

**Nr. 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 41: H. Krcmar: Schnittstellenprobleme EDV-gestützter Systeme des Rechnungswesens, August 1983, Vortrag anlässlich der 4. Saarbrücker Arbeitstagung "Rechnungswesen und EDV" in Saarbrücken vom 26. - 28.9.83
- Heft 42: A.-W. Scheer (Hrsg.) Factory of the Future, Vorträge im Fachausschuß "Informatik in Produktion und Materialwirtschaft" der Gesellschaft für Informatik e.V., Dezember 1983

- Heft 27: C.-O. Zacharias, Ein heuristisches Verfahren zur Behandlung des LOST-SALES Falles bei der (s,S,T) - Bestellpolitik, Februar 1981
- Heft 28: R. Brombacher, DEMI, Dezentrales Marketing-Informationssystem Dialogsystem zur Auswahl geeigneter Datenanalyse- und Prognoseverfahren, Juli 1981
- Heft 29: A.-W. Scheer, 3 aktuelle Beiträge zur Datenverwaltung, März 1982
- Heft 30: A.-W. Scheer, Neue Chancen für eine sinnvoll integrierte Produktionsplanung und -steuerung, März 1982, Vortrag anlässlich des Anwenderforums 1981 "Betriebsdatenerfassung und Fertigungssteuerung auf dem Prüfstand der Praxis" am 5.-6. Okt. 81 in Zürich
- Heft 31: A.-W. Scheer, Stand und Trend von Planungs- und Steuerungssystemen für die Produktion in der Bundesrepublik Deutschland, März 1982, Vortrag anlässlich des Kongresses PPS 81 in Böblingen vom 11. - 13.11.81
- Heft 32: A.-W. Scheer, Einfluß neuer Informationstechnologien auf Methoden und Konzepte der Unternehmensplanung, März 1982, Vortrag anlässlich des Anwendergespräches "Unternehmensplanung und Steuerung in den 80er Jahren in Hamburg vom 24. - 25. 11. 1981
- Heft 33: A.-W. Scheer, Disposition- und Bestellwesen als Baustein zu integrierten Warenwirtschaftssystemen, März 1982, Vortrag anlässlich des gdi-Seminars "Integrierte Warenwirtschafts-Systeme" in Zürich vom 10. - 12. Dezember 1981
- Heft 34: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert, EPSOS - Ein Ansatz zur Entwicklung prüfungsgerechter Software-Systeme, Saarbrücken, Mai 1982
- Heft 35: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert, EPSOS-D, Konzept einer computergestützten Prüfungsumgebung, Saarbrücken, Juli 1982
- Heft 36: A.-W. Scheer, Rationalisierungserfolge durch Einsatz der EDV - Ziel und Wirklichkeit, August 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 13: A.-W. Scheer, Optimal Project Management under a Present Value Objective, April 1978; Vortrag anlässlich d. European Institute for Advanced Studies in Management, Seminar am 27./28.4.78 in Brüssel
- Heft 14: A.-W. Scheer, V. Brandenburg, H. Krcmar, CAPSIM, Computer am Arbeitsplatz-Simulation, Ein Hilfsmittel zur Gestaltung wirtschaftlicher CAP-Systeme, März 1979
- Heft 15: A.-W. Scheer, V. Brandenburg, H. Krcmar: Wirtschaftlichkeitsrechnung und CAP-Systeme, Ergebnisse einer Umfrage, Mai 1979
- Heft 16: A.-W. Scheer, V. Brandenburg, H. Krcmar, Methoden zur Ermittlung der Auswirkungen des CAP auf Arbeitsplatzprofile, Juni 1979; erschienen in: Angewandte Informatik, 21. Jg. (1979), Heft 8
- Heft 17: P. Brendel, H. Demmer, L. Kneip, H. Krcmar, G. Spies: Zusammenfassung der Diskussionsbeiträge zum Anwendergespräch PRODUKTIONSPLANUNG UND -STEUERUNG IM DIALOG, Juli 1979
- Heft 18: A.-W. Scheer, Datenbanksysteme im Marketing, Oktober 1979
- Heft 19: A.-W. Scheer, Rationalisierung durch EDV-Einsatz im Fertigungsbereich - Schwerpunkte und Tendenzen im Maschinenbau, November 1979; Vortrag auf der VDMA/DMI-Informationstagung 'Datenverarbeitung mit Bildschirmen in Klein- und Mittelbetrieben des Maschinenbaues - Erfahrungsberichte' am 28./29. November 1979 in Hannover
- Heft 20: A.-W. Scheer, Datenverwaltung im Fertigungsbereich, Januar 1980; ersch. in: Informatik Spektrum
- Heft 21: A.-W. Scheer, Elektronische Datenverarbeitung und Operations Research im Produktionsbereich, Februar 1980, ersch. in OR-Spektrum
- Heft 22: A.-W. Scheer, Kriterien für integrierte betriebswirtschaftliche Lösungen mit den heutigen Möglichkeiten der EDV, März 1980; Vortrag anlässlich des SIEMENS-Seminars "Datenverarbeitung in der Grundstoff- und Investitionsgüterindustrie" am Eibsee vom 3. - 5.3.1980
- Heft 23: I.E. Dammasch, Effizienz varianzreduzierender Methoden bei der Simulation, August 1980
- Heft 24: T. Brettar u. G. Schmeer, Übersicht über Programme zur Kostenrechnung, September 1980, überarbeitete Fassung einer Hausarbeit zum Seminar zur Wirtschaftsinformatik im Sommer-Semester 1980, Leitung: Prof. Dr. A.-W. Scheer
- Heft 25: A.-W. Scheer, 3 Beiträge zu aktuellen Problemen der Produktionsplanung mit EDV, Dezember 1980
- Heft 26: L. Kneip, A.-W. Scheer, N. Wittemann, PROMOS, Ein Produktionsplanungs-Modellgenerator-System zur Bestimmung des Primärbedarfs im Rahmen eines PPS-Systems, Januar 1981

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

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

\*\*\*\*\*  
DIESE LÖSUNG IST INNERHALB DES GEF-KONZERNS DER ZWEITGRÖSSTE  
VERBRÄUCHER VON STAHLPLATTEN

WEHR ALS 25 000 To P.A.

- Durchlaufzeiten, Genauigkeit, damit Arbeits- und Material-Produktivität zu erhöhen, wurde automatisiert:
- Automatische Verschachtelung (CALMA)  
Verschnitt- und Wege-Optimierung
- Automatische programmierbare Beladung der Brennschneidemaschinen - Laden der 2 t - Platten per Kran - mit Magnet, gesteuert durch Series Six MOD 600 Controller
- RAVIT Automatische Entnahme aus dem angeschlossenen Lager bis auf der Maschinentisch
- Ein CNC-gesteuertes Plasma-Lichtbogen-Brennschneidemaschine-System, welches 2 Platten simultan mit 4 Brennern bzw 3,3 m/min BRENNEN KANN
- Zur Zeit Installation von 3 CNC-Flüssig Sauerstoff-Brenntischen für vier Platten bis zu 150 mm Dicke
- Distributed M C (DHC) System, welches die CNC-Maschinen mit der zentralen Steuerung verbindet.

\*\*\*\*\*  
ANWENDUNG  
=====

Das Schachteln ist ein total integriertes 'closed loop' System. Produktionsbedarf aus dem Materialplanungs-System wird taeslich geprüft und 'up-dated'

Das KONSTRUKTIONS CAD-System liefert die Geometrie-Daten fuer die Verschachtelung

Diese Batch-Ergebnisse werden dem Operator zur Kontrolle angezeigt.

Parallel wird eine API-Source-Datei an den Host-Computer transferiert. Dieser fueht nach Produktionssteuerungsanforderungen den entsprechenden pp-Lauf durch und transferiert den Code via DNC zur Maschine. (ANFORDERUNG DER PLATTE PARALLEL)

Durch die hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit wird von diesem System 2/3 der gesamten Brennkapazität verarbeitet, bei Steigerung der Qualität, Verdopplung des Durchsatzes bei gleichbleibendem Personalbestand. Zusätzlich werden p.a. \$ 400.000 an Material eingespart.

WIR WERDEN UEBER DAS GESAMTERGEBNIS NACH IMPLEMENTATION  
ALLER KOMPONENTEN IN DEN ENTSPRECHENDEN FACHORGANEN BERICHTEN

Pennsylvania Transportation Plants  
 eine Lokomotivfabrik, deren Anfänge aus 1900 stammen,  
 wurde mit 316 Mio \$ Aufwand in einen modernen  
 Fertigungs-Betrieb umhergestet.

Das Projekt soll bis 1986 abgeschlossen sein. Damit soll  
 die Produktion dann um das 3-fache gesteigert werden - bei  
 gleichem Personalbestand (7.300).

Produkte: Diesel-elektrische Loks bis 3.600 PS  
 Elektro-Loks bis 6.000 PS  
 Rangier-Loks  
 Loks fuer Minen  
 Bohrwagen fuer Tiefbohrungen

Markte: weltweit INCL Russland, China, Jugoslawien

Produktion: ERIE PA  
 Campinas Brasilien  
 Lizenzen DEUTSCHLAND (Krupp) Mexico  
 Australien Sued-Afrika

Produktions-  
 Flaeche: 485.000 qm in Erie

Zur Fertigung von Motorbloeken bis  
 1,4 x 1,4 x 180 (6 Typen Stol.)  
 durchschn. Gewicht ca. 1 t  
 zusaeztlich Getriebefertigung  
 Kapazitaet 5.500 Motorbloেকে/Jahr  
 Reserve 60 %

PEXIPLES FERTIGUNGSSYSTEM FUER MOTOR UND GETRIEBEBLOECKE  
 Komponenten: 9 Schwermaschinen-Center mit automatischem  
 Werkzeugwechsel  
 (Controller GE 1050)

Layout: 2 Vertikalraesemaschinen  
 3 Horizontalbearbeitungs-Center  
 3 grosse Horizontal-Bohr- und Fraesemaschinen  
 1 mittl. Horizontal-Bohr- und Fraesemaschine  
 1 speziell angepasste Palettenstation

70 m lange kettengetriebene Gleisbahn mit  
 mit 21 Be- und Entladeeinrichtungen  
 fuer Palette <-----> Maschine  
 Controller: GE Series Six MOD 6000  
 mit Schnittstelle zum Hauptcomputer:

PDP 11/44 zur Gesamtsteuerung und Verfolgung  
 aller Systeme (2. Maschine als Back-Up)

Einbezogen:

Werkstueckreihenfolge (Laden der Paletten)  
 zur Produktivitaetsoptimierung  
 Auswahl der geeigneten und verfügbaren Work-Center  
 nach /kuerzester Zeit,  
 Palettensteuerung und Zuordnung + Laden des entsprechenden  
 NC-Programms

Maschinenaustausch fuehrt zum automatischen Umladen aller  
 betreffenden Aktivitaeten.

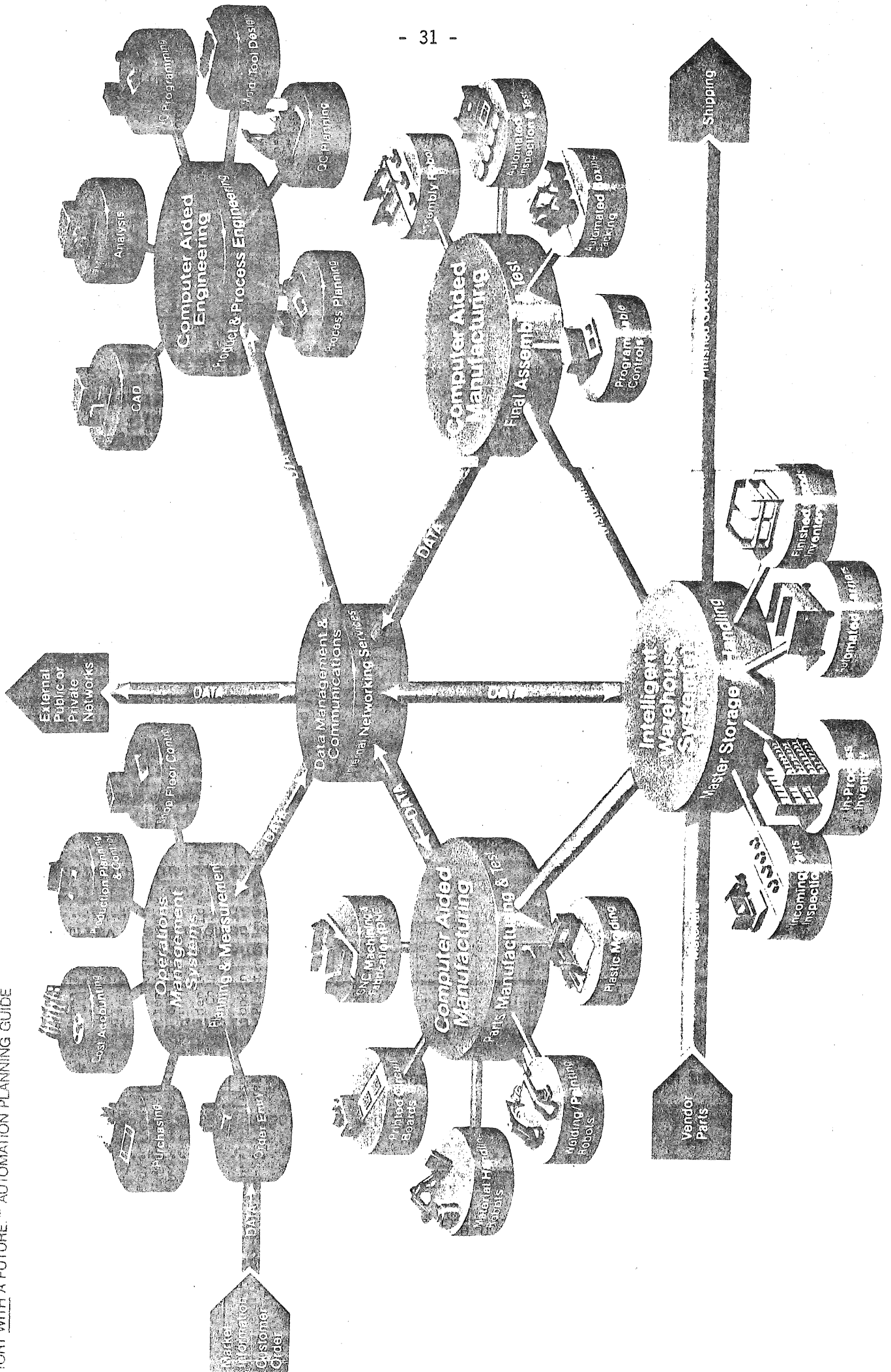
Automatische Rueckfuehrung zur Ladestation, wenn umge-  
 soannt werden muss  
 durchschn. 8 Maschinen pro Werkstueck

