Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 3

Artikel: Auf dem Wege zur automatischen Fabrik

Autor: Guttropf, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903977

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Auf dem Wege zur automatischen Fabrik

W. Guttropf

Die Mikroelektronik zeigt ihre Möglichkeiten zunehmend auch im Produktionsbereich. Der Traum von der automatischen Fabrik ist ein Stück näher gerückt. Unter dem Kürzel CIM (Computer Integrated Manufacturing) wird ein Leitbild vorgestellt, das die Fabrik als informationsverarbeitendes System versteht, in dem einmal erstellte Daten durchgängig und möglichst redundanzfrei überall verwendet werden können. Flexibles und rasches Reagieren auf sich ändernde Marktverhältnisse ist ein herausragendes Merkmal der CIM-Philosophie. Für die Mikroelektronik, die Informatik und die Kommunikationstechnik entsteht mit CIM ein Markt von grösster Bedeutung.

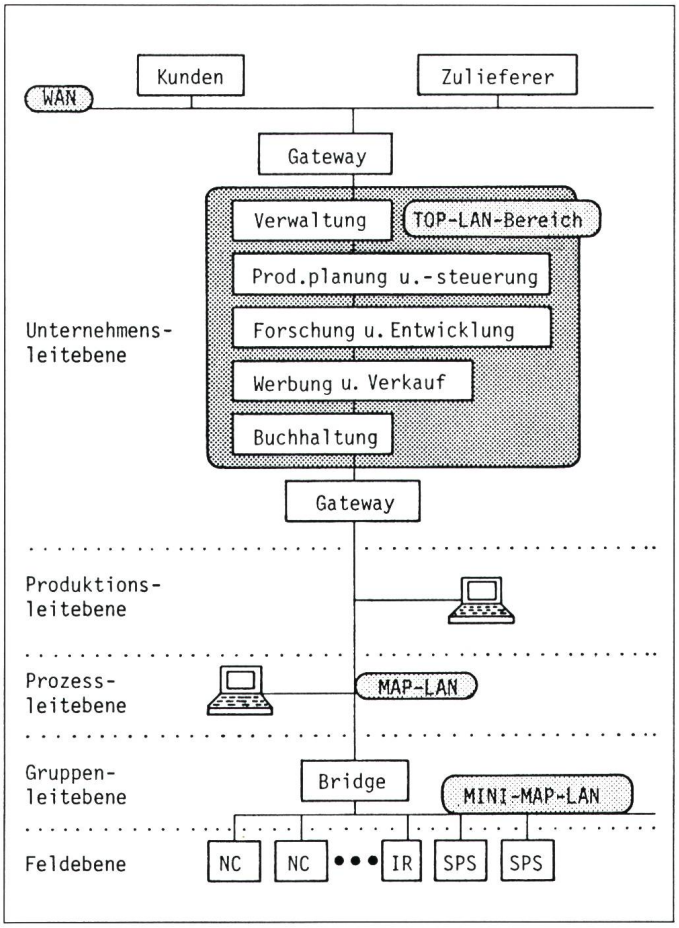
La microélectronique montre de manière accrue ses possibilités également dans le domaine de la production. On s'approche de la réalisation du rêve de la fabrique automatique. Sous l'abréviation CIM (Computer Integrated Manufacturing) est présenté un modèle qui comprend la fabrique comme un système de traitement des données qui, une fois établies, sont utilisables directement et le plus possible sans redondance partout. Une caractéristique essentielle de la philosophie CIM est sa souplesse et sa vitesse de réaction aux changements rapides du marché. Pour la microélectronique, l'informatique et les techniques de la communication, CIM est en train de devenir un marché très important.

Adresse des Autors
Prof. *Walter Guttropf*, Dipl.-Ing., Dozent für Fertigungstechnik und Steuerungstechnik an der HTL Brugg-Windisch, 5200 Windisch.

Mit Hilfe der computergestützten Fertigungsautomatisierung (CIM: Computer Integrated Manufacturing) soll die Fabrik der kommenden Jahre realisiert werden.

Durch Verwendung einer durchgängigen, gemeinsamen Datenbasis werden gleichzeitig eine verbesserte *Qualität* und *Produktivitätssteigerungen* erwartet. Die Erhöhung der *Fertigungsflexibilität* soll ein schnelleres Umstellen und besseres Eingehen auf Kundenwünsche erlauben. Damit wird aber die Information im ganzen Unternehmen zu einem Faktor von entscheidender Bedeutung.

