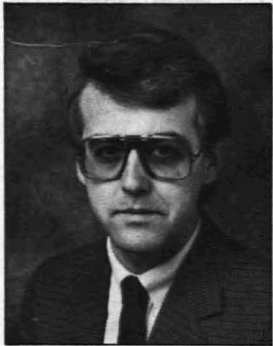




EDV-unterstützte Fertigungsplanung als Baustein eines CIM-Konzeptes



Franz FREUDHOFER, Dipl.-Ing., Drtechn., Jahrgang 1946, Studium Wirtschaftsingenieurwesen mit Wahlrichtung Maschinenbau 1965 — 1970 an der TU-Graz. 1970 — 1974 Univ.Assistent am Institut für Industriebetriebslehre. Danach ab 1974 bei der Steyr-Daimler-Puch AG in Steyr. Derzeit in der Funktion als Leiter der Arbeitsvorbereitung. Seit 1985 WIV-Regionalkreisleiter OÖ.

CA-Technologien sind das Schlagwort in unserer heutigen industriellen Welt. Die EDV-Lawine, die den kommerziellen Bereich vor Jahrzehnten schon erfaßt hat, überrollt in gleichem Maße nun den technischen Bereich.

Im vorliegenden Aufsatz wird überblicksartig auf die Anwendung der CA-Technologien im Fertigungsplanungsbereich eingegangen. Begriffsmäßig faßt man diese Anwendungen unter dem Titel CAM (= Computer Aided Manufacturing) zusammen.

Neben der Diskussion von Einführungs- und Durchsetzungsstrategien wird auch auf die Bedeutung von Dokumentations- und Steuerungssystemen hingewiesen. Den eigentlichen Schwerpunkt bilden aber die Erläuterungen über EDV-Einsatzmöglichkeiten für Gruppentechnologie, NC-Programmierung, Arbeits- und Prüfplanung, Betriebsmittelplanung, -konstruktion und -fertigung, DNC und Betriebsdatenerfassung.

1. Strategien für die Einführung und Realisierung von EDV-Anwendungen in der Fertigungsplanung

Bevor auf eine detaillierte Betrachtung der EDV-Anwendung in der Fertigungsplanung eingegangen wird, sollen anhand allgemeingültiger Merkmale und Vorgehensweisen mögliche Einführungsstrategien dargestellt werden.

Zur Verdeutlichung der Situation dient das Bild 1. [1].

Hier sieht man anhand der Merkmale der stufenweisen Einführung von CAE/CAD/CAM,

- welchen Status man mit dem eigenen Unternehmen einnimmt,
- wie hoch in etwa die CAD/CAM-Budgets anzusetzen sind und
- wie lange die Einführungszeiträume für das eigene Unternehmen sind.

Grundsätzlich muß man davon ausgehen, daß als Ziel immer ein Integrationsansatz anzustreben ist.

Der leichteste Weg, der traditionell immer

wieder gegangen wird, ist der, auf einem bestimmten Gebiet zu beginnen. Die Erfahrungen haben aber gezeigt, daß das Vorgesprochen in bestimmte Richtungen in eine Sackgasse oder zu hohen Kosten führen kann. Der Aufbau von Inselösungen mag kurzfristige Vorteile für einzelne Abteilungen oder für das Unternehmen bringen, die notwendige Anpassung an den Schnittstellen zu anderen Systemen kann diese Vorteile sehr rasch wieder ausgleichen. Der Beweis dafür ist auch der Umstand, daß gerade zu diesem Zeitpunkt mehrere deutsche Automobilhersteller neue CAD/CAM-Konzepte entwickeln und ihre alten Systeme umstoßen.