Werkzeug und Standzeitverfolgung  
 (ca. 500 Werkzeuge auf den Maschinen)  
 Statistik z.B. Auslastung

PRODUKTIVITAETSSIEFERUNG

V O R H E R N A C H H E R

Anzahl Maschinen	29	9
Kapazitaet	4.250 p.a.	5.500 p.a. (+ 60 % Reserve) = + 38 % (+ 100 %)
Durchlaufzeit	16 Tage	16 h
Produktivitaets- steigerung / MA		240 %
Werkstattflaechen- bedarf		- 25 %





Lassen Sie mich mit CAE beginnen:

GE versteht unter CAE nicht nur den Einsatz von CAD/CAM Systemen in Konstruktion und Entwicklung, sondern vielmehr eine neue Vorgehensweise bei der Entwicklung neuer Produkte, nach der herkömmlichen Methode werden oft eine Vielzahl von Prototypen gefertigt, bis das neue Produkt die an es gestellten Anforderungen erfüllt. Unter CAE versteht GE die Verlagerung des Prototyping in den Rechner. Das neue Produkt wird im Rechner bzgl. seiner Geometrie, des Festigkeits- und Schwingungsverhaltens analysiert. Dieses laesst sich so weit treiben, dass letztlich nur noch der Bau eines Prototypen notwendig ist. Durch dieses Verfahren lassen sich erheblich Zeit und Kosten einsparen.

Hierzu ist natuerlich geeignete Software notwendig:

Konzeptentwurf

Unter Zuhilfenahme von Festkoerpermodellierungssoftware wird ein Strukturmodell aus Komponentendaten aufgebaut, die aus groben Analysen, Versuchsdaten oder einer vorhandenen Datenbank gewonnen wurden. Durch den Einsatz von Systemanalyse Software laesst sich das Verhalten des Gesamtsystems vorhersagen.

Grundentwurf

Nachdem die Spezifikationen des Gesamtsystems erfuehrt sind, folgt nun der Entwurf der Komponenten. Die Festigkeit jedes Bauteiles wird mit Lasten, die im Systemmodell ermittelt wurden, ueberprueft. Graphische Software erleichtert die Auswertung umfangreicher Ergebnisdaten.

Detaillentwurf

Nachdem die Festigkeit aller Teile des Systems ueberprueft und die Dimensionierung beendet ist, beginnt die automatische Zeichnungserstellung. Die dafuer benoetigten Daten stehen in einer zentralen Datenbank zur Verfuegung.

Entwurfspruefung

Erst jetzt wird der traditionelle Prototyp gefertigt, der bei der herkoemmlichen Methode bereits viel frueher notwendig gewesen waere.

Vorfertigung

Da die waehrend des Entwicklungszyklus bis hierher angefallenen Daten in einer Datenbank gespeichert sind, lassen sich ebenfalls automatisch Lochstreifen zur Steuerung von NC-Maschinen erzeugen oder diese direkt ansteuern.

Soviel zum CAE-Bereich.

Im Fertigungsbereich setzt GE heute CNC-Steuerungen ein. Sie besteht im Groben aus 2 Rechereinheiten, die die CNC Funktion und die Maschinensteuerung uebernehmen.

Die CNC besitzt Anschlussmoeglichkeiten an:

- Roboter
- Farbgraphik
- DNC
- adaptive Regelungen
- Management Informationssysteme.
- CAE
- Speicherprogrammierbare Steuerungen

Ein weiteres Hilfsmittel zur Automatisierung ist der Roboter. GE hat in den letzten Jahren Lizenzen von Hitachi (Japan) und DEA (Italien) erworben und arbeitet kooperativ mit VW zusammen, zur Verbesserung und Neuentwicklung von Robotern.

Um Roboter mit Augen zu versehen und Kontrollen zu automatisieren, hat GE ein

Visuelles Erkennungssystem

entwickelt. Dieses besteht aus Soft- und Hardwaer, arbeitet kontaktlos und ist durch Programmierbarkeit universell einsetzbar.

Eine optische Kamera beobachtet Vorgaenge und konvertiert die Bilder in Videodaten. Anschliessend erfolgt eine Rasterung und Abspeicherung von Eckpunkten in Dateien. Diese abgespeicherten Merkmale werden mit programmierten Spezifikationen verglichen und auf Uebereinstimmung ueberprueft. Die dann durchzufuehrenden Entscheidungen kann der Anwender beliebig programmieren z.B. Steuerung von Maschinen oder Robotern.

Diese Teilsysteme sind mehr oder weniger schon geloeset. Jetzt geht es darum, die in jedem Teilsystem vorhandenen mehreren Rechner einmal untereinander und die Teilsysteme selbst ueber das DAIVENWALTUNGS-SYSTEM miteinander zu verbinden, damit diese kommunizieren koennen.

Die Hardware-Verbindung fuehrt GE mittels des von Intersil entwickelten GENetrs durch. GENet ist ein Breitband Kommunikationsnetzwerk zur Verbindung von Rechnern, intelligenten Vorrichtungen und Maschinen. Es dient der Uebertragung von Sprache, Video und digitalen Signalen. Die Kopplung gleicher und unterschiedlicher Hardware ist moeglich. Ueber ein Gateway laesst GENet die Kommunikation mit anderen Netzwerken, nationalen und internationalen zu.

Herr Weber wird im Folgenden naeher auf die Verwaltungs-Systeme eingehen.

FACTORY AUTOMATION

F. Hau und J. Weber

Im folgenden Referat werden Herr Weber und ich versuchen, darzustellen, wie GE gemeinsam mit ihren Tochterunternehmen ein hochstecktes Ziel, naemlich die Fabrik der Zukunft, erreichen will und wie diese Fabrik strukturiert sein wird.

Mittels dieser 10 GE Tochterunternehmen, von denen einige in den letzten Jahren zur schnellen Realisierung der Fabrik in der Zukunft gequendet wurden, ist GE zur Zeit der fuehrende Lieferant fuer Computer aided engineering und Fabrikautomatisierung.

Wie erst GE die Freieichung dieses Zieles nimmt, zeigen die hier angefuehrten Investitionen, die alleine in den Jahren 1980-1981 ueber 500 Mio \$ betragen.

Die Fabrik der Zukunft beinhaltet global die folgenden Systeme:

- Engineering Systeme
- interaktive Graphik
- Analyse- und Synthesoftware
- Test- und Simulationsprogramme
- Produktions Systeme
- Werkzeugmaschinen
- Roboter
- Transport- und Steuerungssysteme
- Zentrale Systeme zur Steuerung von Informationen
- lokale Kommunikation
- Verarbeitungssteuerung
- Datenbankverwaltung

Nach dieser Globaluebersicht moechte ich gleich zur detaillierteren Darstellung der Einzelsysteme kommen, die sich weiter in Subsysteme gliedern lassen.

Hier sind zu nennen:

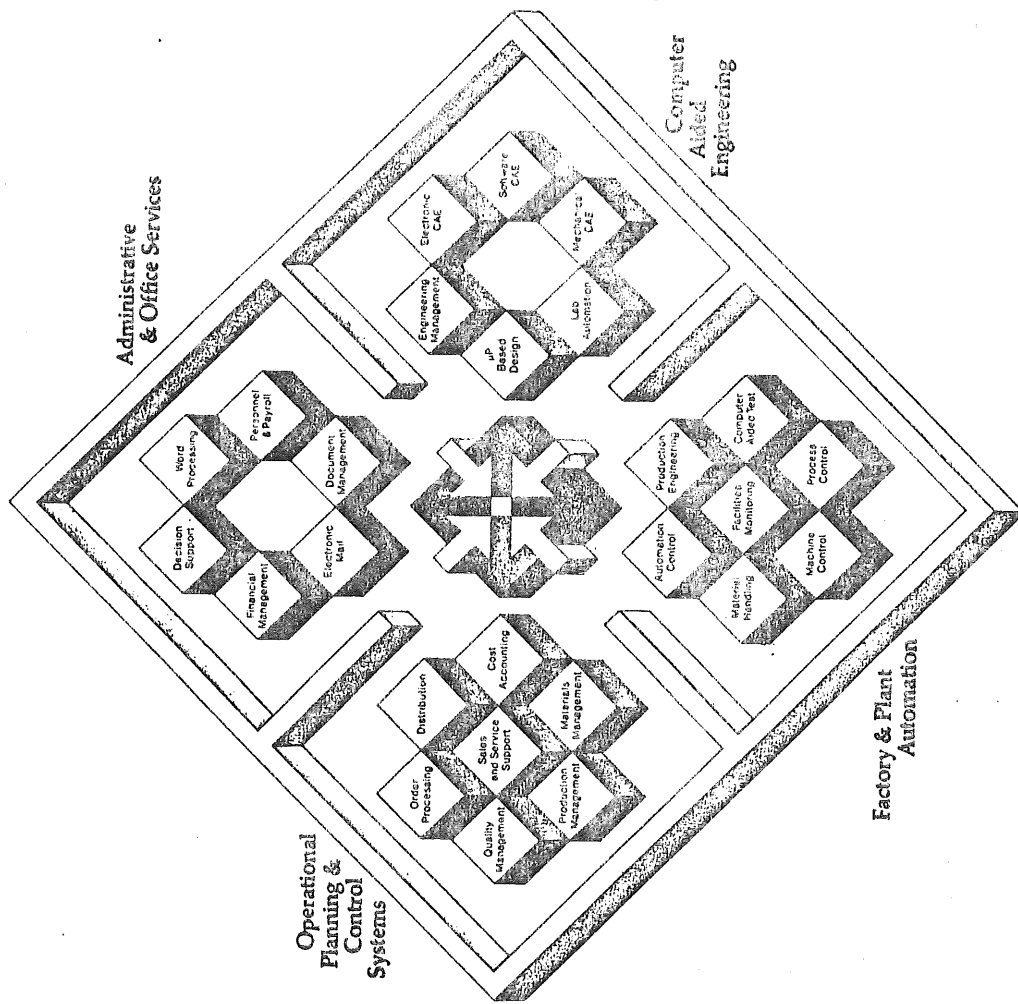
- Computer-aided engineering
- mit z.B. CAD und NC-Programmierung
- Computer gestuetzte Fertigung, Bereich Teilefertigung mit NC-Maschinen, verschiedenen Robotern- und Transportsystemen
- Computer gestuetzte Fertigung, Bereich Endmontage mit automatischen Kontrollen und Montagrobotern
- Automatische Lagersysteme
- Eingang
- Lagerung
- Ausgang
- Verpackung
- Verwaltungssysteme
- von Auftragsfassung bis zur Fertigungssteuerung
- Datenverwaltung und Kommunikation
- Gehirn und Nervensystem der Gesamtfabrik

Im Folgenden moechte ich naeher auf die Hilfsmittel eingehen, die GE zur Zeit schon in den Bereichen CAE und in der Fertigung einsetzt. Herr Weber wird im Anschluss daran auf die Verwaltungssysteme eingehen und aufzeigen, welche Integration der Systeme GE heute schon realisiert hat.



----> The results will answer the challenges of the 80's and:

- \* bring new products faster to the market
- \* increase quality while lowering costs
- \* insure flexibility in manufacturing operations, distinction between batch and process manufacturing will fade
- \* improve the efficiency of the design process
- \* efficient communication



## QUALITY

- > Finally I want to discuss the issue of quality since it combines a number of topics already mentioned by me.
- > Quality dominates all aspects of the factory of future:
- \* design of product
  - \* information systems
  - \* management and workers attitudes, programs and policies
  - \* production, and finally
  - \* vendor management
- > Initially the issue of quality was raised by consumers who discovered that quality of some Japanese products was superior despite lower price.
- > In 1980, Hewlett-Packard tested 300K 64K RAM devices from 3 US and 3 Japanese suppliers; the failure rate of the chips from Japan was 1/6 of one made in USA. Thus today quality is also a challenge for industrial companies and manufacturers, and a key ingredient in any factory automation efforts.
- > Using computer systems all parts of MTW practice statistical quality control. The software program used here is QM 1000 and runs on an HP1000 computer with interconnectability to HP3000 and other HP and non-HP equipment. One way of making the equipment more user friendly is by Voice Data Entry.
- > The program has automation and manual data collection capabilities. Report definition can be defined by the user allowing to close the gap between the user and computer.
- > Supplemented by quality circles, better training and management the focus on quality can give spectacular results. In one case the warranty costs decreased by a factor of 4 while at the same time the total cost of quality decreased by a factor of 2.
- > Another aspect of quality is to transfer quality control to vendor or supplier of subassemblies. For critical components 100% incoming inspection using Computer Aided Test (CAT) equipment helps to weed out quality problems before they enter the production line.

- > Finally, just in time or Kanban delivery of components/subassemblies makes sure that excessive inventories do not hide problems while at the same time streamlining the efficiency and manufacturing costs.
- > I covered the issue of quality to demonstrate that the factory of the future is not just computers/robots. People will be part of the factory of future. Thus approaches which link computer and people via management will be more successful than ones that blindly just focus on automation.

