlösungen in HP-Werken gezeigt werden. Sie sind gleichzeitig Ausgangspunkt für die CIM-Strategie, die HP für ihre Standardprodukte einschlägt. Die enge Verzahnung zwischen eigener Erfahrung und Verantwortung für die Produktpolitik wird zum Beispiel bei Jean-Pierre Patquai deutlich, der das hoch technisierte Computerwerk in Cupertino/Kalifornien aufgebaut hat, nun aber als General Manager der Manufacturing Productivity Division für die Konzeption der Standard-Anwendungssoftware zur Produktionsplanung und -steuerung verantwortlich ist.

#### 1.1 Engineering Data Base: CIM-Kette von der Entwicklung bis in die Fertigung

Das Spektrum der eigenen Produkte (Meßtechnik, Computer) erklärt auch die starke Fokussierung von HP auf die Elektronikindustrie im Rahmen ihrer CIM-Aktivitäten. In dem Werk für Meßgeräte in Lake Stevens bei Seattle treffen sich ambitionöse CIM-Lösungen mit einem Hang zur Vereinfachung. Während im Bereich der Produktentwicklung die Computerunterstützung schon bis zum Einsatz von Expertensystemen vorangetrieben wurde, wird die Fertigung noch von der "Zettelwirtschaft" eines Kanban-Systems gesteuert.

Die von HP gern verwendete Darstellung aus dem "Electronic Business" (vgl. Abbildung 15) verdeutlicht die hohe Bedeutung der CIM-Kette "Produktentwicklung" im Bereich der elektronischen Fertigung. Eine Verzögerung der Markteinführung

eines Produktes um sechs Monate führt im Verlauf des Produktlebenszyklusses zu einem Verlust in Höhe von 33 % des insgesamt erzielbaren Gewinnes. Die Überschreitung der Produktionskosten um 9 % gegenüber einem möglichen optimalen Wert hat dagegen lediglich einen Gewinnentgang von 22 %, eine Überschreitung der Entwicklungskosten um 50 % sogar nur einen Gewinnrückgang von 3,5 % zur Folge.

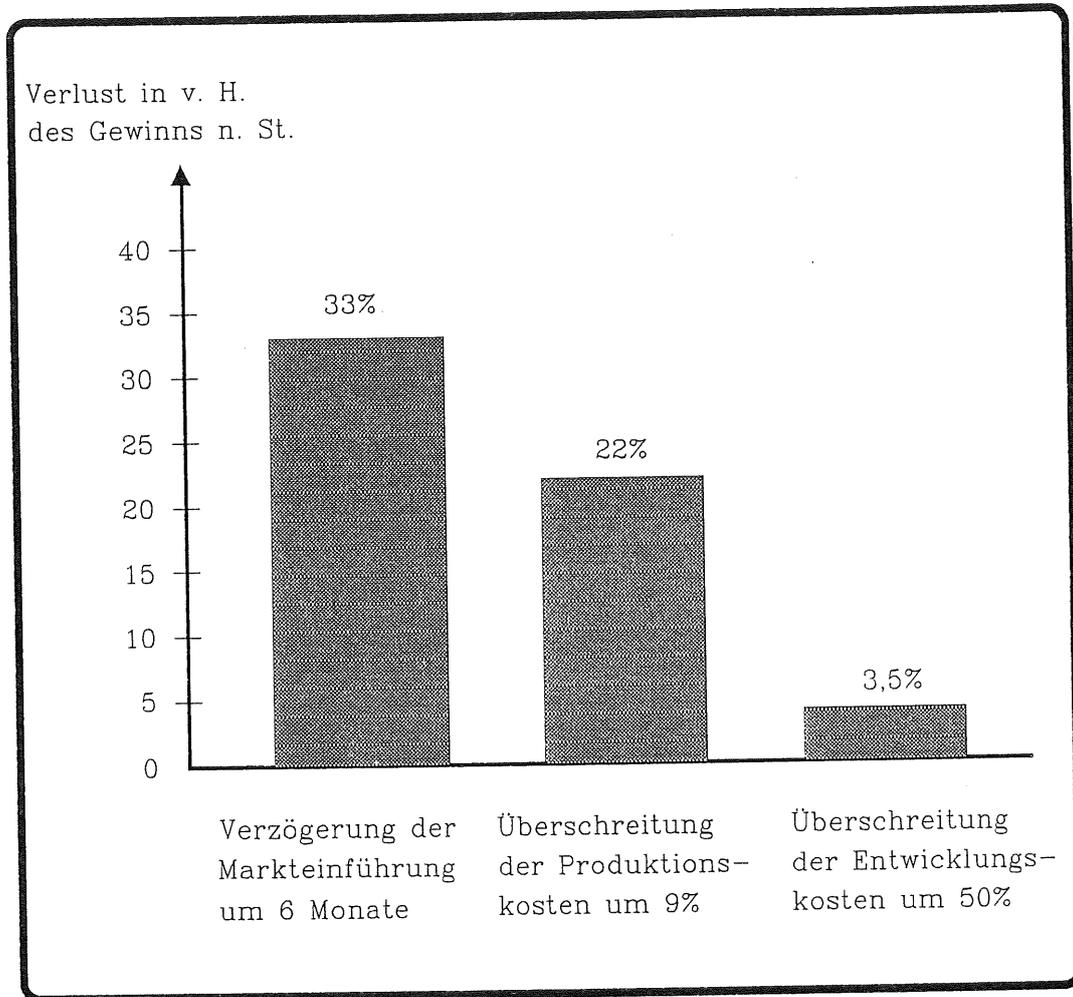


Abb. 15: Einflußfaktoren und deren Auswirkungen auf den Gewinn im Verlaufe des Produktlebenszyklusses

In Anlehnung an: Electronic Business

Der hohe Anteil von Ingenieurarbeiten in Lake Stevens (200 Mitarbeiter der insgesamt 600 Werksangehörigen sind Ingenieure, 200 weitere sind direkt in der Fertigung und die restlichen 200 in Unterstützung und Verwaltung beschäftigt) ist deshalb nicht verwunderlich. Es ist selbstverständlich, daß allen in der Entwicklung elektronischer Komponenten beschäftigten Ingenieuren hochmoderne Hard- und Software aus dem CAD-Bereich zur Verfügung stehen. Das Herzstück der Computerunterstützung ist aber das gerade in der Einführung befindliche datenbankgestützte Informationssystem, das die gesamte CIM-Kette der Produktentwicklung von der Definition über die Fertigungsvorbereitung bis in die Fabrik unterstützt (vgl. Abbildung 16).

