

# CAD auf Personal Computern

Dr.-Ing. Rainer Koch

## Einleitung

Computer unterstützen in immer stärkerem Maße Planungs- und Steuerungsaufgaben im Rahmen des Produktionsprozesses. Neben der direkten Unterstützung von Einzeltätigkeiten und unmittelbar zusammenhängenden Tätigkeitsabläufen (CAD, CAP, CAM, CAD/CAM) wird zunehmend angestrebt, über die eingesetzten Datenverarbeitungssysteme eine redundanzfreie Integration der Datenflüsse während des Produktionsprozesses zu erreichen (CIM - Computer Integrated Manufacturing). Der Aufbau solcher CIM-Systeme zwingt einerseits zur Kopplung unterschiedlicher, häufig bereits vorhandener Einzelsysteme. Andererseits setzt ein solches CIM-System auch umfangreiche EDV-Ausstattungen in den beteiligten Betriebsbereichen voraus. Hier zeichnet sich nun eine Verschiebung von den "klassischen" Mainframe- oder Supermini-EDV-Systemen hin zu Systemen auf Personal Computer-Basis ab.

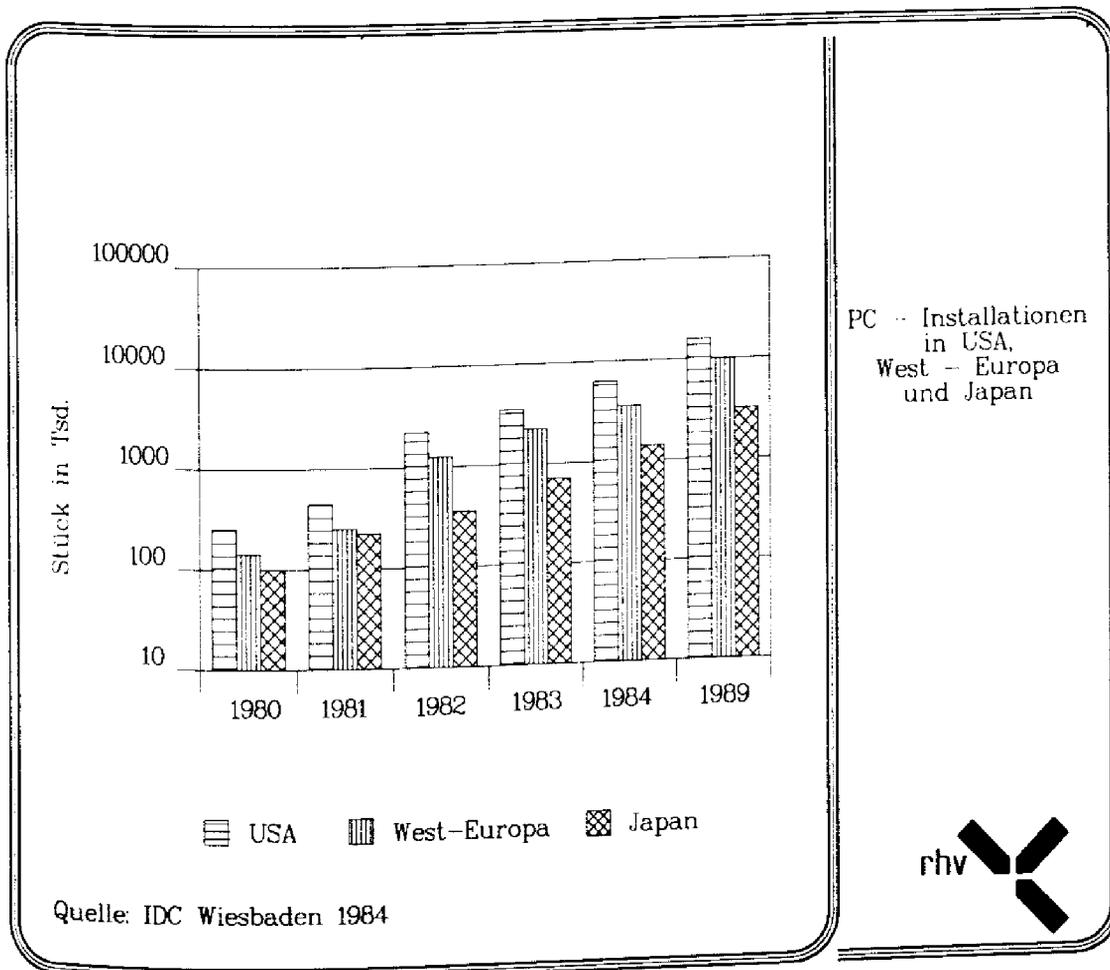


BILD 1. PC - Installationen.