Ausgehend von einer umfassenden Betrachtung ist folgender Ansatz denkbar:

- Planung und Aufbau eines integrierten Ansatzes für sämtliche CAD/CAM-Bereiche — Horizontale Einführungsstrategie (Bild 2)
- Rascher Erfolgsnachweis des integrierten Ansatzes durch gezielte Pilotprojekte, die die Wirtschaftlichkeit des CAD/CAM-Konzeptes dokumentieren — Vertikale Einführungsstrategie (Bild 3)

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß gute, auf dem Markt erhältliche, CAD/CAM-Systeme zumeist sehr schwache CAM-Ausprägungen aufweisen. Umgekehrt gilt diese Feststellung ebenso. Es wird also niemandem erspart bleiben, sich die Lösungen selbst zu erarbeiten, kaufen kann man sie derzeit bestimmt noch nicht.

2. EDV-Anwendungen in der Fertigungsplanung

2.1 Begriffsbestimmung

Es soll in diesem Aufsatz zunächst zwischen zwei Haupt-EDV-Anwendungen unterschieden werden:

- Dokumentations- und Steuerungssysteme für die Verwaltung der technischen Dokumentation und zur Steuerung des Datenflusses von der Produktentwicklung bis zur Serienfertigung
- Technische Systeme als Unterstützung funktionaler Aufgaben für
 - Gruppentechnologie
 - NC-Programmierung