## KEY DIRECTIONS AND SUMMARY

- > As I mentioned in the beginning of my speech the road to the factory of the future is evolutionary and not revolutionary. Today, we possess all the components and technologies, and human resources needed to execute this project. But as seen the factory of future is not yet here, because we are still learning how to put the various components end pieces together into one integrated system.
- > At Hewlett-Packard we believe and have proven it in action that the factory of the future is going to be run with distributed processing all tied into a network.
- > The network concept is key since it addresses all areas of manufacturing by tying together data bases and providing solutions directly to end users and equipment.
- > Hewlett-Packard's Manufacturing Productivity Network integrates the manufacturing and engineering functions with planning and administration. Computer networks allow data to be shared on as required basis from central data banks. While the design is being developed, manufacturing can plan the equipment and processes while production planning is executed.
- > We have also seen the need for improved engineering productivity. Here the concept of a dedicated workstation for each engineer is the answer.
- > The workstation being the right combination of hardware/software allows the engineer to efficiently perform single design tasks while sharing the resources and data bases of the network.
- > Thus through distributed processing combined into a network, and the implementation of an integrated data base communication network we arrive at manufacturing systems which combine productivity and flexibility.

## CAD / CAM

---> I have outlined to you the Manufacturing Productivity Network with its key characteristics, components and means of communication. The first area where MPN is used is in operational planning and control systems. This follows from the fact that inventory and work in process savings are very visible and apparent.

---> On the other hand MPN applications in CAE and CAM are less frequent. Because of this, manufacturer's miss large benefits of productivity and flexibility so necessary in today's and tomorrow's factory of the future. Thus, I will now highlight the CAE and CAM application centers of MPN.

---> The idea behind linking CAE and CAM is essentially a concept of moving quickly from the sketch of a design to a manufacturable product. The objective is to move thru this process quickly, efficiently and to design, and prepare for manufacturing products which are superior in performance, quality, price and market impact.

---> The only way this can be achieved is by giving each engineer the right combination of hardware and software needed for the different engineering tasks. The individual pieces of hardware are configured in workstations which are then connected into networks and vie at the right interface points to MPN.

---> In recent years the everdecreasing cost of powerful 32 bit machines allowed the individual scientist to have at his own workstation the computational power previously belonging to whole organizations.

---> The workstations linked together in a network can be a personal computer for managers, 32 bit computers for design and engineering and multiprocessor 32 bit computers for heavy computational loads. The network communicates via Ethernet and IEEE 802.3 and shares peripherals via SRM.

---> Each engineer has his own local data base, linked to greater data bases. The engineering network is designed to run HP-UX, a Hewlett-Packard version of UNIX.

---> The approach described here: the correctly optimized combination of hardware/software for each engineer all tied into a network has substantially reduced the cost of engineering productivity. Whereas classical turn-key systems cost \$.5 - \$1.0 M and allow 3 - 8 engineers to use the system. The workstation network price translates into \$30K - \$75K/engineer for a fully networkable workstation with software.

---> This decreased capital cost through HP technology is leading to improved engineering productivity at companies like Motorola, MBB and others.

---> Same can be said regarding application programs which span electrical engineering, mechanical engineering and software engineering. These programs operate on a multiuser basis, but with the speed of single user systems.

---> Networks like the one described tie development laboratories to computer aided test stations and to computer aided process planning. The use of common data bases, classification and coding, also called group technology, is key to gain full productivity and efficiency benefits.

---> To summarize the benefits in productivity observed by HP and our customers are:

- \* 3 x or more in graphics systems
- \* 3 - 5 x R&D productivity
- \* set-up time and testing up to 60%
- \* through connection to process planning up to 6 x improvement in cycle time
- \* Long training: 6 weeks to 6 months
- \* incompatibility of different systems: here ICES appears to be the emerging standard

---> The challenges in CAE/CAM which remain but need to be solved rapidly are:



**HEWLETT  
PACKARD**

----> My presentation today will focus on Hewlett-Packard's implementation of today's and tomorrow's technology into an integrated manufacturing system which is used internally in our company and is sold in form of computers, peripherals, software and services to outside customers.

----> Hewlett-Packard looks at the factory as an activity spanning research, development, engineering thru the actual production processes and production automation to planning, finances, marketing and distribution.

----> All the pieces of the manufacturing activities must be integrated and be a system.

----> Today I would like to share with you how these trends are being currently addressed at Hewlett-Packard and specifically discuss with you Hewlett-Packard's integrated approach to manufacturing called:

Manufacturing Productivity Network (MPN)

----> Out of this concept I will focus on three distinct aspects:

\* CAE

\* CAM

\* Quality

## THE CONCEPT OF MPN

----> As mentioned HP looks at the factory of the future as a network encompassing activities from research/design through engineering to factory/plant automation through to operational planning/control to administration.

----> The key to recognize is that we need a network of computers, software, robots, automation equipment etc. in the factory. Isolated computers and robots increase productivity in localized dedicated equipment situations but unrelated computerized approaches do not solve basic problems of flexibility and productivity.

----> HP's network solution is called

Manufacturing Productivity Network

\* It has been under development at Hewlett-Packard for several years and is now used internally at our company and sold outside.



**HEWLETT  
PACKARD**

----> The network is designed to help manufacturers link computer resources and applications throughout their organizations. With MPN, manufacturing can begin implementation of the factory of the future with single computer designed for one task within any of the four application centers.

----> Having improved productivity, quality and flexibility in one application, the user starts linking other applications into a network.

----> The key aspect of MPN are thus:

\* ability to start small from single applications or processes

\* Knowing that as the network expands, all the HP products the user adds will work smoothly together in terms of:

- communication

- software: Hewlett-Packard's and 3rd party software suppliers

- data bases

\* also at critical interfaces HP's products will efficiently communicate to IBM computers, Allen & Bradley or Siemens factory area networks

\* resources and capabilities are distributed to the user, i.e., people who are actually responsible for the data and information used to manage the company.

----> The networking capability gives a two way flow of information from different laboratories, factory, sales offices up to company's headquarter. Decisions can be made based on up-to-date information.

----> MPN also addresses the need of user customization to even further increase flexibility and productivity. The user customization without programming increases productivity for users and DP staff. Customized software is key ingredient of MPN.

## MANUFACTURING PRODUCTIVITY NETWORK (MPN)

### INTEGRIERTE LOSUNGEN FÜR

### PRODUKTIVITÄTHERAUSFORDERUNGEN

DER 80er JAHRE

DR. JOHN WARGIN

HEWLETT-PACKARD GMBH

### OUTLINE:

1. INTRODUCTION
2. CONCEPT OF MPN
3. CAD / CAM
4. QUALITY
5. KEY DIRECTIONS AND SUMMARY

## INTRODUCTION

----> Factories of the future are being shaped by a number of vectors. Of these the two most important are:

\* increasingly shorter product life cycle

\* issues of productivity

----> Taking these two points we recognize that we need to learn to design our products quicker, bring them faster into production, spend less resources in the manufacturing process and finally be adaptable and flexible.

----> Automation has emerged as the main ingredient of the factory of the future. But the automation must be supported by new management attitudes, training of the workforce and even consumer perception.

----> Attending various fairs, meetings and symposia, reading articles and watching TV, an outsider can be made to believe that the factory of the future is already here.

----> The factory floor is already full of robots, design is already automated, all computers talk already, quality is perfect and the economies of scale have been mastered.

----> But what is the reality?

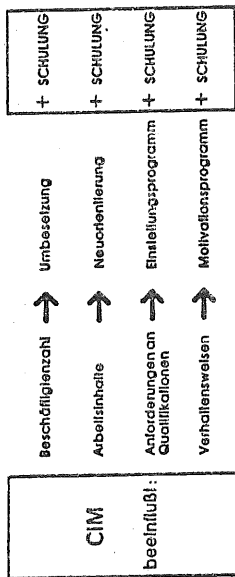
\* use of robots: 3,500 in 1982 in Germany

\* computerization of German manufacturing industry: 9.6% in CAD (1982)

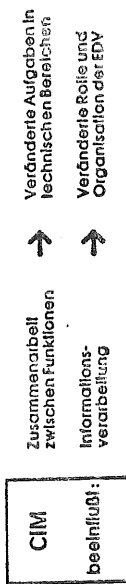
----> The factory of the future at Hewlett-Packard (and I believe at other companies as well) is emerging as an evolutionary development of today's technology.

----> In this it differs markedly from the previous phases of industrial development, all of which emerged as results of revolutionary developments. The technology for the factory of the future is available today, but the implementation of this technology into a manufacturing system is an evolutionary development.

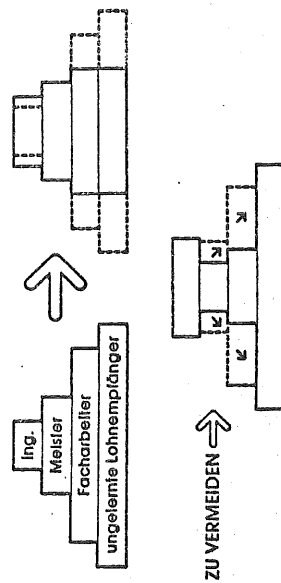
### WAS GESCHIEHT MIT DEN MITARBEITERN ?



### WAS BEDEUTET CIM FÜR DIE ORGANISATION ?



### AUSWIRKUNGEN DER AUTOMATISATION AUF DIE STELLEN-PYRAMIDE

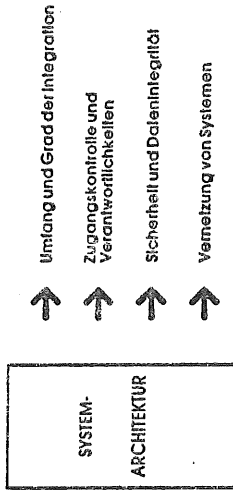


### TYPISCHE MANAGEMENTFEHLER

1. Die Bedeutung von CIM zu ignorieren oder dessen Auswirkungen zu unterschätzen
2. Unkenntnis des jeweiligen Entwicklungsstandes von CIM
3. Investitionen in CIM bis zur Austretung der Technologie zurückzustellen
4. Den Einführungsprozess durch CIM-Gegner blockieren oder verzögern zu lassen
5. Sich durch zurückliegende Fehlschläge entmutigen zu lassen
6. Unrealistische Erwartungen zu hegen



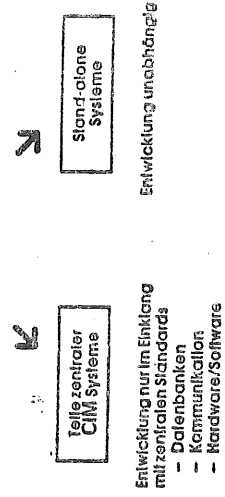
## IV EINFÜHRUNG UND MANAGEMENT VON CIM



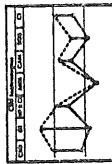
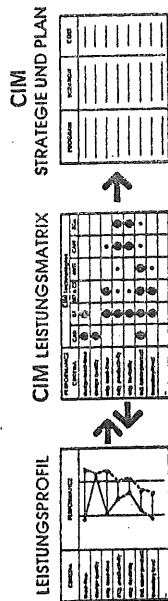
## RICHTLINIEN FÜR IMPLEMENTIERUNG VON CIM

1. Mit der Konzeption der Systemarchitektur beginnen (wiederbeginnen?)
2. Die Verantwortung für die Implementierung den Benutzern übertragen
3. Schrittweise Implementierung sicherstellen
4. Pläne periodisch anpassen
5. Ausgewogenheit zwischen langfristigen Nutzen und kurzfristiger Wirtschaftlichkeit erzielen
6. Kommerzielle Software und Services einsetzen

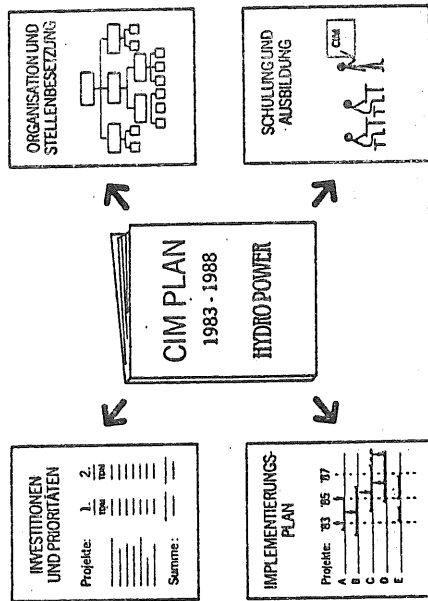
## ZWEI ARTEN VON SYSTEMEN :



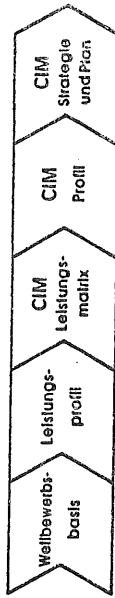
### III ENTWICKLUNG EINER CIM-STRATEGIE



CIM PROFIL



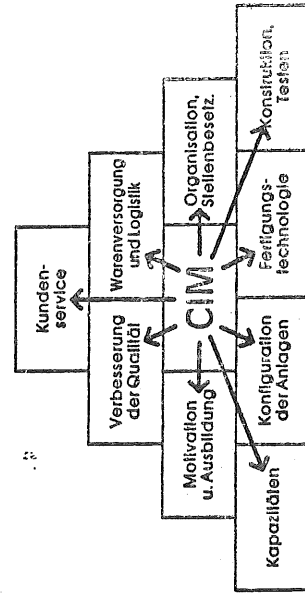
### CIM PLANUNGSPROZESS



- Was sind die Prioritäten für CIM ?
- Was sind unsere kurz- und langfristigen Ziele ?
- Wie sieht unser CIM Programm aus ?