Ihr Weg durch das Unternehmen, vom und zum Kunden bzw. Zulieferer, zeigt die Figur 1. Von grosser Bedeutung sind die Kommunikationswege. Sie werden auf allen Stufen des Unternehmens als Teilnetze organisiert und miteinander zu einem Gesamtdatennetz verknüpft.



Figur 1
Der Informationsfluss im Unternehmen
LAN
Local Area Network
WAN
Wide Area Network
MAP
Manufacturing Automation Protocol
NC
Numerical Control
IR
Industrieroboter
SPS
Speicherprogrammierbare Steuerung

Wichtige Netzbegriffe	
LAN	Local Area Network
MAP-LAN	Manufacturing Automation Protocol LAN
TOP-LAN	Technical and Office Protocols LAN
WAN	Wide Area Network
MINI-MAP-LAN	

Tabelle 1

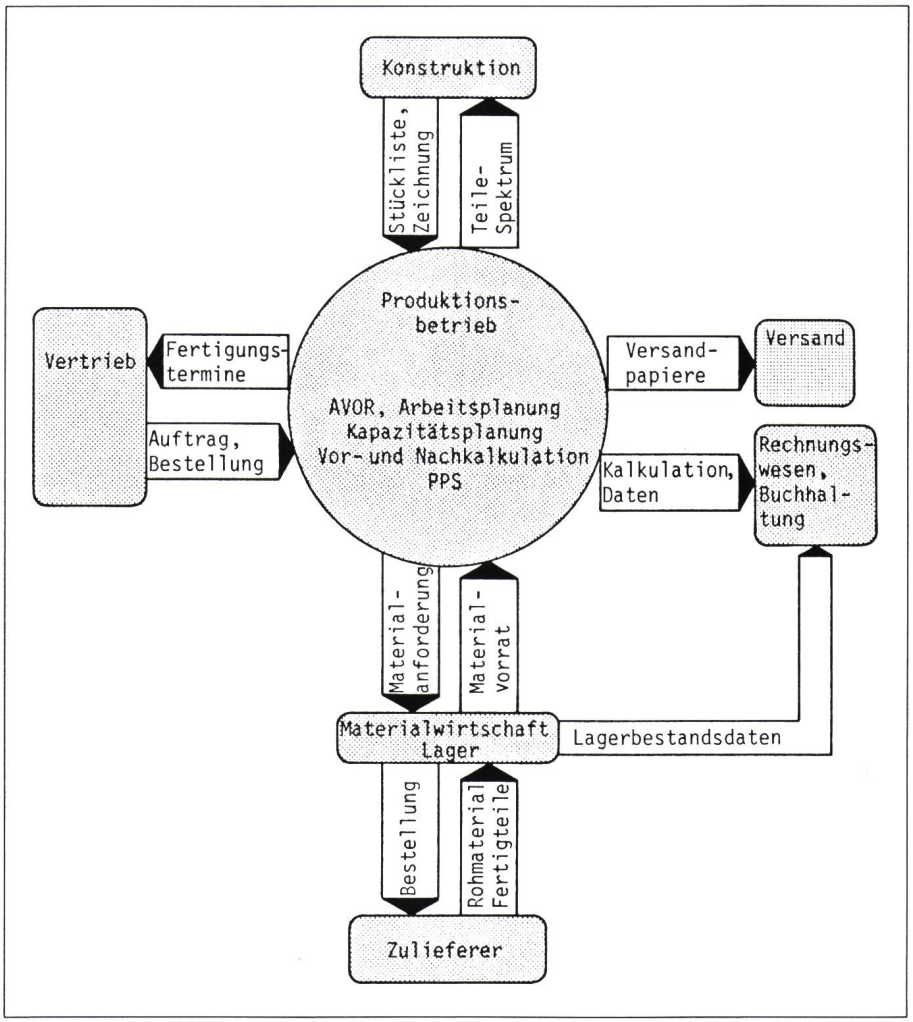
Einige Netzbezeichnungen sind in Tabelle I angegeben.