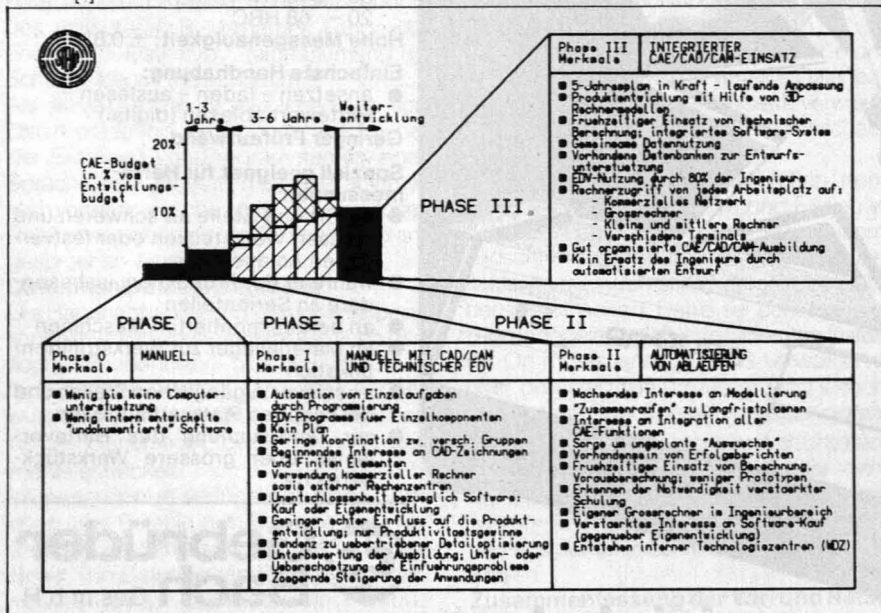


Abb. 1: Merkmale stufenweiser Einführung von CAE/CAD/CAM

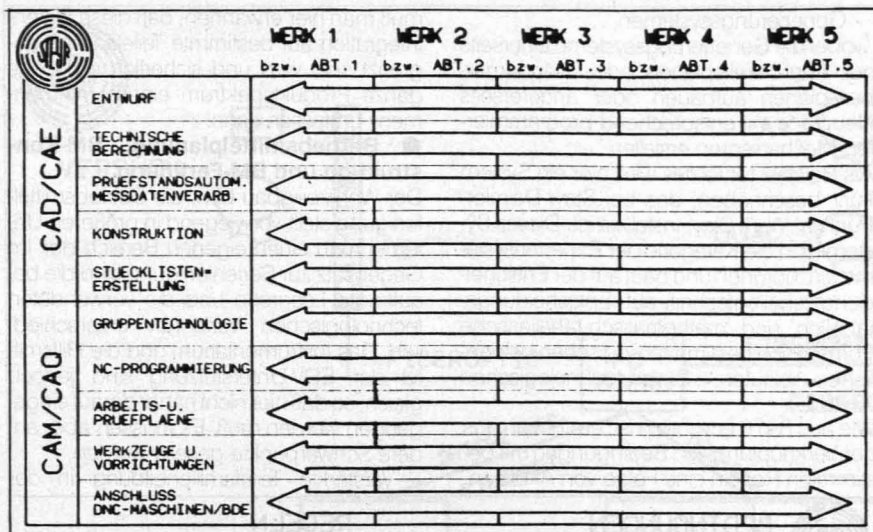


Abb. 2: Horizontale Einführungsstrategie CAD/CAM

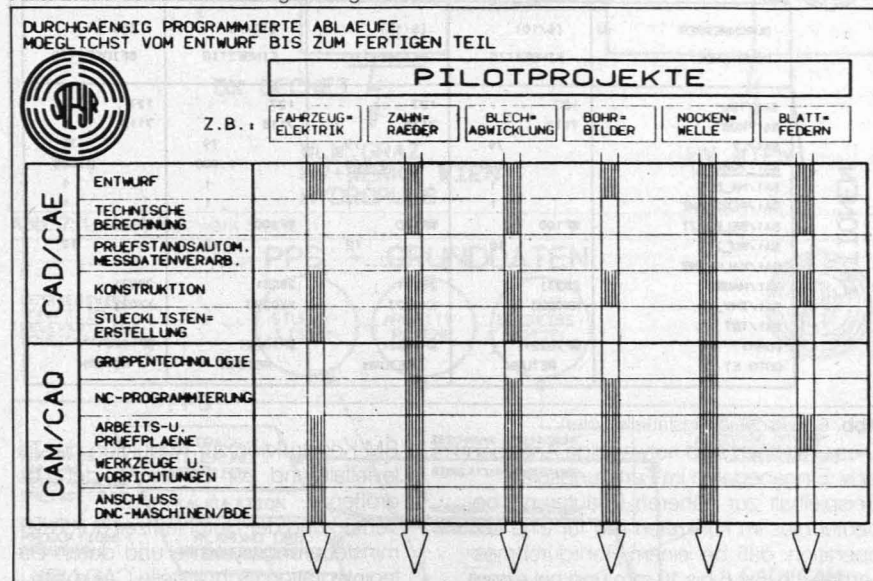


Abb. 3: Vertikale Einführungsstrategie CAD/CAM

- Arbeits- und Prüfplanung
- Betriebsmittelkonstruktion und -fertigung
- DNC-Anschluß von Werkzeugmaschinen und Betriebsdatenerfassung.

2.2 Dokumentations- und Steuerungssysteme

Die Dokumentations- und Steuerungssysteme haben in unserer heutigen CAD/CAM-Welt eher eine untergeordnete Bedeutung. Wenn man sich das Bild 1 wieder vor Augen hält, so bekommt man die Erklärung dafür sofort augenscheinlich präsentiert. Die meisten Unternehmen befinden sich nämlich erst in den Entwicklungsphasen I und II, wo eine gemeinsame Datenbasis aller Einzelsysteme noch nicht installiert ist.

Aber gerade eine gemeinsame technische Datenbasis bzw. ein Datenbanksystem ist Grundvoraussetzung für das Zusammenspiel der Einzelsysteme. Im Bild 4 ist als Beispiel der schematische Aufbau eines Dokumentationssystems [2] dargestellt. Dieses System sorgt für die au-

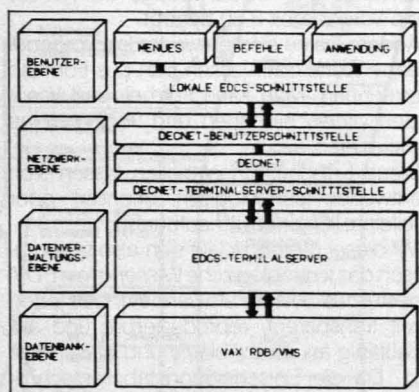


Abb. 4: Schematischer Aufbau eines Dokumentationssystems

tomatische Verwaltung der technischen Dokumentation und verbessert den Datenfluß innerhalb der Konstruktions-, Entwicklungs- und Planungsabteilungen. Neben der reinen Dokumentation ist natürlich auch die terminliche und kostentechnische Steuerung von Produktentwicklungen von eminenter Bedeutung.