Arthur D. Little International  
Management Consulting und Auftragsvermittlung

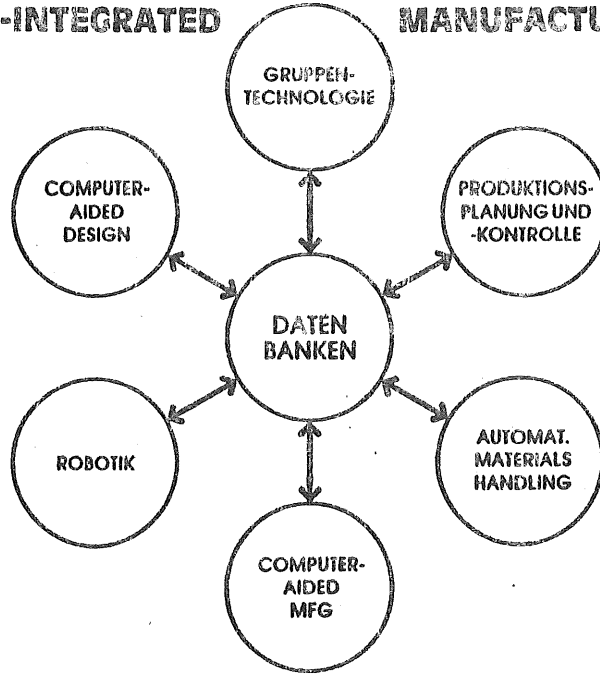
### STRATEGIEN FÜR LEISTUNGSERSTELLUNG



Arthur D. Little International  
Management Consulting und Auftragsvermittlung

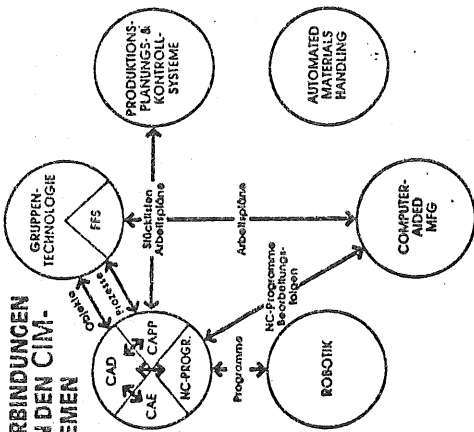
**DATA-INTEGRATED**

**MANUFACTURING**



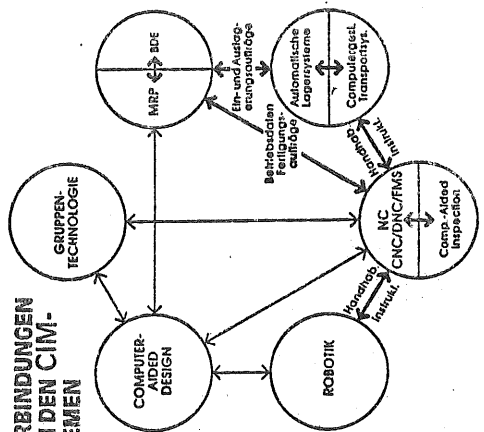
**Arthur D. Little International**  
Management Consulting und Auftragsentwicklung

**DATENVERBINDUNGEN  
ZWISCHEN DEN CIM-  
TEILSYSTEMEN**



**Arthur D. Little International**  
Management Consulting und Auftragsentwicklung

**DATENVERBINDUNGEN  
ZWISCHEN DEN CIM-  
TEILSYSTEMEN**



**Arthur D. Little International**  
Management Consulting und Auftragsentwicklung

## PRODUKTIONSPLANUNGS- UND KONTROLLSYSTEM

Zukünftig (in 5 Jahren)

- Verbindung mit Gruppen-technologie
- Simulation und Optimierung
- Entscheidungshilfen
- Verbindungen mit CAM und AMH
- Verwendung von Graphik
- Gesamte Ressourcenplanung

Heute

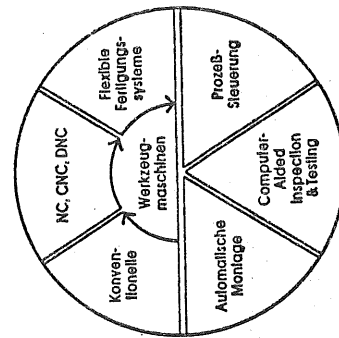
- Auftragsbearbeitung
- Bedarfsvorhersagen
- Master Production Scheduling
- Betriebsdatenerfassung
- Beschaffung
- Kosten/Arbeitsrechnung (DB)
- Einbestellung der Distribution

Früher (vor 10 Jahren)

- Materialbedarfsrechnung (MRP)
- Kapazitätsbedarfsrechnung (CRP)

Arthur D. Little International  
Management Consulting und Auftragsverfolgung

## COMPUTER-AIDED MANUFACTURING



Arthur D. Little International  
Management Consulting und Auftragsverfolgung

## FLEXIBLE FERTIGUNGSSYSTEME (FFS)

- DNC-Verkettung von 2 bis 15 (durchschnittlich 7) Bearbeitungsstationen
- Integrierter, automatisches Transport-, Handhabungs- und Speichersystem
- Umfassende Softwaresysteme für Steuerung und Überwachung
- Bearbeitung einer sorgfältig definierten Teilefamilie
- Aufsichtsrme und unbemannte Fertigung möglich

## FLEXIBLES FERTIGUNGSSYSTEM DER YAMAZAKI MASCHINENFABRIK

	Konventionell (einzelne Werkzeugmaschinen)	FFS
• Anzahl von Maschinen	68	18
• Anzahl von Beschäftigten	215	12
• Flächenbedarf	10.000 m <sup>2</sup>	3.000 m <sup>2</sup>
• Durchschnittliche Durchlaufzeit pro Werkstück	35 Tage	1,5 Tage
- Linie A	60 Tage	3,0 Tage
- Linie B	-	18 Mio. \$
• Investitionen	-	3,9 Mio. \$
• Einsparungen in zwei ersten Jahren:	-	3,6 Mio. \$
- Bestandskosten	-	-
- Lohnkosten	-	-

Quelle: American Market Researching News (Oct. 26, 1981)

## KLASSIFIZIERUNG VON ROBOTERN (JIRA)

### KLASSE:

1. Manueller Manipulator
2. Sequenzieller Roboter mit starrem Bewegungsmuster
3. Sequenzieller Roboter mit variablem Bewegungsmuster
4. Playback-Roboter, frei programmierbar
5. NC-gesteuerter Roboter, frei programmierbar
6. Intelligenter Roboter, frei programmierbar, mit Feedback über Sensoren

U.S. Definition

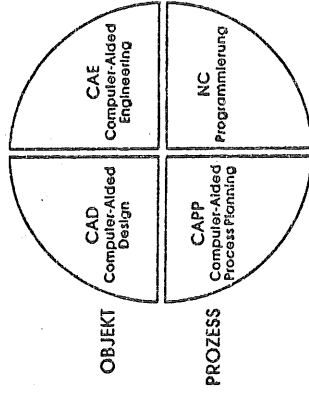
VDI Definition

Arthur D. Little International  
Management Consulting und Auftragsverfolgung

## II EIN RAHMENKONZEPT FÜR COMPUTER-INTEGRATED MANUFACTURING

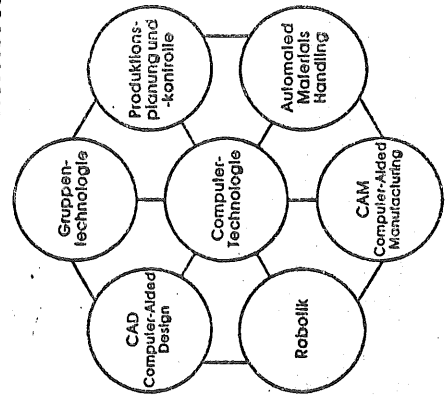
Arthur D. Little International  
Management Consulting und Auftragserfüllung

### COMPUTER-AIDED DESIGN



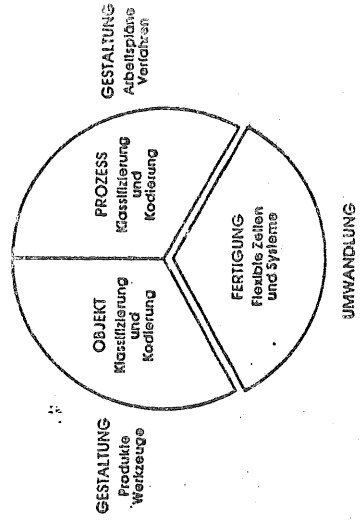
Arthur D. Little International  
Management Consulting und Auftragserfüllung

### COMPUTER-INTEGRATED MANUFACTURING



Arthur D. Little International  
Management Consulting und Auftragserfüllung

### GRUPPENTECHNOLOGIE



Arthur D. Little International  
Management Consulting und Auftragserfüllung

## COMPUTER

TRADITIONELLE  
KOMMERZIELLE  
ANWENDUNGEN

ANWENDUNGEN  
IN TECHNISCHEN  
BEREICHEN

- ↔ Datenverarbeitung und -verteilung ↔ Umwandlung von Daten in Produkte
- ↔ Für Disposition und Administration ↔ Instrumente der Leistungserstellung
- ↔ Weltgehend Standard ↔ Unternehmensspezifisch
- ↔ Indirekte Wirkung auf Wettbewerbsfähigkeit ↔ Direkte Wirkung auf Wettbewerbsfähigkeit

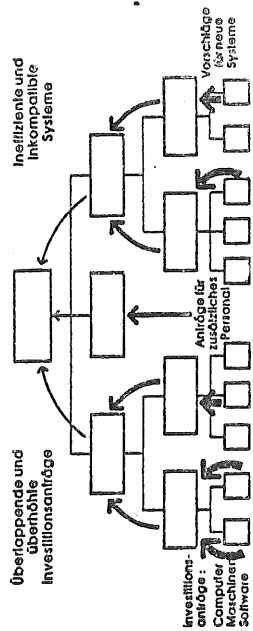
Arthur D. Little International  
Management Consulting and Airingsatzentwicklung

## CIM

- Erhöht die operative Leistungsfähigkeit
- Löst Zielkonflikte
- Erfordert umfassenderes Informations-Management
- Erhöht Anforderungen an Qualifikationen und fördert Kooperation
- Erfordert beträchtliche finanzielle und menschliche Ressourcen

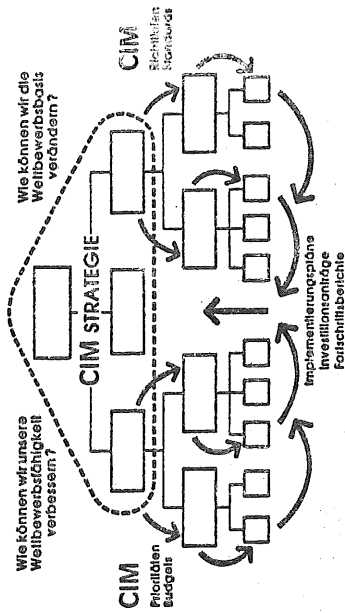
Arthur D. Little International  
Management Consulting and Airingsatzentwicklung

## CIM : REAKTIVES VERHALTEN



Arthur D. Little International  
Management Consulting and Airingsatzentwicklung

## CIM : STRATEGISCHES VORGEHEN



Arthur D. Little International  
Management Consulting and Airingsatzentwicklung

**WETTBEWERBSVORTEILE DURCH HÖHERE  
PRODUKTIVITÄT UND FLEXIBILITÄT :**

**STRATEGIEN FÜR  
COMPUTER-INTEGRATED  
MANUFACTURING**

Dr. C. Maier-Rothe

 **Arthur D. Little International**  
Management Consulting und Auftragentwicklung

**GLIEDERUNG**

- I DIE BEDEUTUNG VON CIM
- II EIN RAHMENKONZEPT FÜR CIM
- III ENTWICKLUNG EINER CIM-STRATEGIE
- IV EINFÜHRUNG UND MANAGEMENT VON CIM

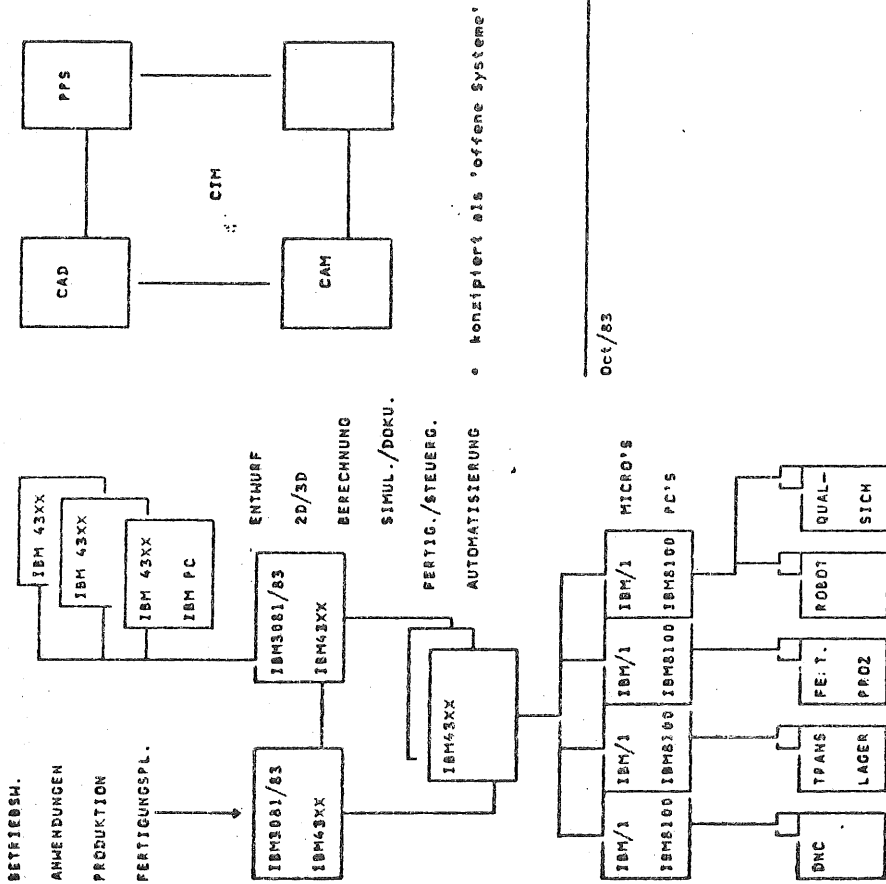
 **Arthur D. Little International**  
Management Consulting und Auftragentwicklung