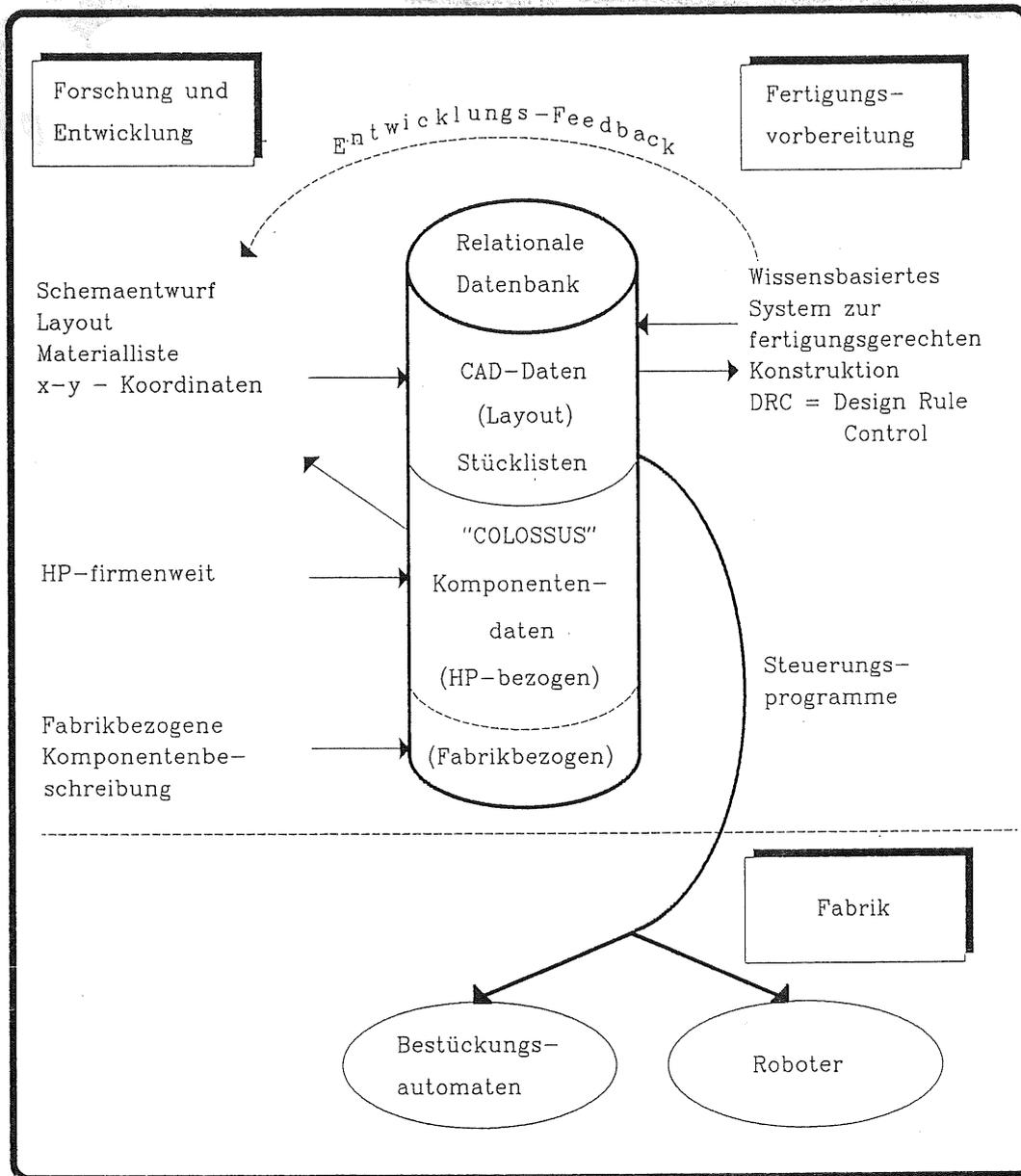


Abb. 16: Wissensbasierte Informationssysteme zur Produktentwicklung

Die von HP firmenweit verwalteten Komponentendaten (sie enthalten die Beschreibungen der extern bezogenen oder intern hergestellten Komponenten wie Halbleiter, Transistoren usw.) werden in Lake Stevens durch eigene, zusätzliche Informationen, die eine höhere Konsistenz der Daten sichern, ergänzt. Diese in einer relationalen Datenbank abgespeicherten Komponentenbeschreibungen (COLOSSUS) werden von der Forschung und Entwicklung beim Entwurf neuer Leiterplatten als Informationsquelle genutzt. Die Ergebnisse des Leiterplattenentwurfes werden in Form der CAD-Daten, die die Positionen der Komponenten auf einem Board beschreiben, sowie der Materialliste ebenfalls in einer relationalen Datenbank abgelegt.

• Dieser Entwurf wird anschließend durch ein wissensbasiertes System auf Fertigungsgerechtigkeit hin überprüft. Das von dem jungen Ingenieur Clark Nicholson entwickelte wissensbasierte System, dessen Grundgedanken er in seiner These zum Master of Science in Electrical Engineering an der Universität Washington erarbeitet hat, enthält das Erfahrungs- und Heuristikwissen der Fertigung über die Eignung bestimmter Komponenten und Fertigungseinrichtungen.

Pro Leiterplatte werden rund 200 Komponenten eingesetzt, die auf unterschiedlichen Anlagen und unterschiedlichen Produktionswegen gefertigt werden können. Diese große Anzahl von Freiheitsgraden ermöglicht damit auch Optimierungen hinsichtlich Fertigungsqualität, Fertigungszeit und Kosten.

Bei der Wissensakquisition der Regeln wurden Interviews mit Mitarbeitern der Fertigung bezüglich der Eignung bestimmter Komponenten hinsichtlich Qualität, Fertigungszeiten und -kosten durchgeführt und die erhobenen Angaben, die üblicherweise in Konstruktionshandbüchern festgelegt sind, in der Regelbasis des DRC (Design Rule Control) abgelegt. Daneben enthält das System auch Simulationsverfahren, um Kollisionen bei der Fertigung zu entdecken und durch Vorschlag geeigneterer Komponenten zu verhindern.

Das DRC-System bildet somit die Verbindung zwischen Entwicklung und Fertigung in der Fabrik. Gleichzeitig verschweißt es die auch in den USA häufig organisatorisch getrennten Bereiche Entwicklung und Fertigungsvorbereitung. Durch Rückkopplungen ist dafür gesorgt, daß Ergebnisse der Prüfung auf Fertigungsgerechtigkeit in die Entwicklung neuer Produkte eingehen.

Es bahnt sich die Tendenz an, nicht nur eine systemtechnische Verbindung zwischen Entwicklung und Fertigungsvorbereitung zu erzielen, sondern beide Bereiche auch organisatorisch enger miteinander zu verbinden. Ob allerdings, wie beiläufig erwähnt wurde, die Fertigungsingenieure vollständig durch das wissensbasierte System ersetzt werden können, ist wohl eher als eine - wenn auch aufschlußreiche - Überpointiertheit zu werten.

Die auf Fertigungsgerechtigkeit überprüften Layout-Daten werden anschließend in die Steuerungsprogramme für Bestückungsautomaten und Roboter übernommen, so daß die CAD/CAM-Kopplung ebenfalls Bestandteil des Systems ist.

Während die Beeinflussung von Kosten und Qualität bisher anhand heuristischer Regeln erfolgt, ist geplant, die Optimierung durch ein mehr mathematisch orientiertes Verfahren zu ergänzen.

Das wissensbasierte System ist in der KI-Sprache LISP realisiert, soll aber demnächst mit einer der Programmiersprache C verwandten Systemumgebung neu implementiert werden.

## 1.2 Materialfluß: hohes Potential für Kostensenkungen

Der hohe Anteil der Materialkosten an den Herstellkosten in der Elektronikindustrie (der Anteil schwankt zwischen 45 % und 70 %) erklärt die große Bedeutung einer auf die Reduzierung von Beständen bzw. Durchlaufzeiten ausgerichteten Auftragslogistik. Sowohl in dem Werk in Lake Stevens als auch in dem Werk in Cupertino, in dem Computer des Typs HP 3000, HP 1000 sowie der neuen Risc-Architektur gefertigt werden, wird dabei mit möglichst einfachen Dispositionsverfahren das Ziel angestrebt, den Materialfluß zu optimieren. Obwohl beide Werke unterschiedliche Produkte herstellen und auch kein HP-umfassendes CIM-Konzept besteht, überraschen enge Parallelitäten. In beiden Fabriken wird durch eine geringe Fertigungstiefe der Komplexitätsgrad der Fertigungssteuerung reduziert. In einem Fertigungsbereich werden elektronische Leiterplatten erstellt, die in einem montageorientierten Bereich mit den Chassis zu den Endprodukten montiert werden. Die geringe Fertigungstiefe führt allerdings dazu, daß kompliziertere Steuerungsprobleme auf Vorlieferanten verlagert werden. In den Werken selbst ist es aber möglich, große Erfolge durch kleine Mittel zu erzielen. Dieses paßt in das Motto, zunächst die organisatorischen Voraussetzungen für eine CIM-fähige Fabrik zu erzielen, die anschließend die höhere Fertigungstechnik nach sich zieht, oder wie Jean-Pierre Patquai sagt: "think big, start small".