Bei weit geringeren Investitionsvolumen können solche Systeme für viele Aufgaben technisch und wirtschaftlich interessante Lösungen sein. Nicht zuletzt deshalb hat sich die Zahl installierter Personal Computer (auch Mikro-Computer, Arbeitsplatz-Computer) innerhalb der Jahre 1980 – 1984 von 300 000 auf 3 Millionen erhöht; bis 1989 wird ein weiteres Wachstum um den Faktor 10 prognostiziert, s.Bild 1.

Mit der gestiegenen Rechnerleistung hat sich der Einsatzbereich der Personal Computer – ausgehend von kommerziellen Anwendungen, wie Textverarbeitung, Buchführung, Finanzplanung – auf datenverarbeitungstechnisch aufwendigere Bereiche, wie Graphik und technisch-wissenschaftliche Anwendungen ausgedehnt.

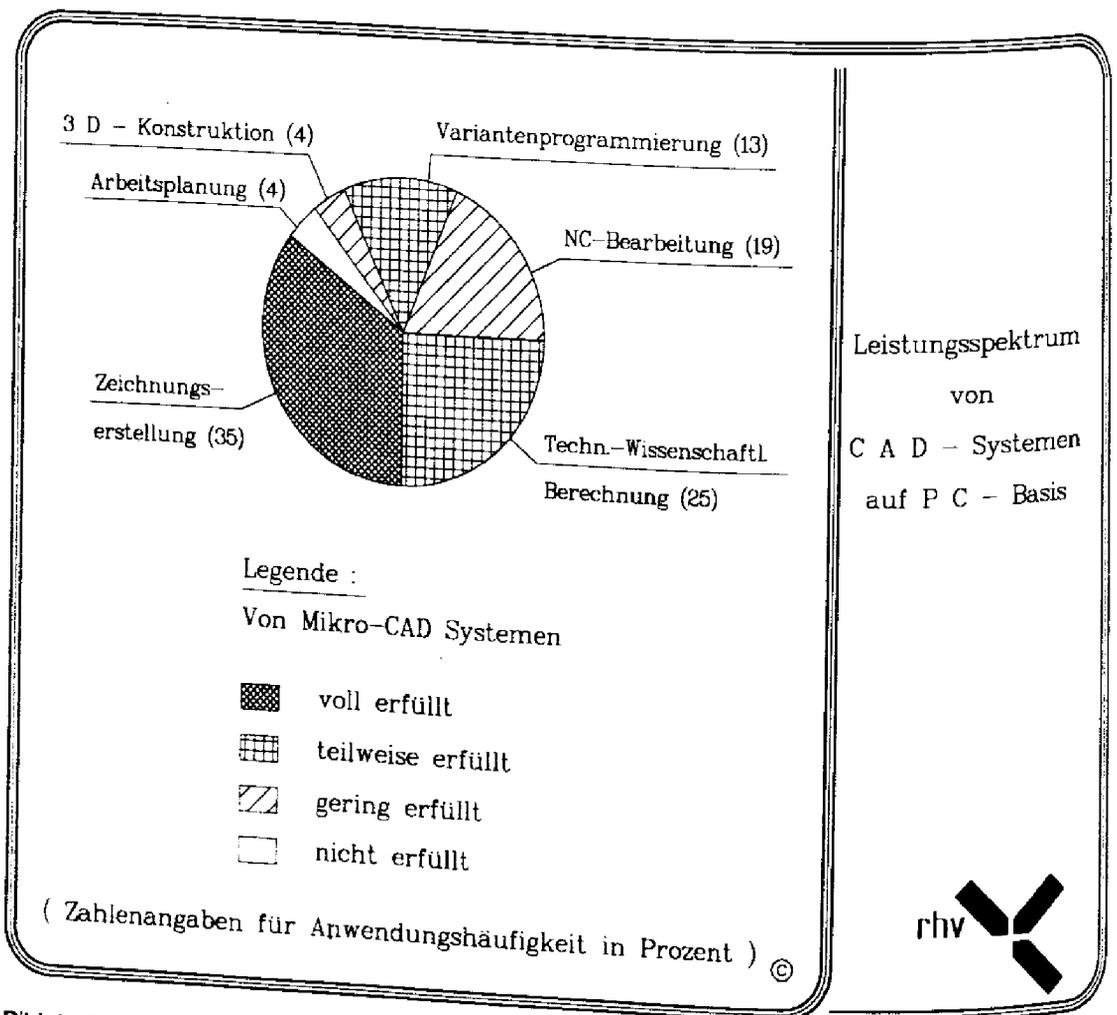


Bild 2. PC - Leistungsspektrum.