- Daten-Strukturen**
- Eigentum
  - Zugriffsberechtigung
  - Datenschutz
  - Mehrfachspeicherung
  - Synchronisation
- Daten-Inhalte**
- formatiert - unformatiert (Text)
  - Grafik
  - Image
- Daten-Techniken**
- Datenverarbeitung zentral-dezentral  
→ Rechnernetze
  - Telefon
  - BTX
  - sonst. Kommunikationstechniken

Oct/83

D.4

Hardware - Integration IBM Integration IBM



Oct/83

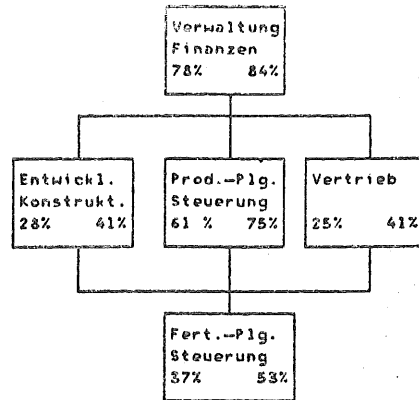
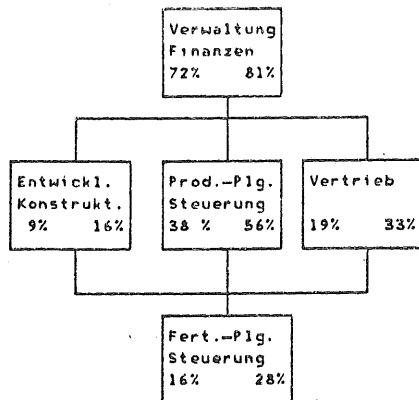
D.5

RECHNERGEEFUEHRT FERT.-PROZESSE

Oct/83

D.2

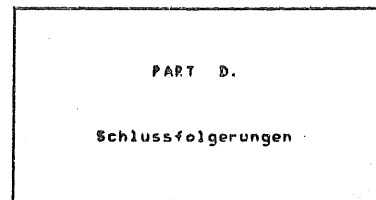




■ Die Werte gelten fuer Unternehmen kleiner 1000 Beschaeftigte.

■ Die Werte gelten fuer Unternehmen grosser 1000 Beschaeftigte.

Materialplanung +  
Kapazitaetsplanung  
=/  
Materialfluss-Steuerung  
  
 Periodenorientierung =/  
Aktionsorientierung (What if)  
  
 24-Stunden-Verfuegbarkeit  
der Anwendung  
  
 Trennung v. Verarbeitung  
u. Verwaltung v. Daten  
  
 Personal Computing



Ausgangssituation

Auszuege aus IDS-Studie 1982

Anwendungs-Back-Log

- bestenfalls 40 - 60 % aller moeglichen FI-Anwendungen realisiert
- Installierte Systeme z. Teil veraltet
- Aufwand fuer Wartung u. Modifikation 70 bis 80 % d. verfuegb. Kapazitaet
- wenig Neigung zur Anwendung auf der Basis 'as is'.

Realisierte FI - Anwendungen

	Selbst	H/W	Sonst.	Ges.
		Herst.		
Bestands-V.	47.1	19.0	9.0	75.1
Bedarfs-Pl.	39.2	15.7	6.5	61.4
Vorkalkul.	39.1	10.4	4.1	53.6
Stuecklisten	32.8	26.9	7.9	65.6
Werkstattst.	26.9	3.3	3.2	33.4
Arbeitsg.-T.	25.9	10.4	5.7	42.0
Ges.	28.9	9.6	5.4	43.9
		===		===

Oct/83

C.2

Oct/83

C.3

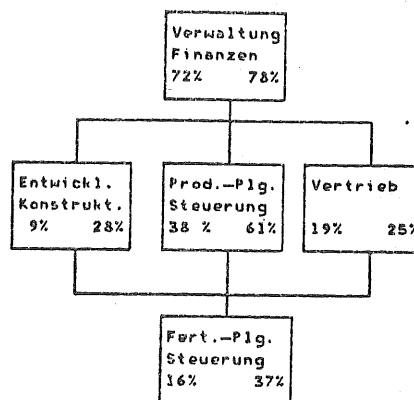
Geplante Anwendungen

1982/DV-unterstuetzte Anwendungen

Auszuege aus IDS-Studie 1982

Geplante Anwendungen bis 1984

	% alle Befrag.	Selbst	H/W	Sonst.
		Herst.		
Produkt.-Pl.	39	33	46	21
Arbeits-Te.	34	38	40	22
Kapaz.-Bedf.	32	37	48	15
Werkstatt-St	29	43	42	15
Bestands-Vw.	20	35	43	22
TOP 7	33	42	39	19
		===		



• Der rechte Wert gilt fuer Unternehmen groesser 1000 Beschaeftigte.

Oct/83

C.4

Oct/83

C.5

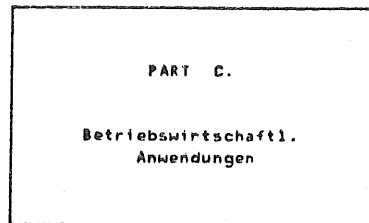
Taetigkeitsverteilung	IBM	Funktionen	IBM
	% ANTEIL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsbeschaffung, -gewinnung, -verteilung</li> <li>• Verwaltung im techn.-wissenschaftl. Bereich</li> <li>• CAD einschl. NC</li> <li>• Techn. Berechnungen</li> <li>• Simulationen</li> <li>• Produkte pruefen/testen</li> <li>• Techn. Dokumentation</li> <li>• Produktmanagement</li> <li>• Projektmanagement</li> <li>• Qualitätskontrolle, -sicherung</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Administration u. Routine Erstellen v. Berichten Dokumentationen, Verteilzeiten</li> </ul>	40		
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Informationsbeschaffung -gewinnung -verarbeitung Beschaffen v. techn. Unterlagen Normblaettern, Zeichnungen Selektieren v. relevanten Daten Auszuege erstellen, einarbeiten von Ergebnissen</li> </ul>	35		
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Kreative Taetigkeiten Entwerfen, berechnen, Simulieren Analysieren</li> </ul>	25		
<p>Die Struktur der heutigen graphischen Anwendungen stellt weitgehend eine Untermenge des kreativen Bereiches dar.</p>			
Oct/83	B.3	Oct/83	B.4

Anwendungs-Entwicklung IBM Betriebswirtschaftl. Anwendungen IBM

	II	III	IV	V
* DEMO	Modell	Lernphase	Prakt. Nutzung	
"	Aufbau			
"				
I T. Moegl. *				

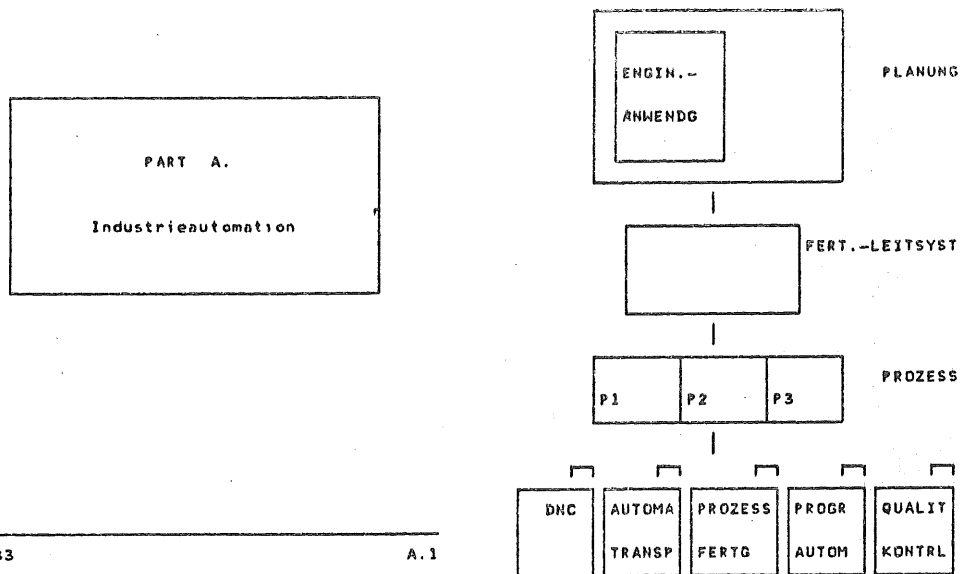
KNOW HOW " " Die Anwdg.  
Wissenschaft " " steht  
" V Beg.d.Nutz.  
" Vorstellungen  
V ueber eine brauchb.  
Anwendung  
Experimentieren

- Phase I Moegliche Technologien
- Phase II Moeglichkeiten u. Grenzen
- Phase III Entscheidung, es zu tun
- Phase IV Veraenderungen des Prozesses
- Phase V Praktischer Einsatz



Merkmale d. Industrie-Autom.	IBM	Merkmale d. Industrie-Autom. ...	IBM
Flexible Fertigungsinseln		Eingesetzte Techniken	
Ruestzeiten gegen NULL		• DNC/CNC	
Produktion diskreter Mengen		• Fahrerlose Transportsysteme	
"bestandsarme Fertigung"		• Handhaber- und Fuegeautomaten	
weg v. d. Werkstattfertigung		• Prozessgesteuerte Fertigung	
hin z. Fließfertigung		• Qualitaetssicherungs-Systeme	
"gemischte" Bandfertigung			
Oct/83	A.3	Oct/83	A.4

Techn.-wissenschaftl. Anwendungen	IBM	Anwendungsspektrum	IBM
<p data-bbox="568 1552 655 1574">PART B.</p> <p data-bbox="504 1619 735 1664">Techn.-wissenschaftl. Anwendungen</p>		<p data-bbox="1098 1402 1185 1424">Entwurf</p> <p data-bbox="978 1424 1399 1447">Fertigung 2D - 3D Techn.Berechnung</p> <p data-bbox="922 1447 1313 1469">Qualitaetssicherung T E S T</p> <p data-bbox="900 1469 1399 1491">Fertigungsplanung Konstruktion</p> <div data-bbox="927 1496 1382 1760" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="1098 1514 1214 1536">Entwickeln</p> <p data-bbox="978 1536 1246 1559">Verwalten Rechnen</p> <p data-bbox="978 1559 1326 1581">Planen Zeichnen</p> <div data-bbox="1082 1581 1238 1671" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px auto;"> <p data-bbox="1098 1603 1185 1626">*Dialog</p> <p data-bbox="1098 1626 1214 1648">*Datenbank</p> <p data-bbox="1098 1648 1198 1671">*Netzwerk</p> </div> <p data-bbox="946 1626 1038 1671">Kommuni- zieren</p> <p data-bbox="1238 1626 1366 1648">Analysieren</p> <p data-bbox="1098 1704 1246 1727">Dokumentieren</p> </div> <p data-bbox="986 1794 1297 1839">Produkt-/ Projekt-Management Technische Dokumentation</p>	
Oct/83	B.1	Oct/83	B.2



Oct/83

A.1

Oct/83

A.2

**Einflussbereiche**

IBM

**Beurteilung**

IBM

■ Industrie-Automatisierung

■ Techn.-wissenschaftliche Anwendungen

■ Betriebswirtschaftl. Anwendungen

bezogen auf Anwendungen im betriebswirtschaftlichen Bereich

- Anwendungs-Rueckstand gross
- Aufwand f. Wartung u. Modifikation hoch
- Verhaeltnis v. Nutzen zu Wirksamkeit
- Informationssystem : Kommunikationssystem
- Mangel an Integration
- neue DV - Technologien
- neue Fertigungs-Technologien

Oct/83

1

Oct/83

2

Einflussbereiche . . . . .	1
Beurteilung . . . . .	2

A. INDUSTRIEAUTOMATION

T R E N D S . . . . .	A.2
Merkmale d. Industrie-Autom. . . . .	A.3

B. TECHN.-WISSENSCHAFTL. ANWENDUNGEN

Anwendungsspektrum . . . . .	B.2
Taetigkeitsverteilung . . . . .	B.3
Funktionen . . . . .	B.4
Anwendungs-Entwicklung . . . . .	B.5

C. BETRIEBSWIRTSCHAFTL. ANWENDUNGEN

Betriebswirtschaftl. Anwendungen . . . . .	C.2
Stati d. betriebsw. Anwendungen . . . . .	C.3
Gepiante Anwendungen . . . . .	C.4
1982/DV-unterstuetzte Anwendungen . . . . .	C.5
Entwicklung 1982 - 1985 . . . . .	C.6
Entwicklung 1982 - 1985 . . . . .	C.7
Moegliche Veraenderungen . . . . .	C.8

D. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Hardware - Integration . . . . .	D.2
Integration . . . . .	D.3
Information - Kommunikation . . . . .	D.4