Unter diesen Voraussetzungen ist es erklärlich, daß die für hohe Fertigungstiefe, wie sie in der Fertigungsindustrie üblich ist, ausgerichteten Standardsoftwaresysteme zur Produktionsplanung und -steuerung von HP (MM/3000 und PM/3000) nicht passen. In Lake Stevens hat man deshalb das vorhandene MM/3000-System durch eigenentwickelte Systeme ergänzt oder durch Stilllegung von Programmcode bzw. Ausnutzung von lediglich für Sonderfälle gedachten Programmausgängen ausgetrickst.

Ausgangspunkt für die Entwicklung des Kanban-Systems in Lake Stevens war die Tatsache, daß die auf den einwöchigen Bedarf ausgerichteten Lose der Push-Philosophie zu langen Durchlaufzeiten und hohen Beständen geführt hatten. Die ständigen Änderungen im Master Planning-System der Produktionsplanung führten darüber hinaus zu einer großen Unruhe.

Das Kanban-Konzept wurde in drei Stufen entwickelt.

In der ersten Stufe wurden die von dem MM/3000-System erzeugten Fertigungsaufträge lediglich zur Kommissionierung des Lagers verwendet, um die benötigten Komponenten für die Leiterplattenfertigung sowie für die Montagesteuerung der Endprodukte bereitzustellen. Innerhalb der Bestückungslinie wurde dagegen der Materialfluß

durch Kanban-Karten gesteuert. Damit konnten die Lagerbestände innerhalb der Produktionslinien drastisch reduziert werden. Auch Losgrößen innerhalb der Fertigung wurden erheblich verringert. Obwohl bezüglich des PPS-Systems keine Änderung eintrat (alle Informationen wurden weiterhin ausgedruckt), wurde es praktisch unterlaufen, da die Arbeitspapiere zur Steuerung der Fertigung nicht eingesetzt wurden. In der zweiten Stufe wird die Ausgabe der Arbeitspapiere aus dem PPS-System vollständig unterdrückt. Auch die Kommissionierung aus dem Lager erfolgt nun durch Kanban-Karten nach dem "Zieh"-Prinzip. Als Schnittstelle zu dem PPS-System dient der Programmausgang "ungeplante Entnahme".

Die Funktion "Bedarfsauflösung" des PPS-Systems wird lediglich noch für die Feststellung des Bedarfes an Zukaufteilen eingesetzt, hat aber keinen Einfluß mehr auf die Generierung von Fertigungsaufträgen. Die Aushöhlung des klassischen PPS-Systems durch das Kanban-System wird ergänzt durch ein eigenentwickeltes Master Planning-System, das durch graphische Unterstützung auf einem vorgeschalteten Lotus-1-2-3-System die mittelfristige Produktionsplanung unterstützt. Dieses System ist Ausgangspunkt für die mit Hilfe der Bedarfsauflösung ermittelten Bedarfszahlen für fremdbezogene Komponenten. Durch die statistische Kontrolle der eingehenden Kundenaufträge wird laufend überprüft, ob die angesetzten Prognosewerte weiterhin gültig sind oder korrigiert werden müssen.

Die im Vergleich zu traditionellen PPS-Systemen veränderte Gewichtung der Funktionen, welche die Grobplanung und die kurzfristige Fertigungssteuerung gegenüber der mittelfristigen Bedarfsauflösung unterstützen, zeigt die für zukunftsweisende CIM-Strukturen geeignetere PPS-Philosophie auf.

Die Erfolge des Systems sind überzeugend: die Durchlaufzeiten der Endprodukte wurden von 45 Tagen auf vier bis fünf Tage reduziert; dabei sanken die Fertigungszeiten der Leiterplatten von 16 bis 20 Tagen auf eineinhalb Tage. In Cupertino wurden die Durchlaufzeiten von vorher zwei Wochen auf heute acht Stunden bis anderthalb Tage reduziert.

Während in Lake Stevens die Kanban-Karten mit Hilfe eines EDV-Systems erzeugt und nach dem Auffüllvorgang vernichtet werden, so daß Fehler aufgrund technischer Änderungen vermieden werden, ist das System in Cupertino noch robuster. Hier wird der Materialfluß zum Teil über farbliche Markierungen an Plantafeln gekennzeichnet. Die Anzahl grüner Magnetpunkte zeigt an, wieviele produzierte Kanban-Einheiten zur Zeit bereitstehen, die Anzahl roter Punkte gibt an, wieviel Kanban-Behälter bereits in die nächste Produktionsstufe weitergegeben wurden, so daß durch Summenbildung auch die gesamte Anzahl der produzierten Einheiten ständig ersichtlich ist. Out-of-Stock-Vorgänge werden von Controllern an Plantafeln angegeben, so daß diese für jedermann sichtbar sind und über den dadurch erzeugten sozialen Druck verringert werden.

Auf die dritte Ausbaustufe des Kanban-Systems wurde in Lake Stevens verzichtet. Sie sieht vor, auch die Lieferanten über eine Just-in-Time-Lösung direkt an die Beschaffungslogistik anzubinden, um somit das Eingangslager weitgehend auszuschalten. Die mit der dritten Stufe erzielbare zusätzliche Wirtschaftlichkeit erscheint aber gegenüber dem bereits erreichten Zustand zu gering, um diesen Schritt zur Zeit weiterzuverfolgen. Demgegenüber ist in Cupertino für den Zusammenbau der Computerchassis werden von den Lastwagen direkt in die Montage weitergegeben, um den für die sperrigen Teile benötigten Lagerraum zu vermeiden.

Dem HP-Image, bezüglich Qualitätssicherung der "Daimler" unter den Computerherstellern zu sein, wird in den Werken durch eine ausgefeilte Qualitätssicherung entsprochen. Dieses beginnt bereits in der Entwicklung und setzt sich in der Fertigung fort: "Für jeden Dollar, den wir in Forschung und Entwicklung investieren, um die Qualität in ein Produkt hinein zu entwickeln, sparen wir zehn Dollar in der Fertigung".

In Cupertino gibt es keine eigene Prüfabteilung; Qualitätsprüfungen werden nach jedem Produktionsschritt innerhalb der Fertigungslinie vorgenommen, so daß nur fehlerfreie Komponenten in den nächsten Bearbeitungsschritt freigegeben werden.

### 1.3 Kennzahlensysteme steuern die Wirtschaftlichkeit von CIM

Die auf den ersten Blick in HP-Lokationen immer wieder beeindruckend hohe Dezentralisierung, die mit einem relativ selbständigen Disponieren verbunden ist, darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß das Unternehmen durch ein enges Netz von Vorgaben und Kontrollen gesteuert wird. So wird die Schwierigkeit, CIM-Aktivitäten durch traditionelle Wirtschaftlichkeitsrechnungen zu bewerten, durch eine Schar anderer quantitativer Kennzahlen zu lösen versucht.

Jede Organisationsstufe hat die Managementmittel:

- Entwicklung einer Strategie,
- Entwicklung von Zielgrößen,
- Entwicklung von Maßnahmenkatalogen zur Erreichung der Strategie und
- Bewertung der Maßnahmen.