Immer mehr tritt dabei auch das rechnerunterstützte Konstruieren (CAD = Computer Aided Design) in den Vordergrund, das ursprünglich nur Großrechneranlagen vorbehalten war. CAD auf Mikrocomputern bedeutet dabei wesentlich mehr als Zeichnen oder komfortable Businessgraphik. Die für Personal Computer verfügbare CAD-Software kann nach dem heutigen Stand bereits einen erheblichen Teil der Aufgaben erfüllen, für die CAD-Systeme tatsächlich eingesetzt werden.

## Randbedingungen des CAD-Einsatzes

Bild 2 zeigt eine Aufschlüsselung der Einsatzgebiete von CAD-Systemen nach einer Untersuchung der Knight Wendling AG. Dieser Aufschlüsselung ist gegenübergestellt, inwieweit sich die PC-CAD-Software für die einzelnen Bereiche einsetzen läßt. Grundsätzlich ist dabei festzustellen, daß das Haupteinsatzgebiet – die Zeichnungserstellung – mit der verfügbaren CAD-Software für Mikrocomputer voll abzudecken ist.

Die Anforderungen aus zwei weiteren wichtigen Bereichen, nämlich der technisch-wissenschaftlichen Berechnung und der Variantenprogrammierung, können derzeit als teilweise erfüllt angesehen werden. So existiert zwar für aufwendige technisch/wissenschaftliche Berechnungen, wie z.B. FEM-Berechnung, derzeit schon ein gewisses Angebot an Software, die auch auf Personal Computer einsetzbar ist. Naturgemäß limitiert die Rechnerleistung der Personal Computer dabei die Komplexität der berechenbaren Modelle.

Für die Variantenprogrammierung existieren mittlerweile recht interessante und leistungsfähige Softwarepakete, die ständig weiter entwickelt werden. Es ist deshalb anzunehmen, daß auch für diesen Sektor kurzfristig die gestellten Anforderungen in nahezu vollem Umfang erfüllt werden. Weiterhin läßt Bild 2 erkennen, daß auch weitere wesentliche Aspekte, die Bestandteile eines CIM-Systems sind, weiterentwickelt werden. Zu nennen sind hier Software-Pakete für die 3D-Konstruktion, für die Arbeitsplanung und die NC-Programmierung. Speziell diese, anderen Groß-CAD-Systemen vergleichbaren Ausbaumöglichkeiten, sind von Bedeutung, wenn die Entscheidungen über die Einführung von CAD bzw. für oder gegen CAD auf Personal Computer diskutiert werden.

Bei diesen Diskussionen gelten für Mikro-CAD-Systeme im Prinzip die gleichen Überlegungen und Vorgehensweisen wie für andere CAD-Systeme. Häufig empfiehlt sich hierbei jedoch statt einer detaillierten Systemauswahl und Einführungsplanung eine mehr pragmatisch orientierte Vorgehensweise. Wegen des geringen Investitionsbedarfs für CAD-Systeme auf Personal Computer-Basis ist es dabei häufig möglich, einen Teil der für die Einsatzplanung und Voruntersuchung vorgesehenen Finanzmittel in ein sog. Prototyping zu investieren. Dies bedeutet, daß ein CAD-System im eigenen Betrieb für die ausgewählten Bereiche und Anwendungen eingesetzt wird, um so ein klares Bild von den Möglichkeiten und Beschränkungen des CAD-Einsatzes zu erhalten.

Dies bedeutet nicht, daß auf eine prinzipielle Einführungsplanung verzichtet werden kann. Grundsätzlich ist diese Planung notwendig, damit das System auch während der Prototypingphase so eingesetzt werden kann, daß die Zweckmäßigkeit des Hilfsmittels beurteilt und erkannt wird und daß erste Akzeptanzerfolge bei den Benutzern zu erreichen sind.

Wesentlich – auch im Hinblick auf die Investitionsentscheidung – ist in dieser Phase eine Abschätzung, die zeigt, welche Einsparungen sich mit einem CAD-System tatsächlich erreichen lassen, s. Bild 3. Der Gesamtkapazität im technischen Bereich ist dabei gegenüberzustellen, wie hoch der Aufwand für die

Unterlagenerstellung in Verbindung mit Zeichnungen, z.B. Stücklisten und NC-Programme, aber auch der Aufwand für die Zeichnungen selber ist.