Die Automatisierung und  
ihre Einflüsse in der  
Fertigungs-Industrie

Dieter Ganguin

IBM Brachenzentrum F & G  
Rabistr. 24  
8000 Muenchen 80

Oct/83

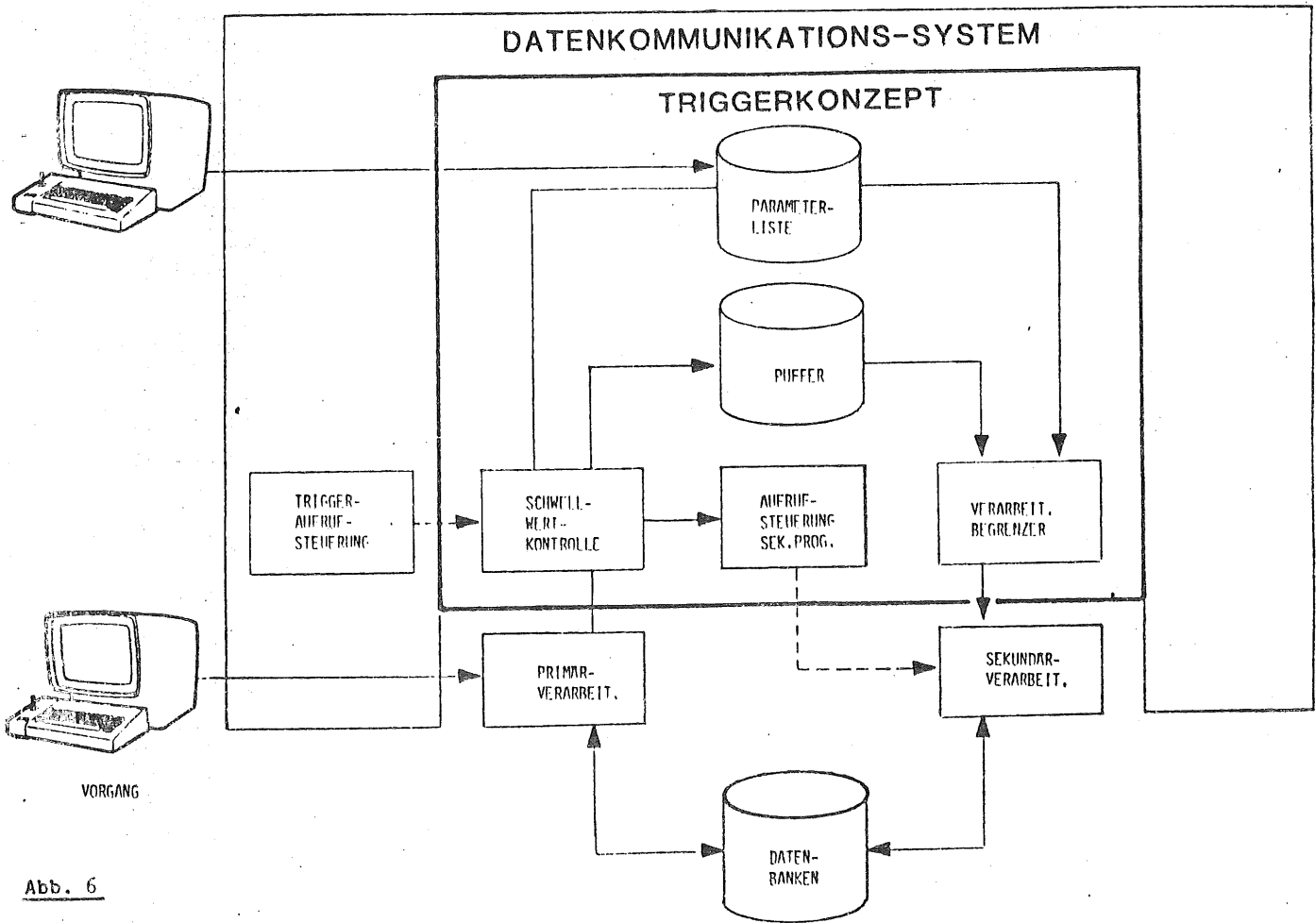


Abb. 6

und Abfragemöglichkeiten. Durch Nutzung von Kommunikationsdiensten von Electronic Mail und Electronic Conferencing kann über das EDV-System ein zeitnaher Dialog auch zwischen Menschen geführt werden.

Die EDV-Systeme im Fertigungsbereich zeichnen sich durch den Anschluß unterschiedlicher Hardwarekomponenten aus. Zur direkten Erfassung von Leistungsdaten von Produktionsanlagen ist eine Real-Time-Verarbeitung notwendig. Dazu eignen sich vor allen Dingen Prozeßrechner. Gleichzeitig erfordern die verschiedenen Steuerungssysteme für Werkzeugmaschinen entsprechende Hardwareeinrichtungen. Wegen der gezeigten Interdependenzen der Planungs- und Steuerungsfunktionen im Produktionsbereich müssen diese Systeme miteinander über Ringleitungen oder ähnliche Kommunikationseinrichtungen verbunden werden. Die entscheidungsgerechte Zuordnung von Planungs- und Steuerungsfunktionen zu den einzelnen Knoten eines solchen Netzwerkes ist damit von erheblicher Bedeutung. Gleichzeitig werden damit die Anforderungen an den Datenfluß zwischen diesen Rechnerknoten definiert.

Das PPS-System der Zukunft wird durch folgende Merkmale gekennzeichnet sein:

- Wirkungsvolle und flexible Datenbasis sowohl für Grunddaten als auch für Planungsinformationen

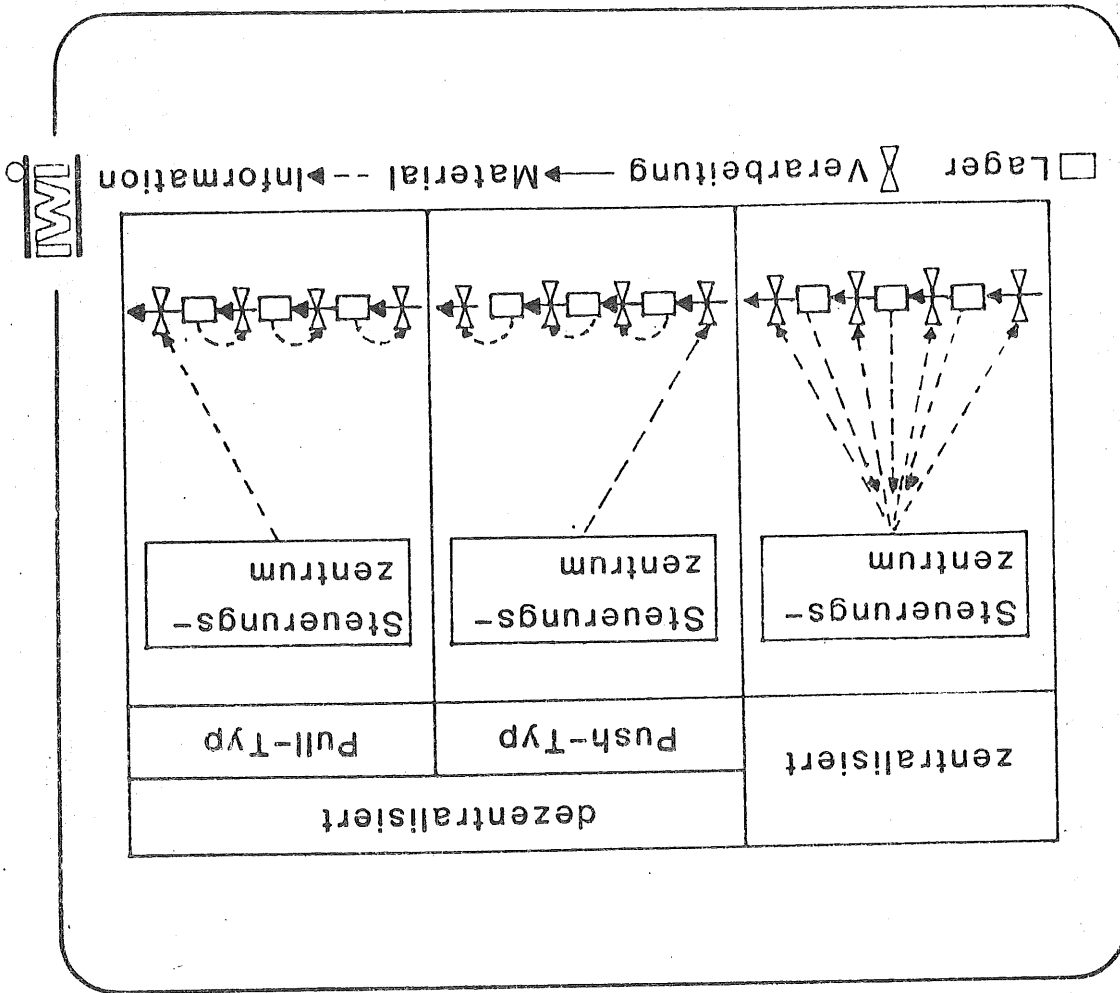
- enge Verbindung technischer Konstruktionsvorgänge mit betriebswirtschaftlichen Daten und Entscheidungsverfahren
- Mischung aus standardisierten Planungsabläufen, die in festen Programmen vorgegeben sind, und flexiblen ad-hoc-Auswertungsmöglichkeiten
- differenzierte Verarbeitungsformen zwischen Real-Time- und Batchverarbeitung
- komplexe Folgen von Transaktionen (Vorgangsketten), die durch eine Planung-änderung (net-change) ausgelöst werden
- hoher Vernetzungsgrad unterschiedlicher Hardwaresysteme zur Verbindung von Planungsfunktionen, Steuerungsfunktionen von Produktionsanlagen und dem Rückmeldeystem

Hinsichtlich des PPS-Systems der Zukunft gilt es festzulegen, welche Funktionen noch in den herkömmlichen starren Planungssystemen ausgeführt werden und welche flexibel am Sachbearbeiters Arbeitsplatz über den Einsatz benutzerfreundlicher Auswertungssysteme durchgeführt werden sollen. Hierbei ist einerseits zu beachten, daß die in den EDV-Systemen enthaltene Organisationsstruktur für viele, insbesondere mittlere Unternehmen, eine sinnvolle Hilfe gewesen sind, die durch noch so flexible Anfragesprachen nicht zu ersetzen sind. Andererseits sollen aber die Sachbearbeiter aktuell und problembezogen eigene Auswertungen durchführen können. Aus diesem Grunde ist eine Mischung zwischen einem organisatorisch starren Dispositionssystem und flexiblen Auswertungsmöglichkeiten anzustreben.

### III. Steuerungssysteme

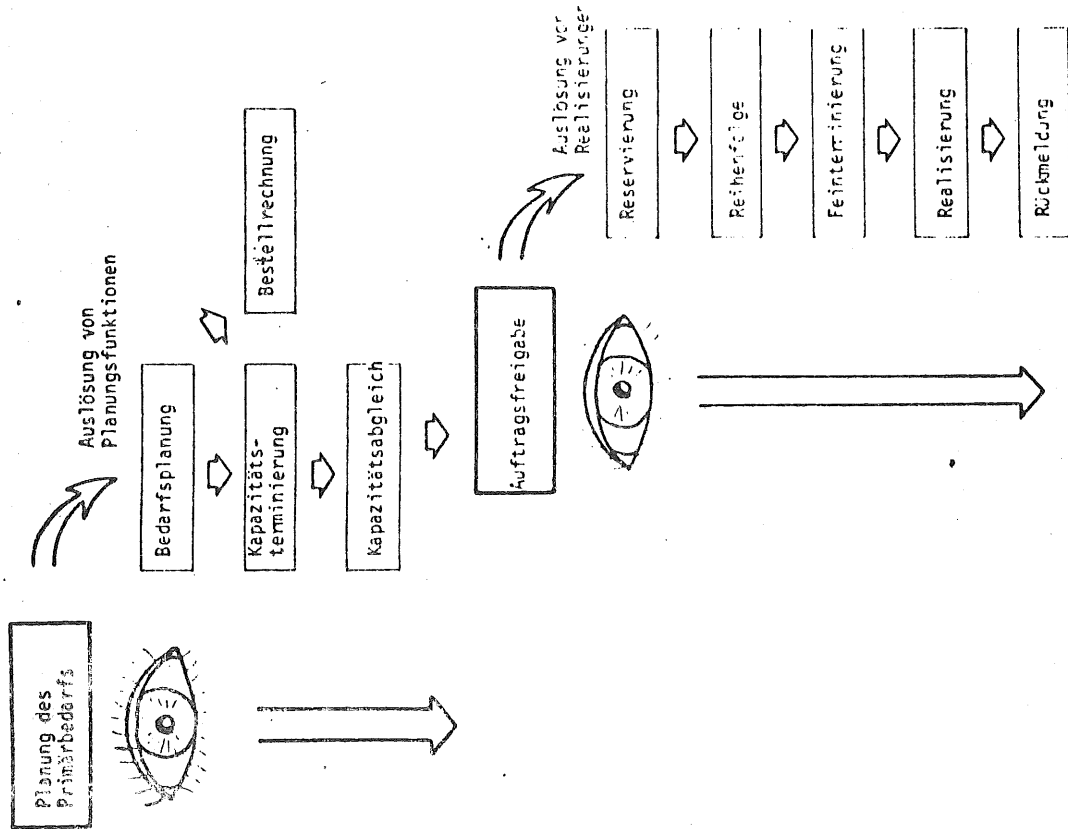
In dem EDV-gestützten Steuerungssystem zwischen Anwendungen und Datenbasis werden die zu verarbeitenden Vorgänge zeitlich, logisch und örtlich koordiniert. Hierzu bietet das Trigger-Konzept (vgl. Abbildung 6) die Möglichkeit. Ereignisse, die einen Bearbeitungsvorgang auslösen, werden zunächst einer Primärbearbeitung unterzogen. Die daraus resultierenden Änderungen des Produktionsprogramms oder der Linkaufträge werden dann über Schwellwertkontrollen angestoßen. Bei einer Real-Time-Bearbeitung würde z. B. ein neuer Kundenauftrag durchgängig alle Planungsstufen bis hin zur Aktualisierung der Fertigungssteuerung durchlaufen. Dieses würde aber das EDV-System sehr stark belasten. Aus diesem Grunde können Primärbearbeitungsvorgänge gesammelt werden, bis ihre Anzahl oder das Ausmaß der Änderungen die Nachbearbeitung anderer Funktionen sinnvoll macht. Eine solche zeitliche Steuerung der Planung erlaubt zwischen den Extremen Real-Time- und Batchverarbeitung vielfältige Verarbeitungsformen.