Diese werden durch Meßzahlen operationalisiert.

In Cupertino wird z. B. das Ziel, die Gruppentechnologie stärker zu nutzen, durch die Vorgabe, den Umsatz pro Baugruppe in drei Jahren um 50 % zu erhöhen, operationalisiert. Bei der Softwareerstellung gilt die Zielsetzung, die Pflegekosten von gegenwärtig 40 Dollar pro Zeile Quellcode und Jahr auf 25 Dollar herunter-

zuschrauben. Die Nutzung derartiger Kennzahlensysteme bietet HP auch seinen Kunden an. In Abbildung 17 sind typische Meßfaktoren der Wirtschaftlichkeit für die CIM-Kette "Produktentwurf" angegeben.

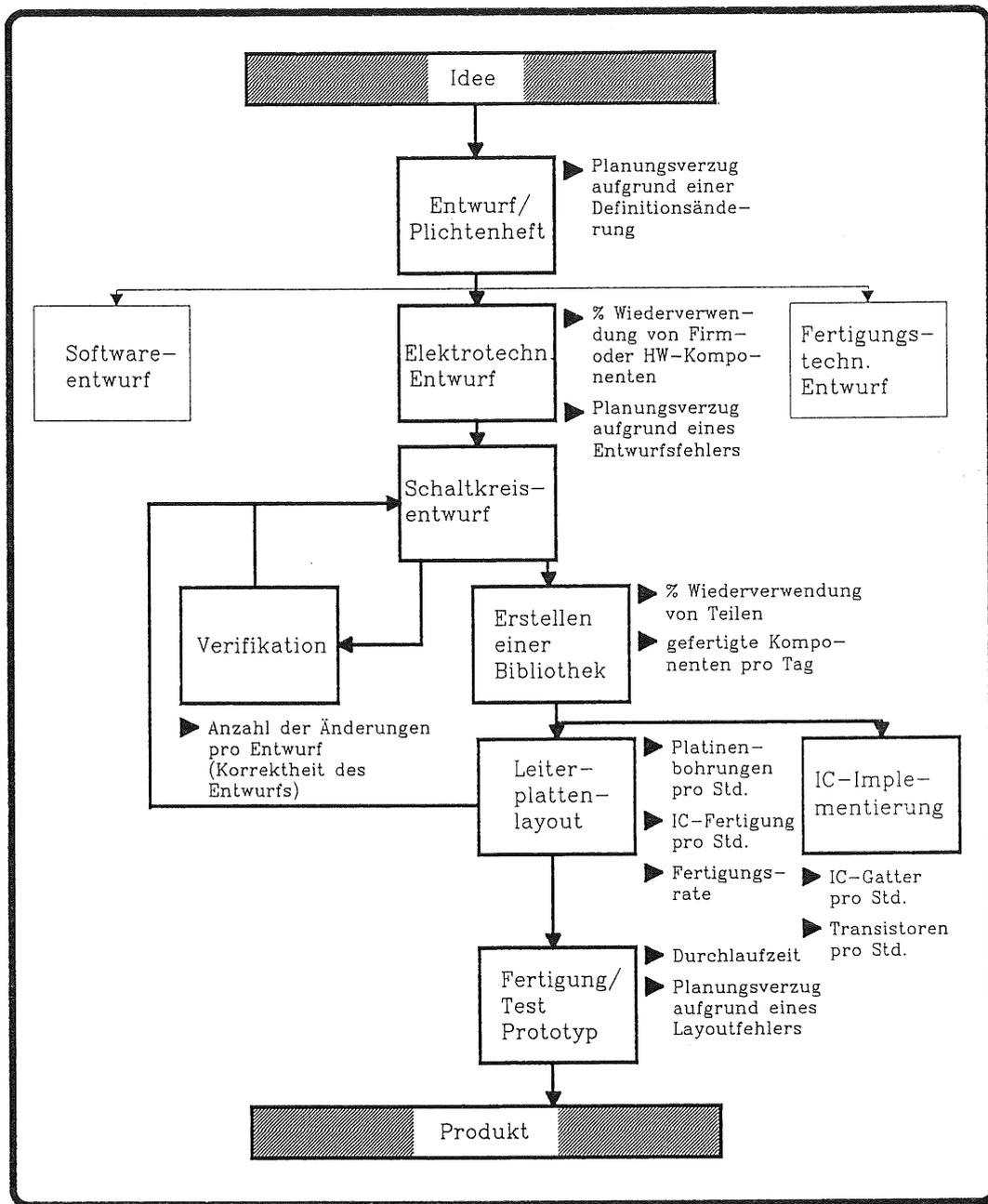


Abb. 17: Vereinfachter elektrotechnischer Entwurfsprozeß  
In Anlehnung an: HP

In Abbildung 18 werden für CIM typische pauschale oder qualitative Argumente, wie

- Erhöhung der Produktivität,
- Qualität,
- Flexibilität,
- Verfügbarkeit und
- Kosten,

durch Kennziffern operationalisiert. Diese Kennzahlen sind von der Manufacturing and Engineering Systems Group in dem HP-Entwicklungszentrum Cupertino entwickelt worden.

Die in dem Pilotunternehmen Lake Stevens gewonnenen Erfahrungen sollen auch anderen HP-Werken zu Gute kommen. Aus diesem Grunde ist eine Gruppe aus sieben Werken gebildet worden, die das CIM-Know-how der Elektronikindustrie bündeln und generell für HP-Werke zur Verfügung stellen soll.

<u>Bestandteil</u>	<u>Nutzen</u>	<u>Maßeinheit</u>
Produktivität	→ generelle Verbesserung der Fertigungsproduktivität	interner Zinsfuß (ROI) Umsatz pro Beschäftigte
Qualität	→ verbesserte Qualitätsgesamtkosten verringerte Produktkomplexität	Anteil der Garantiekosten am Umsatz
Flexibilität	→ verbesserte Reaktionsfähigkeit auf Marktänderungen	Reduktion der Losgröße Rüstzeit Auftragsdurchlaufzeit
Entwicklungsgeschwindigkeit	→ Ausnutzung der Marktchancen verbesserte Ausrichtung auf Kundenwünsche	Marktanteil Zeit für Prototyp-erstellung Entwicklungszeit für ein neues Verfahren pünktliche Auslieferung
Kosten	→ Verringerung der Gesamtkosten pro Einheit	Fertigungskosten pro Einheit

Erfolgsfaktoren für CIM

Abb. 18: CIM-Bestandteile

In Anlehnung an: HP

## 2. CIM-Produktstrategie von HP

Wenn HP seinen Kunden auch noch kein geschlossenes CIM-Konzept anbieten kann, so sind die Grundstrukturen für Organisation, System- und Anwendungsarchitektur bereits sichtbar.

Ausgangspunkt der CIM-Konzeption von HP ist das in Abbildung 19 dargestellte organisatorische Ebenenmodell.