EDV-Lösungsansätze in diesem Bereich werden von vielen Software-Häusern angeboten, jedoch wiederum meist nur in Form von Einzellösungen.

2.3 Technische Systeme für funktionale Aufgaben

Wie bereits unter Punkt 3.1 ersichtlich, sind darunter alle jene EDV-Anwendungen zu verstehen, die man normalerweise unter dem Begriff CAM zusammenfaßt. An erster Stelle steht hier sozusagen als »missing link« zwischen CAD und CAM die Gruppentechnologie.

● Gruppentechnologie.

Gruppentechnologie ist eine Form der Teilverschlüsselung unter Berücksichtigung der geometrischen Form, der Funktion, der Produktstruktur und des fertigungstechnischen Ablaufes.

Die Einsparungen bei Anwendung der Gruppentechnologie liegen einerseits in der Vereinheitlichung von Teilen, in der Reduktion von unterschiedlichen Ähnlichkeitsteilen, im Auffinden von bereits einmal konstruierten Teilen und andererseits im vereinfachten Fertigungsablauf (Teilfamilienfertigung) und in der Reduktion des Betriebsmittel- und Werkzeugeinsatzes.

Die Erfahrung zeigt aber auch, daß der Aufwand für die Einordnung der Teile in die Klassifikationssysteme sehr hoch ist und lange dauert [3].

Als Beispiel wird angeführt, daß bei Otis Engineering die Schulung der Mitarbeiter und die Analyse der Teile 18 Monate dauerte, ohne daß Einsparungen erzielt werden konnten. Die Auswirkungen wurden aber dann innerhalb von 9 Monaten sichtbar, als gruppentechnologisch untersuchte Teile in die Fertigung kamen. Der Schwerpunkt lag also hier in der Herstellkostenreduktion. Einsparungseffekte ergeben sich auch bei der Fertigungsplanerstellung.

Der Autor ist der Meinung, daß als Startpunkt der CAD/CAM-Bemühungen die gruppentechnologischen Klassifikationssysteme vorrangig betrieben werden müssen. Sie sind die Basis für den Aufbau von CAD-Makros, für die Bildung von Ähnlichkeits-Fertigungsplänen und von NC-Unterprogrammen.

● NC-Programmierung

Die EDV-Unterstützung der NC-Programmierung baut auf eine lange Tradition auf. Die NC-Steuerung der Werkzeugmaschinen entstand 1948 für die Bearbeitung komplexer Oberflächen von Flugzeugteilen, wobei die Programmierung bereits mit Hilfe von Rechnern erfolgte. Im Laufe der Entwicklung der NC-Systeme entstanden viele Systeme, die sich mehr oder minder lange am Markt hielten. Die Auswahl des richtigen NC-Programmiersystems hat sich keinesfalls erleichtert, ganz im Gegenteil. Parallel dazu gibt es die Entwicklungen der Steuerungshersteller, möglichst viel »Intelligenz« in die NC-Steuerung hineinzu packen, so daß der Anwender in Versuchung kommt, direkt an der Maschine zu programmieren. Man hat jedoch sehr rasch erkannt, daß im wesentlichen aus Kosten-



gründen der Programmierplatz im Büro dem Programmierplatz an der Maschine vorzuziehen ist. Anhand der Tabelle 1 kann man sehr schnell die Vorteile des selbständigen Programmierplatzes gegenüber der CNC-Handeingabe erkennen [4].

Bei der Auswahl des NC-Programmiersystems ist weniger auf die gute Erfüllung von einzelnen Funktionen Wert zu legen, als vielmehr auf die Tatsache, wie weit das Programmiersystem als CAM-System ausbaubar ist.