Datenflüsse im Unternehmen

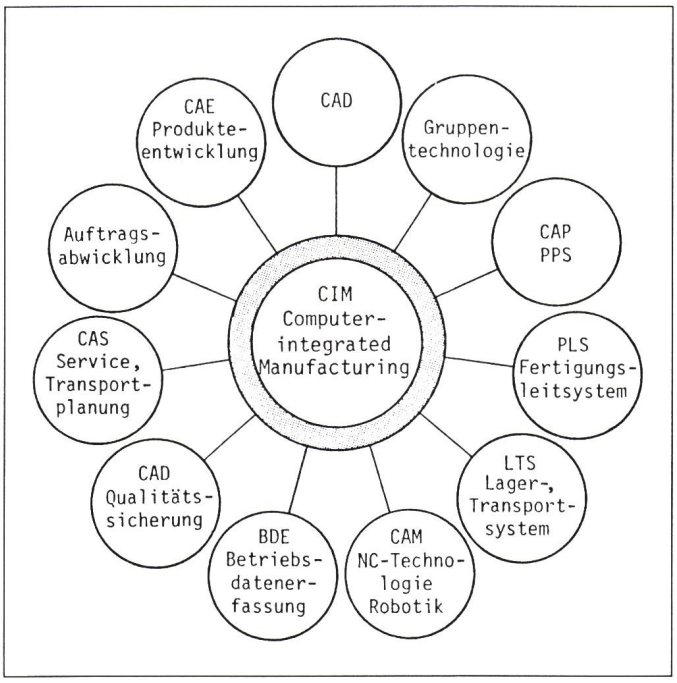
Grundsätzlich sind es die gleichen Daten, die im konventionellen Unternehmen und im CIM-Betrieb ausgetauscht werden müssen. Ein Schema (Fig. 2) soll das noch näher erläutern. Wie daraus hervorgeht, handelt es sich bei den Daten um Teilinformationen des gesamten Datenkomplexes eines Produktes. Wenn es gelingt, die Parameter eines Produktes so zu erfassen, zu verarbeiten und in Aktionen umzusetzen, dass alle Verwaltungs- und Fertigungsstufen automatisch durchlaufen werden, dann ist das heute noch etwas in der Ferne liegende CIM Wirklichkeit geworden. Es dürfte einleuchten, dass vor allem die Anpassung der Daten an die Fertigungsmaschinen ein grosses Problem ist. Dies zeigen insbesondere die fieberhaften Versuche, allgemeingültige Protokolle zu entwerfen, die diese Anpassung leisten.

CIM-Strukturen und C-Techniken

Die CIM-Strategie besteht im wesentlichen darin, dass alle intelligenten Funktionen, die bislang vom Menschen durchgeführt wurden, mit technischer Intelligenz realisiert werden. Das Instrument hierfür ist der Computer. Sein Einsatz erfolgt in CIM-Teilsystemen, wie sie in Figur 3 dargestellt sind. Man spricht bei Systemen, die das Wort Computer enthalten, von C-Techniken. Die Bedeutung der Abkürzungen ist in den zugehörigen Legenden angegeben. In diesem Zusammenhang sei noch auf die zu integrierenden Teilsysteme wie PPS (Produktionsplanung und -steuerung) sowie BDE (Betriebsdatenerfassung) hingewiesen. Ihre Koppelung mit den



Figur 2 Datenflüsse im Unternehmen
Die Datenflüsse existierten schon im Vor-CIM-Zeitalter



Figur 3 CIM-Teilsysteme

CIM will nicht nur die C-Techniken, sondern auch alle übrigen Fabrikfunktionen in ein Gesamtsystem integrieren.

CIM
Computer Integrated Manufacturing
CAE
Computer Aided Engineering
CAP
Computer Aided Planning
CAD
Computer Aided Design
CNC
Computer Numerical Control
CAM
Computer Aided Manufacturing
CAQ
Computer Aided Quality Control

C-Fertigungstechniken zeigt die Figur 4 [1].