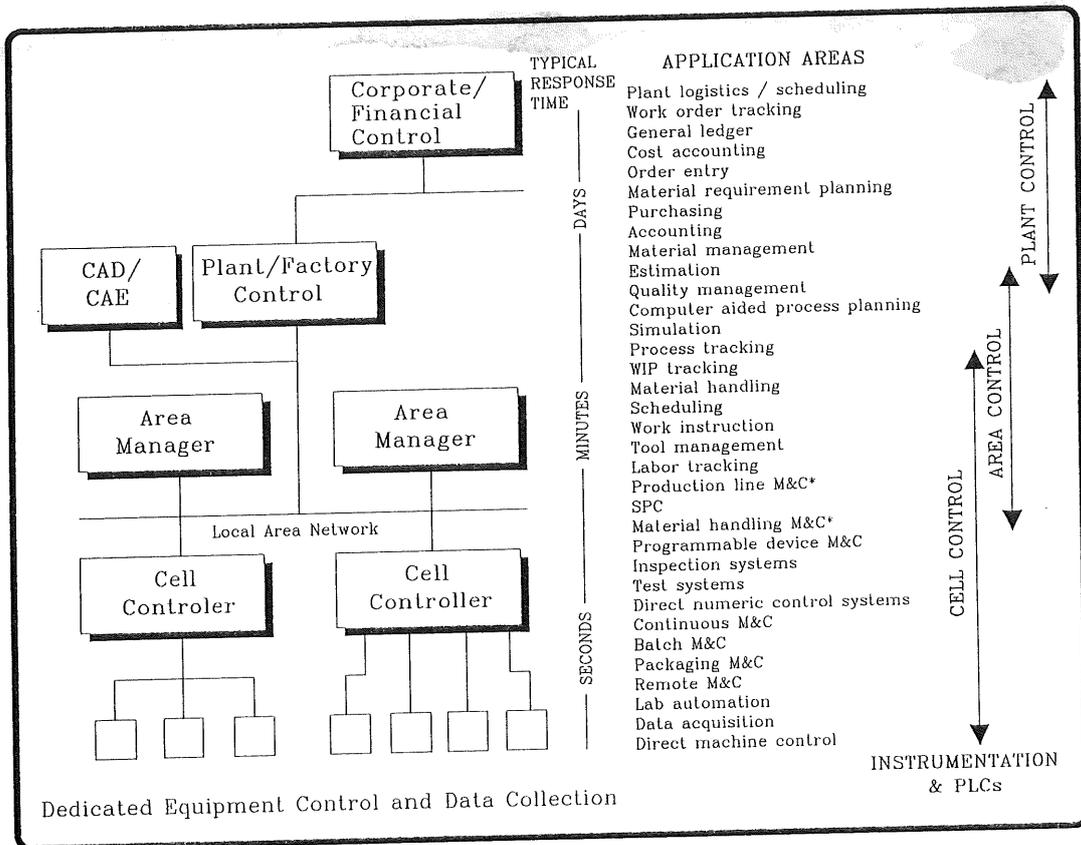


Abb. 19: Fertigungsumgebung

Quelle: HP

Den Organisationsebenen Unternehmung, Betrieb, Betriebsbereich und Fertigungszelle werden modellhaft typische Funktionen (Application Areas) zugeordnet. Die Funktionszuordnung richtet sich dabei an der Bearbeitungsspanne aus, die die Funktion abdecken soll. Ist sie für das gesamte Unternehmen zuständig, so wird sie auf dem obersten Level angeordnet, betrifft sie dagegen lediglich eine Fertigungszelle, dann befindet sie sich auf der niedrigsten Stufe. Der Zuordnung von typischen Zeitintervallen mit dem Trend zu einer höheren Zeitnähe in Richtung Fertigungsprozeß kann aber nur bedingt gefolgt werden, da je nach Zuordnung von Funktionen auch auf der Unternehmensebene zeitkritische Vorgänge ablaufen können. Trotzdem ist die organisatorische Funktionsarchitektur ein hilfreicher Ausgangspunkt für die weiteren Schritte einer CIM-Planung.

Bei der Systemarchitektur setzt HP auf das Prinzip der offenen Systemvernetzung ohne hierarchische Struktur. Dieses wird bereits in Abbildung 19 deutlich, indem auf der linken Seite ein busförmiges Local Area Network die verschiedenen Anwendungsfelder, die mit jeweils einem Rechnerstandort gleichgesetzt werden können, verbindet. In Abbildung 20 ist diese Architektur differenzierter dargestellt, indem eine heterogene Umwelt über ein offenes Netz miteinander verbunden ist.

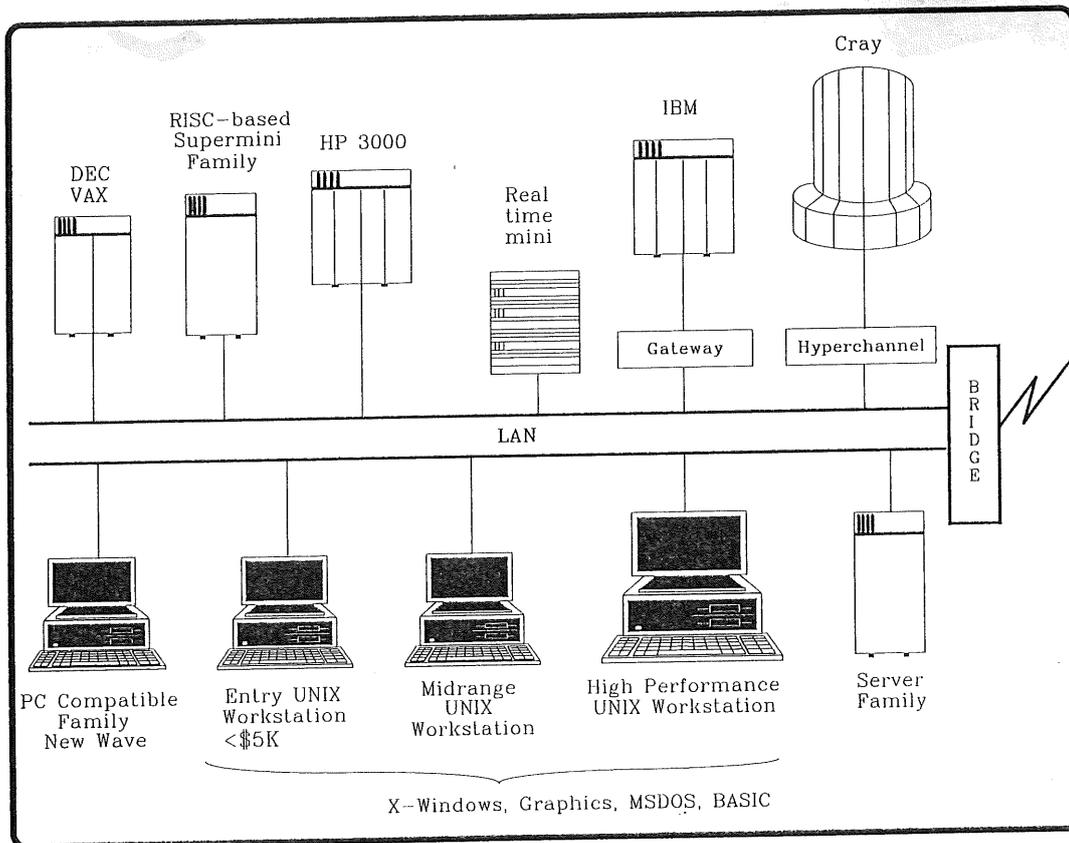


Abb. 20: Hardware-Umgebung

Quelle: DEC

Da nach Meinung von HP die Technik für verteilte Systeme bereits vorliegt und HP intern durch das eigene Netz Internet mit 4000 Knoten ausreichend Erfahrung gesammelt hat, will HP den Kunden den Einstieg durch eine intensive Implementierungsunterstützung erleichtern. Das alleinige Angebot der Technik genügt nicht, wenn dem Kunden anschließend die Implementierungserfahrung fehlt. Man würde sonst nach dem Motto eines Mathematikbuchs verfahren, in dem eine Aussage behauptet wird und der Autor mit "but the proof is left to the reader" schließt.

Neben der technischen Gestaltung eines solchen Netzes besteht aber auch das Problem, die hierarchische Anwendungsstruktur der Abbildung 19 auf die hierarchie-lose Hardwarearchitektur der Abbildung 20 zu übertragen.