Eine besondere Bedeutung dabei kommt den Werkzeug- und Technologiedateien zu, die die Geschwindigkeit der Programmerstellung wesentlich beeinflussen. Wesentlich sind auch die Möglichkeiten zur Makro-Erstellung zu beurteilen, um einerseits die Programmiergeschwindigkeit zu erhöhen und andererseits die Daten aus Klassifikationssystemen übernehmen zu können. Zusammenfassend kann man sagen, daß auf lange Sicht jenes EDV-gestützte NC-Programmiersystem anzustreben ist, daß Module beinhaltet, die über das eigentliche Programmieren hinausgehen. Beispielhaft als eines der in Frage kommenden Systeme ist das EXAPT-System zu nennen, welches aufbauend auf NC-Grundfunktionen verschiedene CAD/CAM-Module anbietet (Bild 5).

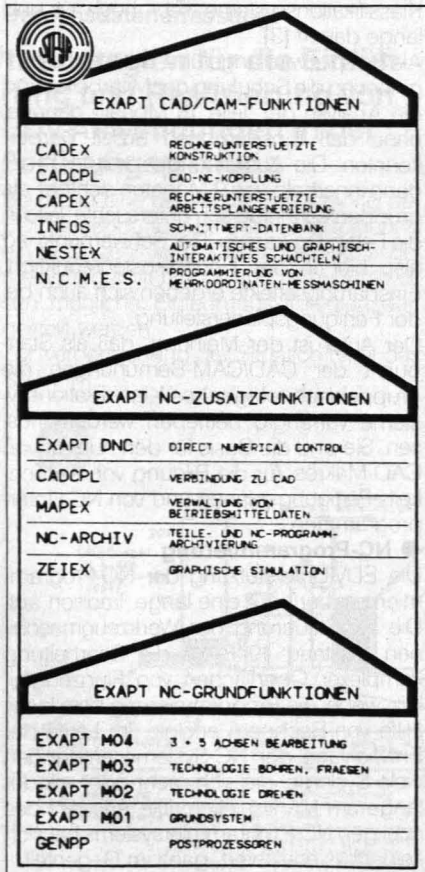


Abb. 5: Exapt CAD/CAM-Module

Arbeits- und Prüfplanung

Bei der EDV-gestützten Arbeits- und Prüfplanerstellung (CAP) unterscheidet man im wesentlichen zwischen

- Verwaltungs- und

— Generierungssystemen, wobei die Generierungssysteme einerseits auf Ähnlichkeitsplänen oder Standardarbeitsplänen aufbauen oder andererseits Neupläne mit entsprechend programmierbaren Mechanismen erstellen.

Als Beispiel für letztes wird hier ein System kurz beschrieben, das bei Steyr-Daimler-Puch im Werk Steyr installiert ist. Dieses System ist in die Kategorie der Expertensysteme einzuordnen und baut auf der Entscheidungstabellentechnik auf. Entscheidungstabellen sind mathematisch-tabellarische Formen von bestimmten logischen betrieblichen Abläufen, z.B. von technologischen Abläufen.

Wie aus Bild 6 ersichtlich ist, ergibt sich aus der Verknüpfung von Bedingungen mit bestimmten Regeln eine Folge von Aktionen.

BEDINGUNGEN		REGELN			
DURCHMESSER	U	[6/10]	[6/10]	[10/*]	[10/*]
ROHR ENDE	L	EINSEITIG	BEIDSEITIG	EINSEITIG	BEIDSEITIG
AKTIONEN	SA1/TSL	127	127	127	127
	SA1/KOST	7118	7118	7118	7118
	SA1/LF	79	79	79	79
	SA1/VORG_ZT	1.100	2.200	1.400	2.800
	SA1/HA_BED	1	1	1	1
	SA1/PERS_ANZ	1	1	1	1
	SA1/BELEG_ZT	\$F100	\$F100	\$F100	\$F100
	SA1/RU_ZT	12	12	12	12
	SA1/KALKHINW	---	---	---	---
	SA1/MAGRU	28231	28231	28231	28231
	SA1/INV_NR	XX0223	XX0223	XX0223	XX0223
	SA1/TGT	---	---	---	---
	DUMMY	\$P10221	\$P10221	\$P10221	\$P10221
	GOTO ET	RETURN	RETURN	RETURN	RETURN

Abb. 6: Entscheidungstabelle Lötlen

Diese Aktionen sind notwendige Angaben bzw. Eingabedaten im Fertigungsplan.