Netze und Protokolle

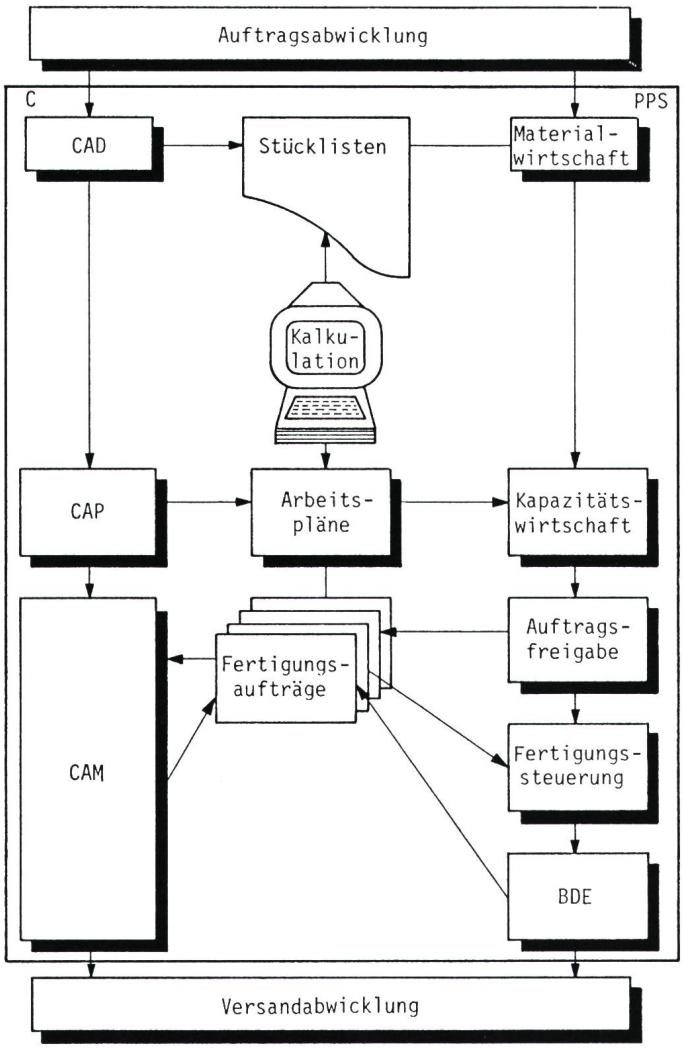
Um die Kommunikation zwischen den einzelnen Ebenen (Fig. 5) sicherzustellen, müssen die verschiedenen Rechner und Steuerungen miteinander kommunizieren können [2]. Es leuchtet ein, dass hierbei ganz verschiedene Anforderungen bezüglich Datentypen und Attribute in Übereinstimmung gebracht werden müssen.

So kann beispielsweise die Datenlänge Werte von wenigen Bit bis mehr als 10 kbit annehmen. Ein anderes Problem ergibt sich aus den Wartezeiten, die sehr kurz, z. B. bei Alarmen, bis sehr lang, z. B. bei der Übertragung von Datenfiles, sein können. Formate, Codes, Betriebssysteme, Kommunikationsprotokolle beinhalten weitere Problemkreise, die es zu lösen gilt.

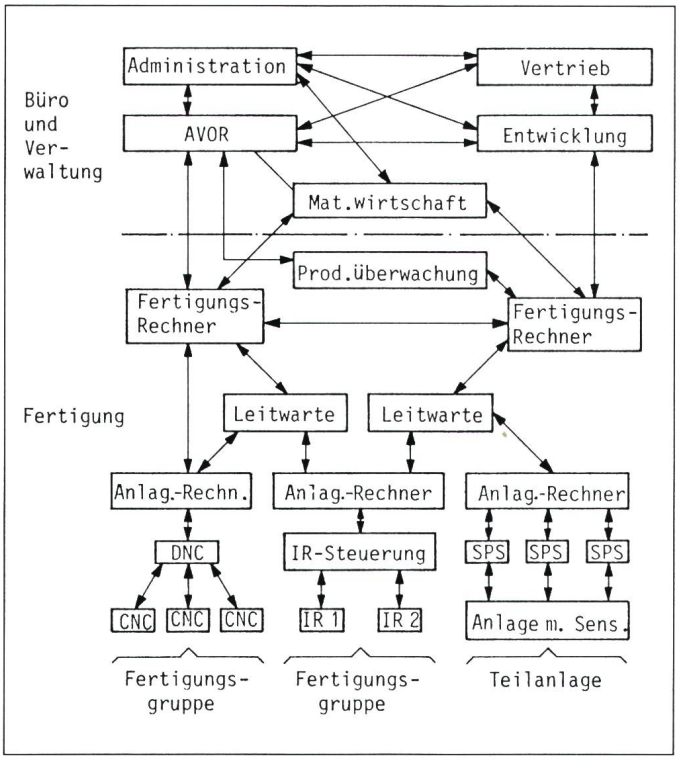
Ein wichtiger Beitrag im Bereich der Fertigung stellt das von General Motors vorgeschlagene *MAP-Protokoll* dar. MAP ist die Abkürzung für Manufacturing Automation Protocol. Es wurde in den Jahren 1980 bis 1983 von *Mike Kaminsky* und seinem Team bei GM entwickelt [2]. Da MAP beispielsweise Daten nicht in Real Time übertragen kann, muss es mit anderen Systemen ergänzt werden. (Mini-MAP). Nicht zuletzt sind es auch noch die hohen Netzzugangskosten (< Fr. 10 000.–), die einer schnellen Verbreitung entgegenstehen. Diese rufen nach einem ausgereiften MAP Interface Chip. Tatsächlich gibt es bereits einen solchen Baustein. Er entspricht dem Standard IEEE 802.4 und ist kompatibel zu jedem Token-Bus-Controller mit genormtem Interface. Siemens wird mit dem SAB 82510 Anfang 1988 einen solchen Controller liefern.