Die besonderen Anforderungen, die die Prozeßdatenverarbeitung mit sich bringt, läßt ein Realtime-Data-Management sinnvoll erscheinen, das Schnittstellen sowohl zum Netzwerk der Fabrik, zu den Steuerungen der Maschinen und für Auswertungen zum menschlichen Benutzer darstellt (vgl. Abbildung 21).

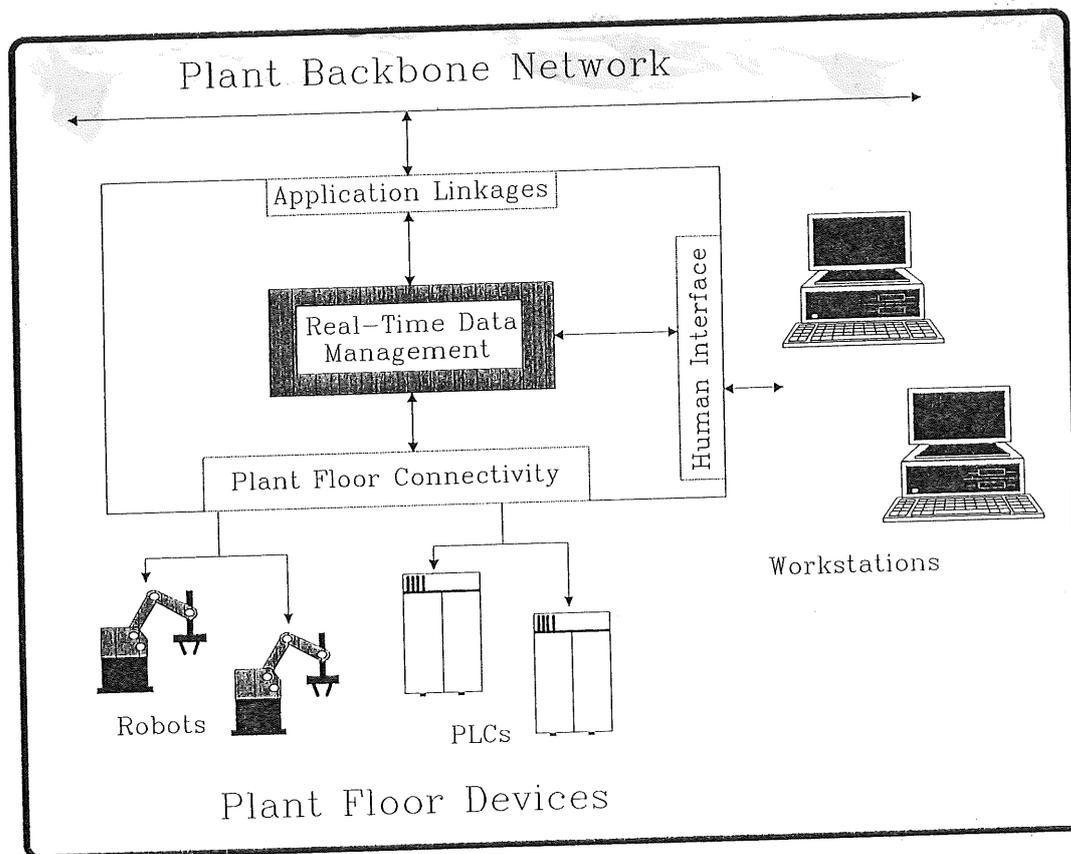


Abb. 21: Realtime-Data Management

Quelle: HP

Die besondere Betonung von Realtime-Anforderungen in der Fertigung wird durch entsprechende HP-Entwicklungen bei dem Betriebssystem UNIX deutlich. Wie bereits bei der Vernetzung, wo HP auf der OSI-Architektur aufbaut und sowohl MAP als auch TOP unterstützt, richtet sich HP auch bei den anderen Basiselementen von CIM an offenen Standards aus. Dieses gilt insbesondere für die Favorisierung des Betriebssystems UNIX (HP-Version: UX), welches HP seit Jahren konsequent weiterentwickelt. HP verfolgt das Ziel, dem Timesharing-Betrieb von UNIX Realtime-Komponenten hinzuzufügen. HP gehört auch zu den Gründern der OSF (Open Software Foundation), deren Mitglieder, u. a. IBM, DEC, Siemens, Philips und Nixdorf, die Entwicklung offener Systemarchitekturen unterstützen. Für HP stellt sich das Problem, daß die Entwicklung von UNIX bereits sehr intensiv vorangetrieben wurde, OSF aber zunächst das IBM-System AIX wegen seiner stärker modularen Systemarchitektur unterstützt. Man hofft allerdings, die Realtime-Komponenten in den OSF-Standard einbringen zu können. Als Datenbankschnittstelle wird auch von HP die Sprache SQL favorisiert; Grafikschnittstellen sind GKS/PHIGS. Bei den Benutzerschnittstellen werden zur Zeit noch mehrere Richtungen verfolgt. Mit X-Windows Version 11 wird der von OSF unterstützte Standard akzeptiert. Allerdings hat HP mit dem System New Wave ein auf X-Windows aufbauendes höheres Konzept entwickelt,

das neben Büroanwendungen auch die Integration vielfältiger Anwendungssysteme, z. B. auch aus dem CAD-Bereich, ermöglicht (vgl. Abbildung 22). Aus diesem Grunde sind die Anstrengungen verständlich, New Wave ebenfalls in den OSF-Standard aufzunehmen.