Bei einer hohen transaktionsorientierten Verarbeitung ist es wichtig, daß auch die Logik innerhalb von Transaktionsketten per System überprüft wird. Aus diesem Grunde muß in den Triggerkonzepten auch erfaßt werden, welche logisch folgenden Aktionen nach einem auslösenden Ereignis durchgeführt werden müssen. Hierbei können sowohl Kommunikationen zwischen EDV-Programmen, zwischen EDV-Programmen und Sachbearbeitern als auch zwischen verschiedenen Sachbearbeitern notwendig sein. Die wirkungsvolle Datenbasis unterstützt aktuelle Auswertungen





VORAUSSCHAUENDES STUFENKONZEPT



Das gegenwärtig diskutierte KANBAN-System unterstützt dezentrale Steuerungs-  
 politiken (vgl. Abbildung 5). Die im Zusammenhang mit der Einführung von  
 KANBAN-Systemen auftretenden Tendenzen zur größeren Sicherung der Qualität,  
 Vereinfachung des Produktionsflusses und Erhöhung der Motivation der Mitarbeiter  
 ist außerordentlich begrüßenswert. Sie sind aber auch ohne Anwendung des  
 KANBAN-Systems sinnvoll. Zum Teil besteht der Lindruck, daß mit der KANBAN-  
 Euphorie der naive Glaube verbunden ist, man könnte den komplexen EDV-  
 Systemen zur kurzfristigen Fertigungssteuerung entgegen, indem man nun wieder  
 einfachere Organisationsformen einführt. Dieses wird aber nur in ganz begrenztem  
 Umfang der Fall sein. Sinnvoller ist es deshalb, KANBAN-Gedanken auch in die  
 EDV-gestützten Fertigungssysteme zu übernehmen. Das im KANBAN-Prinzip ver-  
 folgte Pullkonzept (Holkonzept) wird auch von den klassischen PPS-Systemen  
 verfolgt: So bestimmen die Endtermine der Kundenaufträge im Rahmen der  
 Bedarfsplanung die Termine der abgeleiteten Baugruppen und Beschaffungsteile.  
 Gleichzeitig wurde auch bei der Fertigungssteuerung von den verlangten End-  
 terminen ausgehend eine Terminierung der Komponenten durchgeführt (Rückrech-  
 nungen). Das Neue am KANBAN-System ist deshalb nicht die prinzipielle Ein-  
 führung des Holprinzips, sondern die Übertragung dieser Konzeption auf die  
 Verantwortung des einzelnen Mitarbeiters. Aber auch dieses kann unabhängig von  
 der KANBAN-Philosophie gesehen werden. Es sollten sich grundsätzlich an jeder  
 Maschinengruppe die verantwortlichen Mitarbeiter dem Holprinzip verpflichtet  
 fühlen, d. h. bei einem Ausgang der Materialzufuhr sollte überprüft werden (und  
 dieses kann eben auch am Terminal geschehen), ob an vorhergehenden Produktions-  
 anlagen weiter verarbeitbare Aufträge bereits zur Verfügung stehen.

Das Personal Computing bringt mehr EDV-Leistung an den Arbeitsplatz der  
 Disponenten. Dieses können einmal benutzerfreundliche Anfragesprachen sein, die  
 mit den zentralen EDV-Systemen gefahren werden oder aber auch dezentrierte  
 Mikrorechner (Personal Computer). Wegen der hohen Datenvernetzung innerhalb  
 des Fertigungsbereichs können Personal Computer nur in Verbindung mit überge-  
 ordneten EDV-Systemen gesehen werden. Bei der Auswahl von Mikrocomputern ist  
 deshalb die Vernetzungsmöglichkeit mit den übergeordneten Systemen von  
 zentraler Bedeutung.

Schema der Stammdaten des Fertigungsbereiches

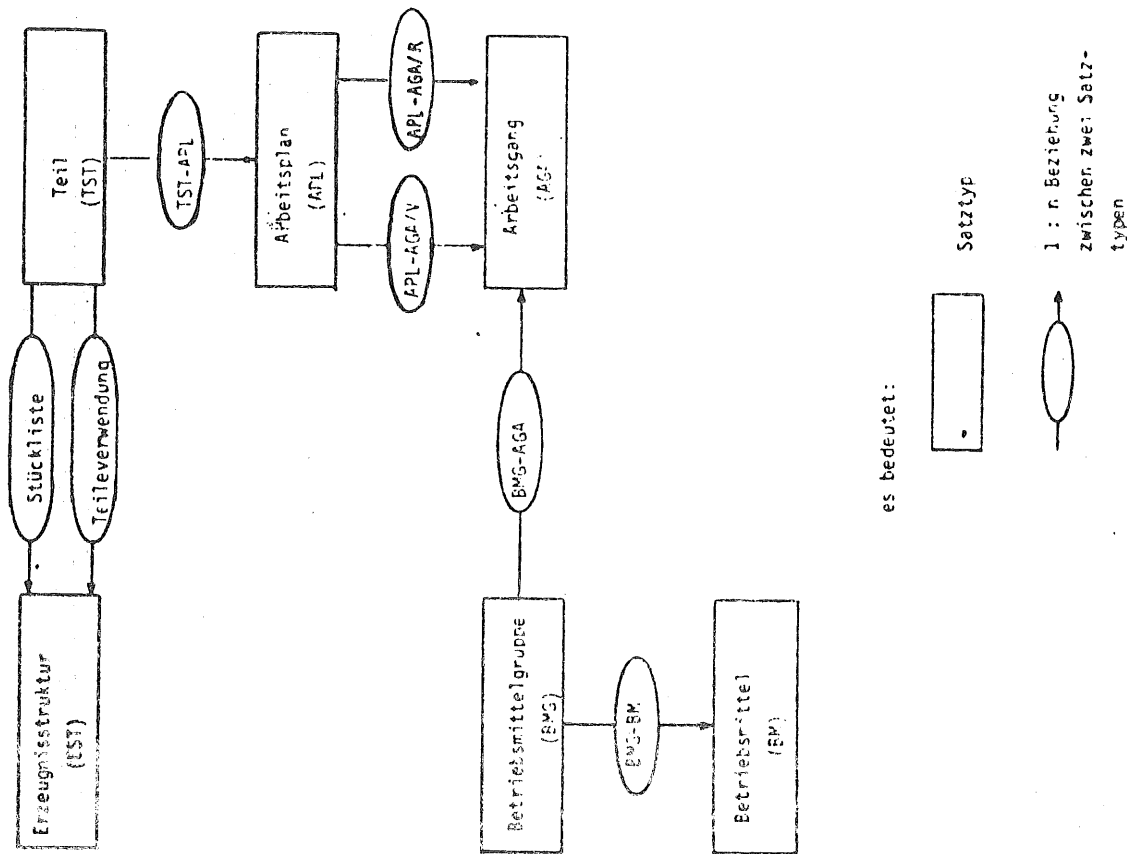


Abb. 3

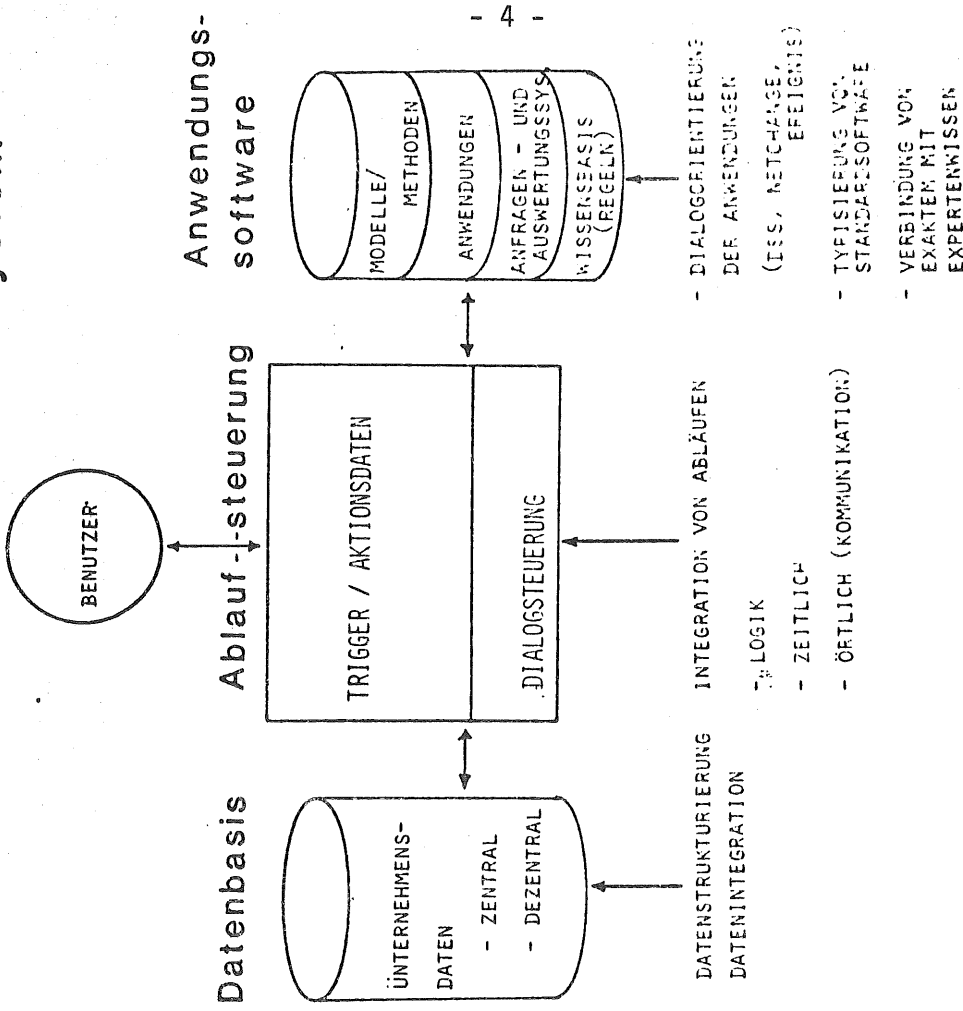
und weitere angrenzende Bereiche wie Vertrieb und Beschaffung von Bedeutung sind. Beispielsweise kann die Stückliste über den Produktionsbereich hinaus definiert werden, indem Verpackungsmöglichkeiten und aus Marketinggründen sinnvolle Produktbündelungen einbezogen werden. Gleichzeitig legt die Definition der Teile innerhalb einer Stückliste die Datenbasis für Kalkulationszwecke fest. Auch die Leistungserfassungsmöglichkeiten der Mitarbeiter richtet sich danach, welche Mengeninformatoren erfaßt werden können. Nicht nur bei der Definition der Stückliste, sondern auch bei dem Entwurf eines Betriebsdatenerfassungssystems müssen deshalb Verbindungen zur Kostenrechnung und Lohnabrechnung berücksichtigt werden.

## II. Anwendungskonzeption

In Abbildung 4 ist das Modell eines Produktionsplanungs- und -steuerungssystems angegeben, das insbesondere die für Steuerungseingriffe wichtigen Punkte betont. Dieses sind einmal die Festlegung des Primärbedarfs am Anfang des Stufenkonzeptes und zum anderen die Auftragsfreigabe vor der Realisierungsphase. Die Festlegung des Primärbedarfs wird zur Zeit von nur wenigen EDV-Systemen unterstützt. Hier befindet sich eine Schnittstelle zwischen Vertrieb und Produktion. Empirische Erfahrungen zeigen, daß die von dem Vertrieb an die Produktionsplanung gegebenen Absatzprognosen in der Regel unzureichend sind. Es kommen Abweichungen von zweistelligen Prozentzahlen vor. Wenn aber die Ausgangsdaten der Produktionsplanung so unsicher sind, können die nachfolgenden Planungsschritte nicht zuverlässiger sein. Aus diesem Grunde muß der Planungsschritt für die Festlegung des Primärbedarfs durch den Einsatz von Prognosetechniken, Optimierungsmethoden und Simulationsmöglichkeiten unterstützt werden.

Der zweite wirksame Eingriffspunkt ist die Auftragsfreigabe. Nach ihr setzt die Fertigungssteuerung ein. Die insbesondere in Hannover durchgeführten Studien einer belastungsorientierten Auftragsfreigabe zeigen, daß mit einer abgestimmten Politik, die die Kapazitätssituation des Produktionsbereichs berücksichtigt, Lagerbestände und damit der Kapitalbedarf gesenkt werden können. Hierbei gilt es allerdings zu berücksichtigen, daß ein Kapitalbindungseffekt nur dann erzielt wird, wenn durch die Auftragsfreigabepolitik die Zahlungsströme des Unternehmens verändert werden, d. h. wenn sich diese Politik auf die Materialwirtschaft in Form einer veränderten Bestellpolitik oder auf die Linienzahlungsströme durch frühere und/oder höhere Einzahlungen auswirkt.