Trotz allen noch vorhandenen Schwächen hat sich MAP zum Quasi-Standard entwickelt. Wichtige Unternehmen wie Allen Bradley, ASEA, DEC, IBM, HP, Intel, Siemens, BBC u. a. unterstützen die MAP-Entwicklung. In Europa besteht eine eigene MAP User Group (EMUG). Im Augenblick gilt die Version 2.2, die auf dem ISO-Referenzmodell für offene Systeme (ISO/OSI) basiert. Die neue Spezifikation 3.0 soll im 2. Quartal 1988 erscheinen.

Analog zu MAP im Produktionsbereich sind die Anstrengungen einer parallelen Arbeitsgruppe, welche die Normung im administrativen Bereich,



Figur 4
Zusammenwirken von C- und PPS-Systemen [1]
PPS
Produktplanung und -steuerung



Figur 5
Kommunikationsabläufe in einem Unternehmen [2]
DNC
Direct Numerical Control
IR
Industrieroboter
SPS
Speicherprogrammierbare Steuerung

voranzutreiben suchen. TOP (Technical and Office Protocols) ist der Name für die angestrebte Bürokommunikationsarchitektur. Die Koppelung zwischen MAP und TOP soll mit einem Router (Protokollanpassung zwischen verschiedenen Netzen) auf Schichtebene 3 erfolgen.

Stand

Weltweit gesehen, gibt es bis heute nur ganz wenige Fabriken, die im Sinne einer CIM-Fabrikation realisiert wurden und auch tatsächlich laufen. Das Augsburger Werk der Messerschmitt-Boelkow-Blohm GmbH und die Heidelberger Druckmaschinen AG gehören dazu. Aber noch immer sind viele Aspekte von CIM unklar. Dazu gehört beispielsweise das dynamische Leistungsverhalten der einzelnen Kommunikationsschichten. Generell kann festgestellt werden, dass nach der anfänglichen Euphorie weltweit eine Ernüchterung eingetreten ist. Das zeigt z. B. die Untersuchung von *Booz, Allen & Hamilton* [3]. Danach wurden 50 Unternehmen weltweit analysiert. Nur ein Drittel von diesen ist heute noch an einer Vollintegration interessiert. Es zeigt sich immer mehr, dass das Fernziel CIM nur über funktionale Teillösungen erreichbar ist.

Der CIM-Weg beginnt mit der Automatisierung einzelner Fertigungsbereiche, die alle ihren eigenen Computer besitzen, und führt weiter zu flexiblen Fertigungszellen (z. B. CAD/CAM). Die beiden Schemata in den Figuren 6 und 7 zeigen diesen vom Autor seit etlichen Jahren vorgeschlagenen Lösungsweg:

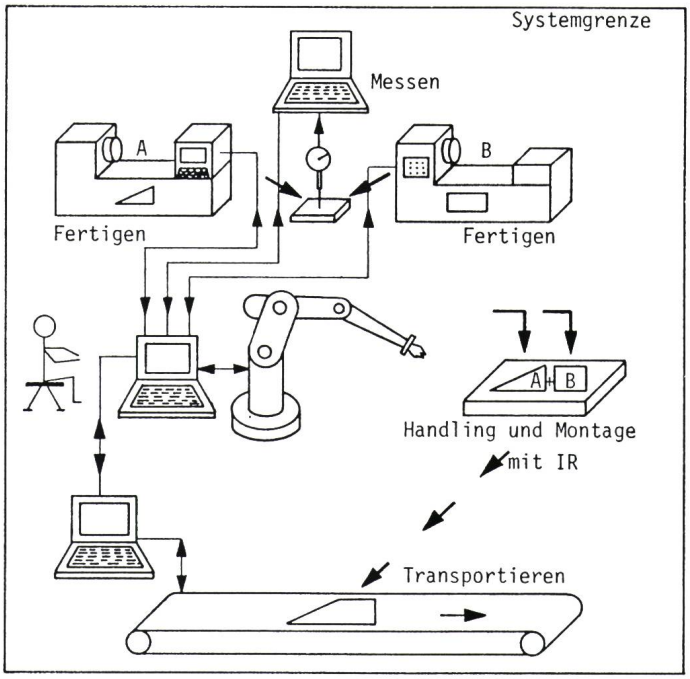
CIM wird zum Moving Target

Gleichwohl darf niemand das CIM-Endziel aus den Augen verlieren. Der permanente Erfahrungsaustausch ist nötiger denn je. Wie ernst dies gemeint ist, sollen die Marktprognosen für Fabrikautomatisierung zeigen. Frost & Sullivan nennen für die USA folgende Werte:

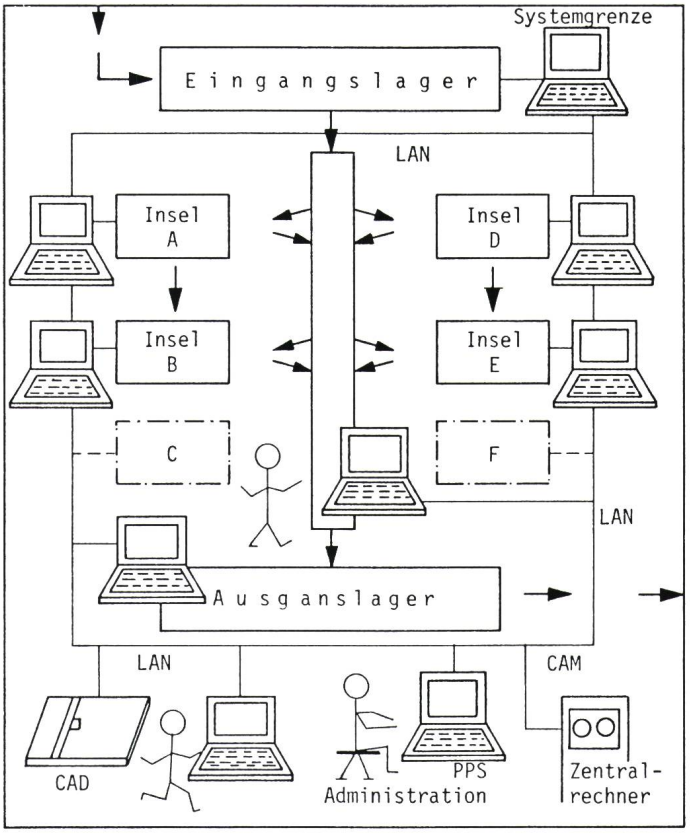
1980	7,3 Mia US$
1985	18,0 Mia US$
1990	33,0 Mia US$

Dabei wollen allein IBM 15 Mia und General Motors 40 Mia US$ noch in dieser Dekade in ihren US-Fabriken investieren.

Figur 6
Flexible Fertigungszelle
Die Industrieroboter-steuerung korrespondiert mit den übrigen Einzelsteuerungen



Figur 7
Verknüpfte Fertigungsinseln ergeben ein flexibles Fertigungssystem



Die Untersuchung von Booz, Allen & Hamilton gibt für den gesamten Weltmarkt folgende Zahlen:

1980	7,0 MiaUS$
1985	28,0 Mia US$
1990	76,0 Mia US$

Die Verteilung sieht dann so aus: Europa 28%, Japan 28% und USA 44%.

Die Einschätzungen des Marktes durch andere Firmen, wie z. B. Siemens, liegen ähnlich.

Die bisherigen hohen Anschlussko-

sten für einen MAP-Knoten[1] (Node) betrugen vor kurzem noch 4000 US$; sie sind heute bereits auf etwa 2700 US$ abgesunken und für die kommenden 18 Monate erwartet man eine weitere Senkung auf etwa 2000 US$.

Das erklärte Ziel ist MAP auf einem Chip

Die heutige CIM-MAP-Philosophie scheidet sich in zwei Denkschulen, nämlich in die Globalisten und die Spezialisten.

1. *Die MAP-Globalisten* befürworten ein von ISO[2] inspiriertes, offenes MAP (gemäss OSI[3]-Modell), das eine Chancengleichheit aller Anbieter gewährleistet. Zu dieser Gruppe gehören z.B. die Firmen Allen-Bradley und INI (Joint-Venture-Gründung von GE [USA] und dem Netzwerkspezialisten Ungermann-Bass).