Beispielhaft zur näheren Erläuterung bedeutet dies im konkreten Fall für eine Lötoperation, daß bei einem Rohrdurchmesserbereich von 6 bis 10 mm und bei einem Lötvorgang an beiden Enden des Rohres die Vorgabezeit 2,20 beträgt.

Anderere Daten sind entweder fixe vorgegebene Werte oder lassen sich aus Formeln errechnen. Man kann Formel- und Variablendateien aufbauen und Textbausteine inkludieren.

Diese Entscheidungstabellen lassen sich entweder technologisch orientiert oder Teilefamilienorientiert aufbauen.

Mit dieser Methodik läßt sich also systematisch das technologische Wissen in ein EDV-gestütztes System umwandeln, das jederzeit transparent, reproduzierbar und anpaßfähig an neue Abläufe und Maschinen ist. Da die Entscheidungstabellentechnik keine Programmierkenntnisse voraussetzt, ist dieses System nach der Installation von AV-Mitarbeitern ausbaubar und erweiterungsfähig und ist auf alle technologischen Gruppen anwendbar.

Wenn man nun die Gruppentechnologie bereits soweit getrieben hat, daß man über Sachmerkmalsleisten Parameter übergeben kann, so lassen sich mit dieser Methode teil- oder auch vollautomatisch Fertigungspläne erstellen. Der Ordnung halber

muß man hier erwähnen, daß diese Datenintegration auf bestimmte Teilefamilien begrenzt sein wird und sicherlich nicht das ganze Produktspektrum eines Unternehmens umfassen kann.

Betriebsmittelplanung, BM-Konstruktion und BM-Fertigung

Der Werkzeugbau bzw. die Betriebsmittelfertigung stellt vorwiegend in größeren Unternehmen einen eigenen Bereich dar. Im Gegensatz zur Serienfertigung sind die beauftragte Losgröße und die verwendeten technologischen Verfahren unterschiedlich. Das Instrumentarium und die Hilfsmittel der EDV-Unterstützung sind jedoch gleich, so daß hier nicht näher darauf eingegangen werden muß. Es müssen aber andere Schwerpunkte gesetzt werden:

— Verstärkte Teilefamilienbildung in der

BM-Konstruktion zur Reduktion der Teilevielfalt und zur Erhöhung der Losgrößen.

- Verkürzung der Durchlaufzeit durch Terminsteuerungssysteme und durch Datenintegration (Schnittstelle CAD-NC).
- Einsatz von leistungsfähigen NC-Programmiersystemen mit Werkzeug- und Technologiedateien.
- Einstieg in die 5-Achsen-Technologie zur Bearbeitung von Freiformflächen.
- DNC-Betrieb der NC-Werkzeugmaschinen infolge größerer Programmlösungen und hoher Anzahl benötigter NC-Programme.

DNC-Anschluß von Werkzeugmaschinen und Betriebsdatenerfassung

Der DNC-Betrieb von Werkzeugmaschinen und die Betriebsdatenerfassung sind als Einzelsysteme vielfach in Anwendung und seit Jahren erprobt. Sucht man jedoch universelle Systeme, die beide Funktionen hard- und softwaremäßig miteinander vereinen, so bleiben nur sehr wenige Anbieter übrig. Die zukünftige Entwicklungsrichtung verfolgt eindeutig das Ziel der Verbindung von DNC mit BDE/MDE und mit betrieblichen Fertigungssteuerungssystemen. Die Zusammenhänge sind aus den Bildern des nachfolgenden Kapitels ersichtlich. Darüber hinaus sind natürlich entsprechende Rechnerkonzepte und lokale Netzwerke als Hardwarebasis erforderlich. Da es den