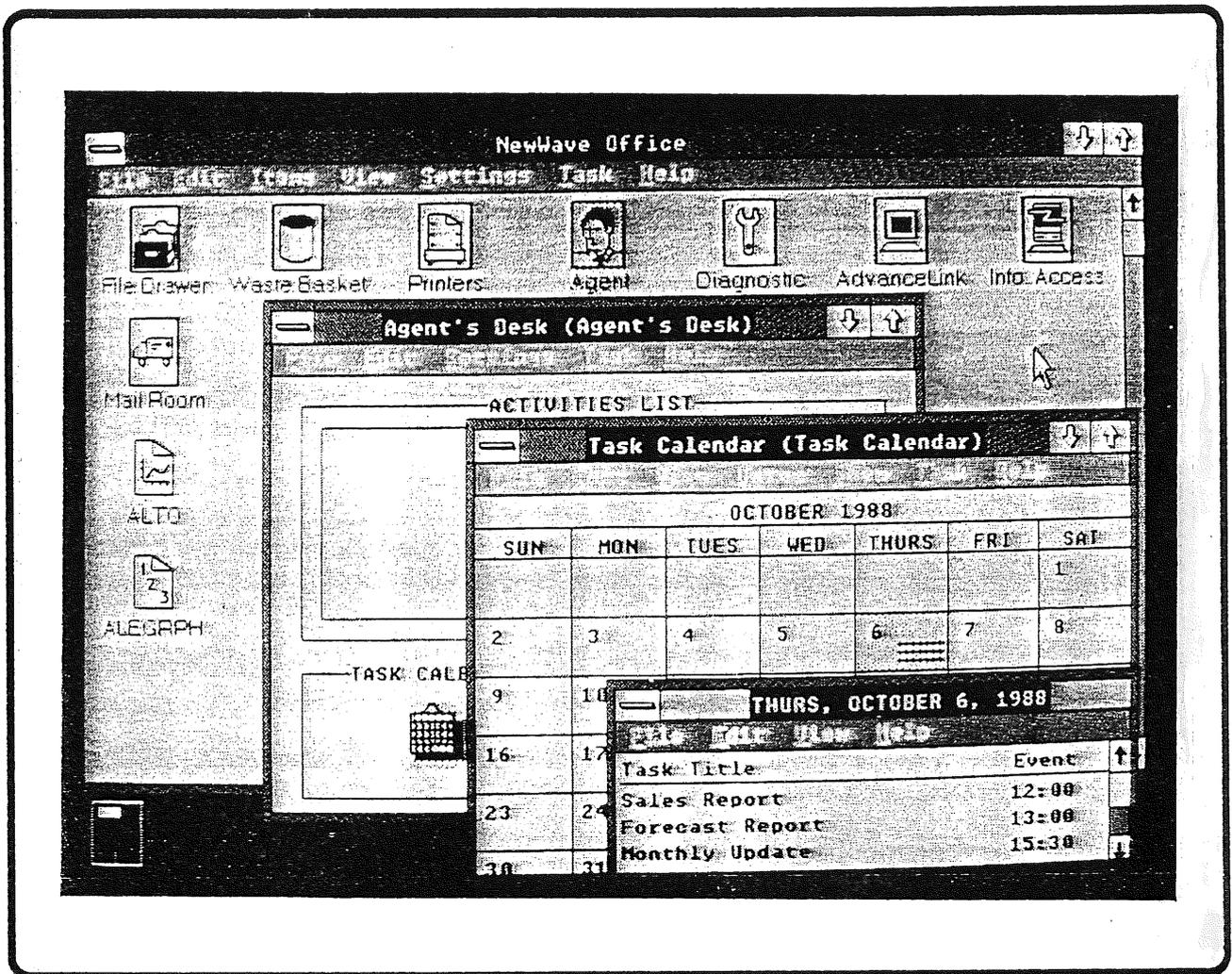


Abb. 22: New Wave

Quelle: HP

Neben den auf professionelle Workstations ausgerichteten Benutzerschnittstellen wird für PC-Anwendungen auch DOS weitergeführt.

Der hohen Bedeutung der Mitwirkung an den Standardisierungsbemühungen wird durch den ständigen Einsatz von sieben Mitarbeitern in der OSF Rechnung getragen. Erklärte Zielsetzung ist es, in möglichst vielen Bereichen die Entwicklungsführerschaft in eine Standardisierung zu übertragen. Das Risiko, Kosten

für Entwicklungen zu tragen, die später nicht zu einem Standard führen, wird allerdings gegenwärtig bei UX und New Wave deutlich. Es ist deshalb zweifelhaft, ob die OSF stark genug bleibt, die verschiedenen Interessen der Mitglieder tatsächlich unter einheitlichen Standards zu vereinen und sich über bereits getätigte Entwicklungskosten hinwegzusetzen.

Da CIM ein Anwendungskonzept für Industriebetriebe ist, stellt sich die Gretchen-Frage nach der CIM-Kompetenz eines Herstellers bei der Betrachtung seines Angebotes an Anwendungssoftware. Wie bei allen Herstellern und insbesondere bei solchen, die sich primär als Hardwareproduzenten verstanden haben, bestehen hier Probleme. Allerdings hat HP die Bedeutung der Anwendungssoftware bereits eher erkannt als einige andere vergleichbare Produzenten. Trotzdem: Ein komplettes Angebot an CIM-Anwendungssoftware besteht noch nicht, vor allem, wenn man auch die Kompetenz für begleitende Organisationsberatungen und Einführungsunterstützungen einbezieht. Ein Schwergewicht der Anwendungskompetenz liegt auf den Gebieten CAD, hier sowohl bei der Hardware als auch bei der Anwendungssoftware für elektronische und mechanische Fertigung, sowie CAQ. Die Betonung von CAQ mag auch aus der Herkunft des Unternehmens aus dem Bereich der Meßtechnik resultieren. Hier gelingt es, gegenwärtig verstärkt in Großunternehmungen Fuß zu fassen und damit den traditionellen Markt des Mittelstandes zu erweitern. Zur Unterstützung der Ausrichtung auf CAQ werden vom Industrial Applications Center in Cupertino/Kalifornien Untersuchungen herangezogen, die besagen, daß der forcierte Einsatz von statistischen Qualitätskontrollsystemen der treibende Faktor zur Erhöhung der Produktivität ist, verglichen z. B. mit der Reduktion von Umrüstzeiten, Programmen zur Motivation der Mitarbeiter oder auch zum verstärkten Einsatz von PPS, insbesondere MRP. Als Beispiel für die Bedeutung der Qualitätssicherung wird ein Fordwerk in Michigan herangezogen, das aufgrund mangelnder Produktivität geschlossen werden sollte, nach Einführung von CAQ aber als Musterwerk innerhalb des Fordkonzerns gilt. Insgesamt konzentriert sich HP in den USA bei der Entwicklung von Anwendungskonzepten stark auf die Automobilindustrie. Man weiß, daß ein Hersteller die Anwendungskompetenz für alle Industriezweige nicht innerhalb kurzer Zeit erlangen kann. Kenntnisse über die Elektronikindustrie können aus dem eigenen Haus gewonnen werden, in den restlichen Anwendungsfeldern muß man erst branchenspezifisches Know-how erwerben. Die Automobilindustrie in den USA ist deshalb ein lohnender Partner, weil von ihr zur Zeit rund 50 % der Investitionen in der gesamten Automatisierungstechnik aufgebracht werden. Gleichzeitig bieten die Zulieferer einen interessanten dynamischen Markt, denn in den USA wird mit einer Reduzierung der Zulieferer von 30.000 auf 10.000 gerechnet. Dieser Überlebenskampf wird vor allen Dingen auch auf dem Markt für moderne Informationssysteme geführt. HP hat deshalb sowohl für Automobilhersteller als auch für Zulieferer eine Architektur der Anwendungen und Systeme entwickelt (vgl. Abbildung 23 und 24).