2. *Die Spezialisten* setzen abgeschlossene Datenverarbeitungs-Hardware für kundenspezifische Systeme ein und arbeiten mit einem einzigen Anbieter.

Die CIM-Diskussion

Derzeit sind starke Kräfte fühlbar, die eine CIM-Anti-Bewegung propagieren. Gleichgültig, was die Forderungen dieser Bewegung im einzelnen sind, so kann doch eine Aussage als richtig anerkannt werden: Es geht nicht um die Frage, wie weit wir CIM realisiert haben, sondern um wieviel wir den Lagerumschlag und die Produktivität steigern konnten. *CIM ist nicht Selbstzweck.*

Zu Recht werden von den CIM-Gegnern Methoden wie *Just in Time* sowie eine Verbesserung der Qualitätssicherung und Erhöhung der Flexibilität (1-Off-Production) gefordert. Das müssen ohne Zweifel die eigentlichen Ziele aller Anstrengungen sein. Setzt man nämlich die gesamte Durchlaufzeit eines Auftrages gleich 100%, so beträgt heute die Wartezeit 80%. Oder: Ein Kundenauftrag beschäftigt heute zu 82% die Organisation und Montage und nur zu 18% die Fertigung.

Den Anti-CIM-Slogan

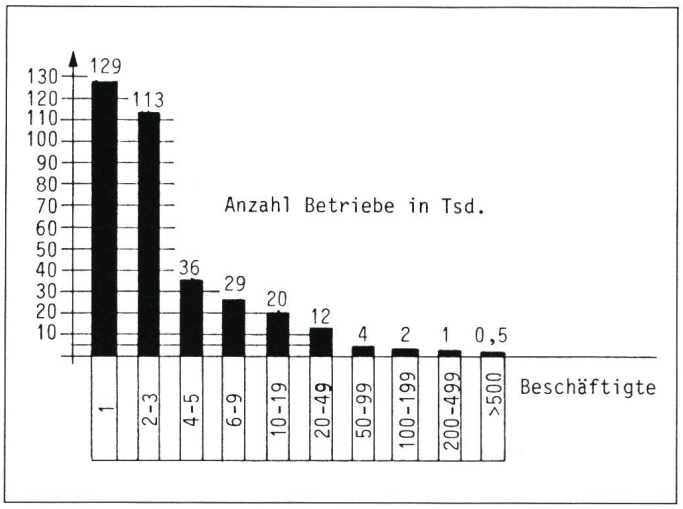
CIM vergessen – erst automatisieren

sollte man aber abwandeln in

automatisieren – und CIM nicht vergessen.

Oder mit anderen Worten: Als Vorgehen empfiehlt sich, die Realisierung Bottom-Up durchzuziehen, gleichzeitig aber die CIM-Planung Top-Down im Blick zu behalten.

Figur 8
Klein-, Mittel- und Grossbetriebe in der Schweiz (1985) [4]



Die Stellung des Mikrocomputers in der CIM-Strategie

Die in der Literatur gegebenen Ratschläge kann man etwa folgendermassen zusammenfassen:

- automatisiere nicht die alten Probleme
- plane von oben und implementiere von unten
- betrachte die Fertigungsprobleme integral, d.h. mit vor- und nachgeordneten Einrichtungen und Problemkreisen
- automatisiere umfassend und komplett
- strebe einen unterbrechungsfreien Materialfluss durch die Fertigung an, d.h. bekämpfe jedes Zwischenlager (Sekundär-Handling)
- ziele nicht primär nach dem Faktor Arbeit, sondern auf die Material- und Lagerwirtschaft sowie auf den häufig unnötigen Overhead
- kommuniziere mit allen im Betrieb Beteiligten
- trenne dich vom alten Produkt (Design)
- fange an!

Will man diesen Ratschlägen nachkommen, dann steht hierzu nur ein Weg, nämlich der über die Computerintegration und damit der Verbesserung der (horizontalen) Kommunikation zwischen den verschiedenen Unternehmensbereichen, offen.