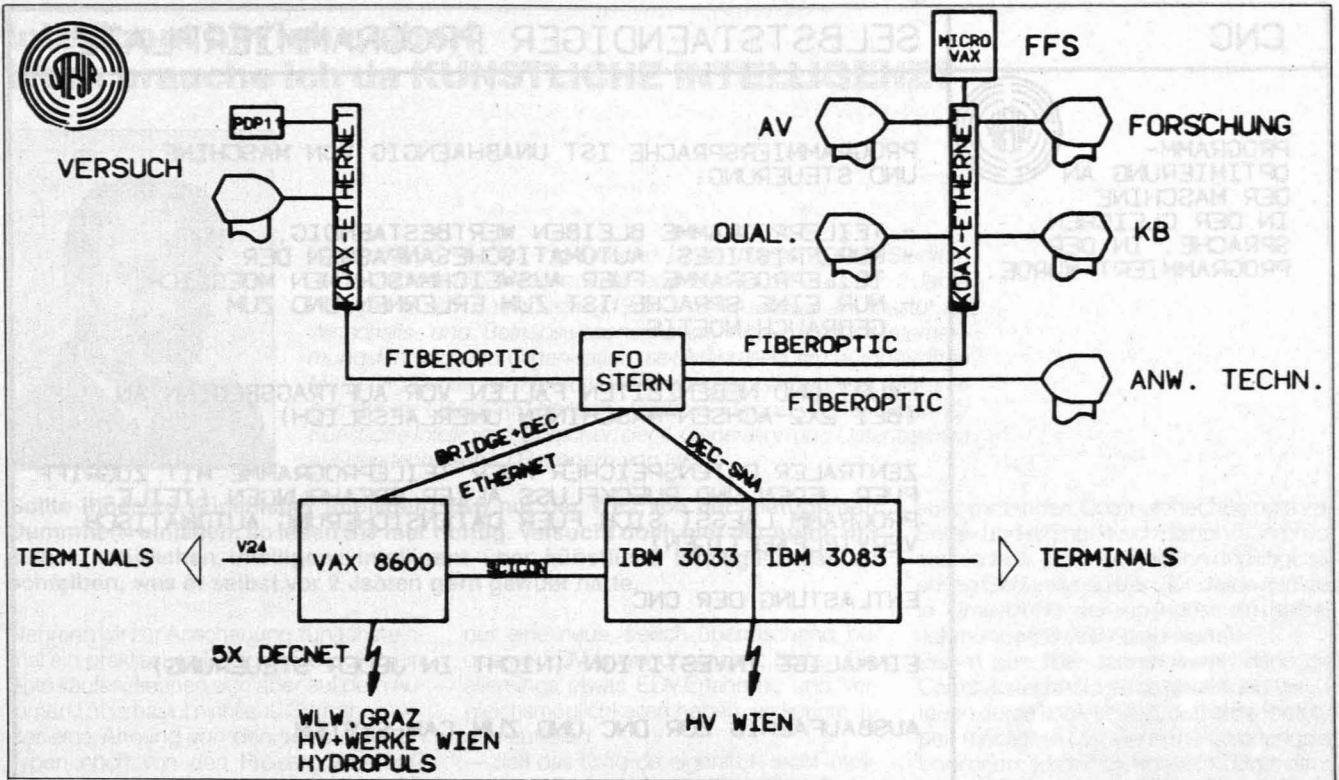


Abb. 7: Lokales Netzwerk Steyr

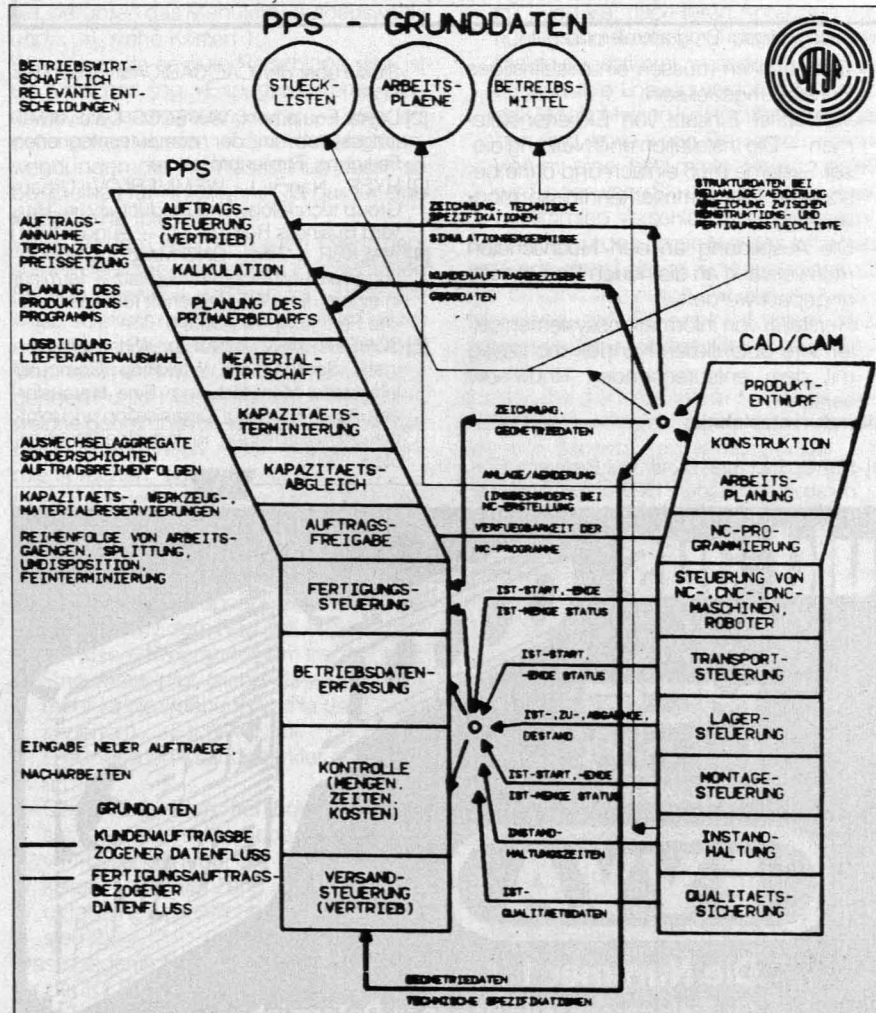


Abb. 8: Datenfluß CAD/CAM zu PPS

Rahmen sprengen würde, beispielsweise über MAP (= Manufacturing Automation Protocol) von GM oder über Vor- und Nachteile von verschiedenen Rechnerkonzepten zu sprechen, sind wiederum nur als Beispiel die Rechnerverbindung und ein lokales Netzwerk von Steyr-Daimler-Puch, in Steyr dargestellt (Bild 7). Dieses Bild zeigt die Verbindung von IBM- und DEC-Maschinen und ein lokales Netzwerk auf Basis Ethernet. Ein derartiges Konzept ist notwendig als Hardware-Grundauslegung für ein CAD/CAM-System.

3. Schnittstellen zu PPS-Systemen

Den Produktionsbereich durchziehen zwei computergestützte Informationssysteme, das primär betriebswirtschaftlich-planerisch orientierte Produktionsplanungs- und -steuerungssystem (PPS) und das primär technisch-geometrisch orientierte CAD/CAM-System. Die Verknüpfung beider Bereiche zu einem integrierten System wird als CIM = Computer Integrated Manufacturing bezeichnet [5]. Die Schnittstellen und die Bezeichnungen beider Systeme sind am besten dem Bild 8 zu entnehmen [5]. Wie bereits erwähnt, sind schon die Maßnahmen für eine Integration von CAD und CAM sehr umfangreich! Umso umfassender sind sie für eine integrierte CIM-Lösung. CIM als Gesamtlösung gibt es derzeit in vielen Unternehmen als Gedankenansatz. Die Realisierung bedarf wohl noch einiger Zeit und ist sicherlich nur etappenweise darstellbar. Wie schon früher bei der Einführungsstrategie von CAD/CAM skizziert, muß jedoch immer die Gesamtlösung angestrebt werden, die mosaikartig aufgebaut werden kann.