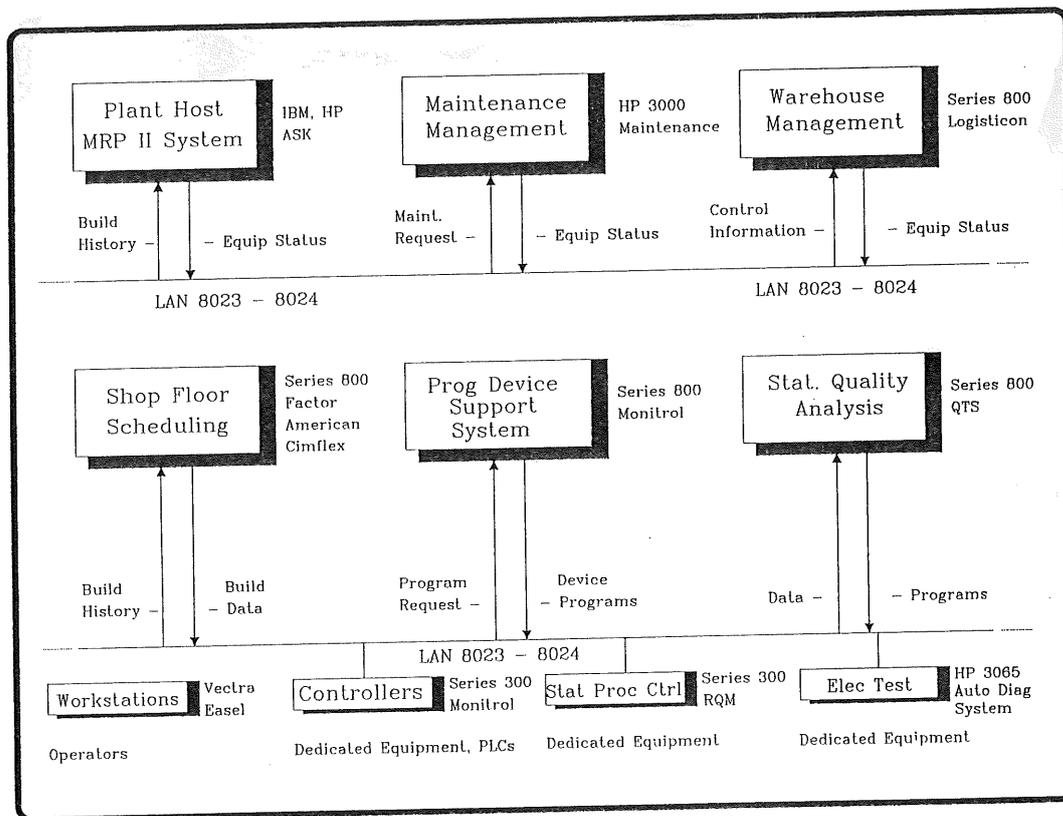


Abb. 23: Architektur der Anwendungen und Systeme für Hersteller

Quelle: HP

Wenn diese Vorschläge auch nur sehr grob sind, ermöglichen sie einem Anwender doch eine erste Orientierung hinsichtlich seines gegenwärtigen Einsatzstandes und stellen eine Herausforderung bezüglich des Standes seiner eigenen konzeptionellen Arbeit dar.

Auf dem Gebiet der Produktionsplanung und -steuerung hat HP mit den inzwischen wohl als überaltert einzuschätzenden Systemen MM/3000 und PM/3000 zu kämpfen. Hier müssen unter dem Gesichtspunkt neuer Organisationsformen in der Fertigung und neuer Ablaufphilosophien, wie Just-in-Time oder der Verbindung zu technischen Systemen, neue Ansätze entwickelt werden. Dieses wurde bereits bei den eigenen Anwendungen deutlich, wo bei Just-in-Time-Fertigungen eher die Systeme ausge-trickst als konsequent genutzt wurden. Gegenwärtig werden Verknüpfungen zwischen der Stücklistenorganisation und CAD als erste Schritte zur integrierten Entwicklung von Produktdefinitionen im Sinne einer Engineering Data Base angeboten.

Die Konzentration auf bestimmte Branchen wie Elektronik-, Automobil- und Flugzeugindustrie läßt ein Anwachsen der Fachkompetenz in den nächsten Jahren erwarten. Gegenwärtig ist HP aber noch auf die breite Unterstützung von anwen-

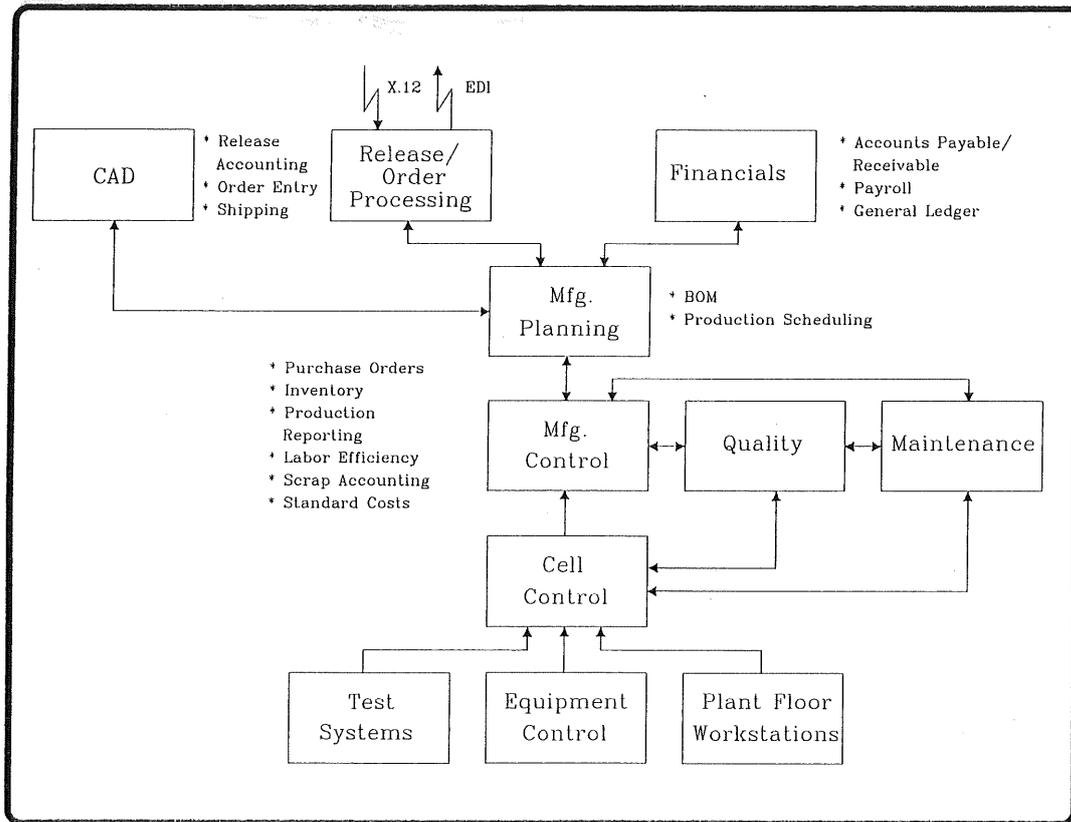


Abb. 24: Architektur der Anwendungen und Systeme für Zulieferer

Quelle: HP

dungsorientierten Beratungsunternehmen und Softwarehäusern angewiesen. Auf einem auf Berater ausgerichteten Kongreß in Monterey, an dem über 1.000 Interessenten aus den USA teilnahmen, wurde dem Teilnehmerkreis die Basisphilosophie für Anwendungsentwicklungen verdeutlicht. Die Nutzung gleicher Tools soll die Klammer über die vielfältigen beteiligten Firmen bilden. Es ist HP aber klar, daß nur bei einer Konzentration auf wenige kompetente Partner tatsächlich von einer durch HP gesteuerten CIM-Philosophie gesprochen werden kann. Deshalb wird angestrebt, mit lediglich wenigen kompetenten sogenannten "Systems Integrators" zusammenzuarbeiten, die in der Form von Generalunternehmenschaften umfassende CIM-Projekte abwickeln können.

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  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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 Algorithmus of Zeleny, Isermann and Gal for the Enumeration of the Set of Efficient Solutions for a Linear Vector Maximum Problem, Dezember 1977  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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  
(wird nicht mehr verlegt)
- Heft 15: A.-W. Scheer, V. Brandenburg, H. Krcmar: Wirtschaftlichkeitsrechnung und CAP-Systeme, Ergebnisse einer Umfrage, Mai 1979  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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  
(wird nicht mehr verlegt)

- 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  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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  
(wird nicht mehr verlegt)
- 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 Anwendungensystemen, 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: A.-W. Scheer, Neue Architektur für EDV-Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung, Juli 1986
- Heft 54: U. Leismann, E. Sick, Konzeption eines Bildschirmtext-gestützten Warenwirtschaftssystems zur Kommunikation in verzweigten Handelsunternehmungen, August 1986
- Heft 55: D. Steinmann, Expertensysteme (ES) in der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) unter CIM-Aspekten, November 1987, Vortrag anlässlich der Fachtagung "Expertensysteme in der Produktion" am 16. und 17.11.1987 in München
- Heft 56: A.-W. Scheer: Enterprise wide Data Model (EDM) as a Basis for Integrated Information Systems, Juli 1988
- Heft 57: A.-W. Scheer: Present Trends of the CIM Implementation (A qualitative Survey), Juli 1988