Die flexible, mikrocomputerunterstützte Automatisierung erhält unter dem Aspekt des steigenden Lohndrukkes eine immer grössere Wichtigkeit, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen. Diese speziell für die Schweiz so wichtige Firmengruppe (Fig. 8) [4] kann auch in Zukunft konkurrenzfähig bleiben, wenn sie die Möglichkeiten des PC auf allen Stufen nutzt. Aus einer Vielzahl von PC-Anwendungen seien einige «Startmöglichkeiten» aufgeführt:

- computergestütztes Messen und Qualitätssicherung (CAQ)
- Roboterprogrammierung und -simulation
- Sensorprogrammierung und Sensorsysteme
- NC-Programmierung und Programmsimulation
- SPS-Programmierung und -Vernetzung mit PC
- CAD, 2- und 3dimensional
- CAD/CAM
- Betriebsdatenerfassung (BDE)
- Produktionsplanung und -steuerung (PPS)
- Statistical Process Control (SPC)
- vorbeugende Wartung und Instandhaltung
- Expertensysteme usw.

[1] Unter MAP-Knoten wird der Zugang eines Gerätes oder einer Maschine zum Kommunikationssystem verstanden.

[2] International Organization for Standardization

[3] Open Systems Interconnection

Die schnell und weiterhin wachsende Leistungsfähigkeit des Mikrocomputers, seine zunehmenden Kommunikationsmöglichkeiten, die Multi-User-Funktion usw. bei gleichbleibenden, eher sinkenden Preisen, dürfte diesen zum entscheidenden Instrument für die CIM-Realisierung machen. Er wird nicht nur als Standalone-Gerät, sondern auch integriert in den genannten Fertigungssystemen eine einheitliche Benutzer- und Kommunikationsschnittstelle schaffen.

Kosten und Ausbildung

Die bisherigen Erfahrungen mit CIM-Installationen – sowohl die negativen wie die positiven – zeigen, dass die Einführungskosten heute noch enorm hoch sind. Nur grosse und kapitalkräftige Firmen können sich solche Pionierprojekte leisten. So gesehen, ist der Einstieg in CIM für kleinere Unternehmen nur über die mikrocomputergestützten Teilprojekte möglich und sinnvoll.

Untersucht man das Problem Personalkapazität, dann gewinnt der Vorschlag des schrittweisen Vorgehens noch mehr an Bedeutung. Auf der Herstellerseite gibt es heute keinen Computerhersteller, keinen Roboter- oder Werkzeugmaschinenhersteller und keinen Netzanbieter, der die Verantwortung für eine wirtschaftliche und funktionierende Installation des CIM-Konzeptes übernehmen kann. Auch vom Ausbildungsprofil her gesehen ergeben sich grosse Einführungsprobleme. Von den Universitäten und Ingenieurschulen werden nur wenige CIM-Fachleute ausgebildet. Dass CIM-Fachleute mit maschinen- und produktionstechnischem Ausbildungshintergrund verlangt werden, ist inzwischen klar geworden. Aber wo findet man diese? So bleiben noch die Berater und der eigene Einstieg. Die Betonung liegt auf *und*. Alle müssen in diesem Bereich enorm viel dazulernen.

In diesem Zusammenhang sei auf Aus- und Weiterbildungsprojekte verwiesen, wie sie beispielsweise mit dem Programm FITT an der HTL Brugg-Windisch und mit der Arbeitsgruppe HITT am Technorama in Winterthur angelaufen sind (HITT ist eine High-Tech-Arbeitsgruppe im Technorama und Mitglied der FITT-Winterthur). Ziel beider Gruppen ist, das Wissen im Umgang mit High-Tech-Komponenten und entsprechender Software zu schulen.

Die Verfolgung des Fernzieles CIM hat weitreichende Folgen für die Arbeit, für das Produkt und für das Produktionsverfahren. CIM löst das bis heute noch weitgehend praktizierte Taylorsche Prinzip der Arbeitsteilung ab. Das hat auch Auswirkungen auf die autoritären und pyramidalen Führungs- und Kontrollfunktionen.

CIM ist nicht nur ein technisches Problem. CIM ist ein menschliches Problem und kann nur mit dem CIM-motivierten Mitarbeiter realisiert werden. Die anstehenden *CIMlich* schwierigen Aufgaben können in allen Betrieben erfolgreich und in wirtschaftlich vertretbarer Weise mit dem Einsatz des PC in Angriff genommen werden.

Quellennachweis

[1] Computerwoche 15. Mai 1987
[2] *Suppan-Borowka und Simon:* MAP. Pulheim: Datacom-Verlag, April 1986.
[3] *Booz, Allen & Hamilton:* Computerwoche (1987)16.
[4] *F. Walz:* Hohes Entwicklungspotential. Der Monat in Wirtschaft und Finanz (1987)4, S.6...10.