# Informationstechnik - orientiertes Informationssystem



## 4. Datenbasis

Nach einer von der Firma CADAM Inc. in den USA durchgeführten Untersuchung ergibt sich, daß bei der Einführung von CAD-Systemen zunächst die Unterstützung der Bearbeitung komplexer Funktionen bei den Benutzern im Vordergrund stand, nach Betrieb des CAD-Systems und insbesondere nach dessen mehrjähriger Nutzung aber die Bedeutung der Datenbank dominierte. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Verarbeitungsfunktionen nun bekannt sind und die vorhandenen Datenstrukturen den Engpaß für weitere Anwendungsmöglichkeiten bilden. Hier kann eine generelle Tendenz gesehen werden: Die dem Benutzer in der Zukunft zur Verfügung stehenden Schnittstellen zur EDV werden immer benutzerfreundlicher gestaltet werden. Das gilt für grafische Ein- und Ausgaben und auch für fachabteilungsbezogene Planungssprachen. Diese werden, folgt man dem japanischen Konzept zur Entwicklung von Rechnersystemen der 5. Generation, bis hin zur natürlichen Sprache weiterentwickelt werden. Deshalb kommt der Datenbasis, die mit Hilfe dieser Instrumente ausgewertet werden soll, eine dominierende Stellung zu. Die benutzerfreundlichste Anfragesprache ist nutzlos, wenn keine flexible Datenbasis, auf die die Sprache angewendet werden kann, zur Verfügung steht. Aus diesem Grunde wird auch die Gestaltung der Datenbasis für PPS-Systeme eine immer wichtigere Bedeutung erlangen.

Die Verknüpfung der Stammdaten von Stücklisten, Arbeitsplänen, Arbeitsgängen und Betriebsmittelgruppen ist durch die Entwicklung der Datenbanktechnik weitgehend standardisiert worden. In Abbildung 3 ist eine flexible Datenstruktur für die Grunddaten angegeben. Generell kann festgestellt werden, daß sich für die Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme heute der Einsatz von Datenbanksystemen durchgesetzt hat. Dieses ist eine konsequente Weiterentwicklung der Tatsache, daß die bereits frühzeitig eingesetzten Stücklistenprozessoren Vorläufer der generellen Datenbanksysteme sind. Lediglich Softwarehäuser, die bei der Entwicklung ihrer Systeme auf eine hohe Portabilität Wert legen, sind beim Einsatz von Datenbanksystemen zur Zeit noch etwas zurückhaltend; hier wird sich aber auch in naher Zukunft eine Änderung ergeben müssen.

Bei der Gestaltung der Struktur der Datenbasis sind nicht nur technische Aspekte maßgebend. Die Stücklisten sind zentrale Unternehmensdaten, die sowohl für die Produktionsplanung und -steuerung als auch für die Kostenrechnung (Kalkulation)

Abb. 2

## B. Auswirkungen von CAD/CAM auf PPS-Systeme

Im Rahmen der computergestützten Konstruktion wird nicht nur die Anfertigung von Zeichnungen beschleunigt und rationalisiert, sondern das EDV-System kann diese Zeichnungen speichern und für weitere Auswertungen zur Verfügung stellen. Eine naheliegende Funktion einer computerunterstützten Konstruktion ist die Weiterverwertung für die Stücklistenenergie. In der Konstruktionszeichnung sind bereits alle Angaben festgelegt, die für eine Stückliste erforderlich sind: die Teiledefinitionen sowie ihre Zugehörigkeit zu übergeordneten Einheiten und die Anzahl, mit der untergeordnete Komponenten in übergeordnete eingehen. Mit Hilfe von Computerprogrammen ist es möglich, eine Zeichnung automatisch nach gleichartigen Teilen abzusuchen und somit die Anzahl der eingehenden Komponenten bestimmter Teile zu erfassen. Bei direkter Übergabe der so erzeugten Stückliste erübrigt sich die Neueingabe für die Materialwirtschaft und weitere Funktionen. Dieses setzt aber eine Integration von CAD und PPS auf der Datenebene voraus. Hierzu sind von den Herstellern der bekannten PPS-Systeme Anstrengungen zur Realisierung zu erkennen. Es bleibt aber das Problem, daß die Hersteller der PPS-Systeme nicht gleichzeitig auch die Pionierentwickler der CAD-Systeme sind, so daß hier noch mit relativ umständlichen Schnittstellen zu arbeiten ist. Für die Zukunft ist aber ein engeres Zusammenwachsen zu erwarten.

Eine enge Datenverbindung ist erforderlich, um weitere Vorteile der computerunterstützten Konstruktion, z. B. bei der Simulation unterschiedlicher Konstruktionsalternativen, auszunutzen. Aufgrund eingehender Untersuchungen des VDMA steht fest, daß im Bereich der Konstruktion rund 70% der Kosten eines Produktes festgelegt werden. Deshalb ist es sinnvoll, der Konstruktion auch Kosteninformationen über die einzusetzenden Materialien sowie über die aus der Konstruktion resultierenden Fertigungsverfahren an die Hand zu geben. In einem solchen CAD-System kann der Konstrukteur nach Ergänzung eines Standardproduktes aufgrund einer kundenindividuellen Anfrage eine Kostenkalkulation durchführen und das Produkt konstruktiv neu gestalten, wenn der errechnete Kostenbetrag ein festgelegtes Limit übersteigt.

Gleichzeitig kann es sinnvoll sein, daß der Konstrukteur bei einer kundenindividuellen Konstruktion feststellt, ob besonders zeitkritische Komponenten benötigt werden, und dann sofort einen Bestellsatz anlegt, ohne auf den üblichen Abteilungsdurchfluß bis zur Einkaufsabteilung zu warten.

Im Rahmen von flexiblen Fertigungssystemen wird eine Kette von Werkzeugmaschinen durch einen Mikrocomputer gesteuert. Das EDV-Programm legt die Reihenfolge der Arbeitsgänge und der zu bearbeitenden Teile fest. Damit werden wesentliche Dispositionsfunktionen, die traditionell in den Werkstattsteuerungssystemen der PPS-Systeme enthalten waren, in die Steuerungssysteme von flexiblen Fertigungssystemen verlagert. Hier zeigt sich in einem schnellen, zum Teil sich überschneidenden Entwicklungsvorgang eine typische Tendenz der EDV. Nachdem die monolithischen Batch-Systeme zur Fertigungssteuerung wegen ihrer unkontrolliert hohen Rechenzeiten weitgehend versagt haben, hat sich ein Trend für dialogisierte Systeme ergeben, in denen der Disponent am Bildschirm aufgrund der vorliegenden Kapazitäts- und Auftragsituation die Reihenfolge bestimmt. Hierbei kann er am Bildschirm Simulationsstudien anstellen, die ihn bei seiner Entscheidungsfindung unterstützen. Bevor dieser Trend sich in breitem Ausmaß durchgesetzt hat, wird er durch die Verlagerung dieser Funktion in nun wiederum "starre" EDV-Systeme zur Steuerung der flexiblen Fertigungssysteme durchbrochen.

Insgesamt ergeben sich damit folgende Auswirkungen von CAD/CAM-Systemen auf PPS-Systeme:

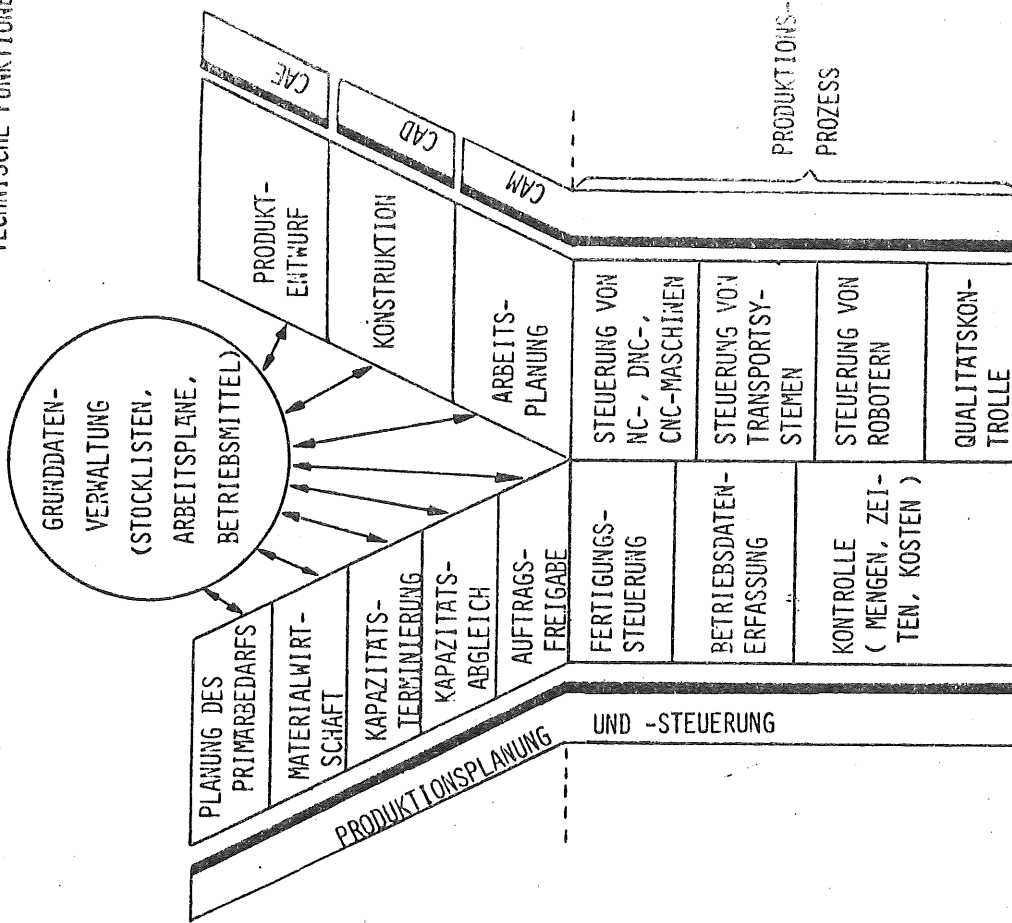
1. Integration der Datenbasis zur automatischen Weiterleitung von Stücklisten
2. Unterstützung der Entscheidungsprozesse während des Konstruktionsvorganges durch betriebswirtschaftliche Daten (Kosten, Beschaffungszeiten)
3. Verlagerung von Dispositionsfunktionen aus der Fertigungssteuerung in die Steuerung von FMS-Systemen (flexible Manufacturing Systems).

## C. PPS-System der Zukunft

Die Einflüsse von CAD/CAM sowie die erkennbaren Trends der Datenverarbeitung sollen an den Komponenten eines PPS-Systems der Zukunft demonstriert werden. Dieses besteht aus den Komponenten Datenbasis, Anwendungskonzeption und Ablaufsteuerung (vgl. Abb. 2).

PRIMÄR BETRIEBSWIRTSCHAFTLICH  
PLANERISCHE FUNKTIONEN

PRIMÄR  
TECHNISCHE FUNKTIONEN



A. Wesentliche Trends für PPS-Systeme

Den Produktionsbereich durchziehen zwei computergestützte Informations- und Steuerungssysteme (vgl. Abb. 1). Das primär betriebswirtschaftlich ausgerichtete Produktionsplanungs- und -steuerungssystem umfaßt die Bereiche der Primärbedarfsplanung, Materialwirtschaft, Zeitwirtschaft, Fertigungssteuerung und Betriebsdatenerfassung. EDV-Systeme für diese Problemstellungen sind seit rund 15 Jahren im Einsatz. Es hat sich ein weitgehend einheitliches Planungskonzept herausgebildet. Dieses zeigt aber Lücken für die Bereiche der kundenauftragsorientierten Fertigung sowie für Fertigungsstrukturen, die nicht denen der Maschinenbauindustrie gleichen, also z.B. die der Konsumgüterindustrie oder chemischen Industrie. Durch den fortschreitenden Einsatz von Datenbanktechniken und Dialogeinsatz sowie die Vernetzungsmöglichkeiten unterschiedlicher Hardwaresysteme wird die Struktur von Produktionsplanungs- und -steuerungssystemen beeinflußt.

Das primär technisch-orientierte EDV-gestützte System umfaßt den computerunterstützten Produktentwurf (CAE), die computerunterstützte Produktkonstruktion (CAD) sowie die computerunterstützte Fertigung (CAM).

Die für diese Gebiete entwickelten computergestützten Systeme weisen noch nicht den gleichen Standardisierungsgrad auf wie die PPS-Systeme. Hier dominieren Inselösungen, die von hochspezialisierten Softwarehäusern zum Teil in Kooperation mit ebenfalls spezialisierten Hardwareherstellern entwickelt werden.

Während die der Produktion vorgelagerten Bereiche vor allem Dingen durch die gemeinsame Grunddatenverwaltung verknüpft sind, berühren sich die zeitnäheren Funktionen zur Steuerung des Produktionsprozesses und der Produktionsanlagen auch organisatorisch.

Gegenwärtig werden vor allem Dingen EDV-Systeme zur Unterstützung der technischen Funktionen entwickelt. Diese werden aber auch in die Planungskonzeption der PPS-Systeme eingreifen.

A.-W. Scheer

Anforderungen an ein PPS-System im Factory of the Future

- A. Wesentliche Trends für PPS-Systeme
- B. Auswirkungen von CAD/CAM auf PPS-Systeme
- C. PPS-System der Zukunft
  - I. Datenbasis
  - II. Anwendungskonzeption
  - III. Steuerungssystem

Factory of the Future

Vorträge im Fachausschuß "Informatik in Produktion und Materialwirtschaft"  
der Gesellschaft für Informatik e.V.

		Seite
Prof. Dr. A.-W. Scheer Institut für Wirtschafts- informatik Saarbrücken	Anforderungen an ein PPS-System im Factory of the Future	1
E.-D. Ganguin IBM Deutschland GmbH München	Die Automatisierung und ihre Einflüsse in der Fertigungs-Industrie	9
Dr. C. Maier-Rothe Arthur D. Little Wiesbaden	Strategien für Computer-Integrated Manufacturing	16
Dr. J. Wardin Hewlett-Packard GmbH Böblingen	Manufacturing Productivity Network (MPN) Integrierte Lösungen für Produktivitäts- herausforderungen der 80er Jahre	24
F. Hau, J. Weber General Electric Information Service Hürth-Efferen	Factory Automation	29