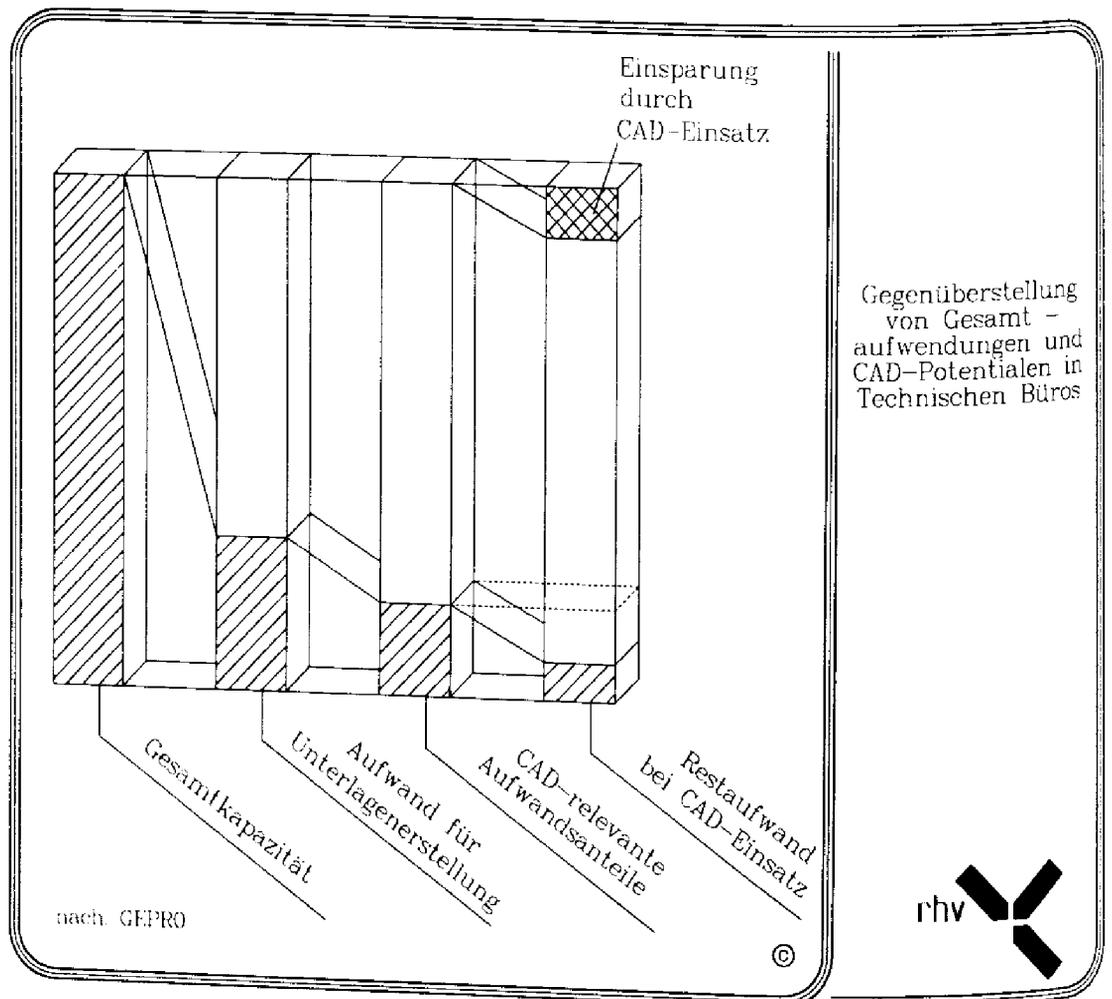


Bild 3. Abschätzung der Einsparungen durch CAD - Einsatz.

Eine genauere Analyse der dabei erfaßten Unterlagen zeigt, daß ein CAD-System häufig nicht das geeignete Mittel ist, um diese Unterlagen zu erstellen. Kopier-, Repro- und Klebetechniken können häufig ebenfalls erhebliche Einsparungen mit sich bringen, so daß wiederum nur ein gewisser Anteil des Aufwandes für die Unterlagenerstellung tatsächlich auch als CAD-relevant anzusehen ist.

Bewertet man nun diese CAD-relevanten Aufwandsanteile und die dabei auftretenden Arbeitstechniken und Arbeitsanteile, wie

- Berechnen,
- Darstellen,
- Ändern von Zeichnungselementen,
- Wiederholen von Zeichnungselementen,
- formales Kontrollieren und ähnliches



**Das Hahn & Kolb  
Vertriebsprogramm Maschinen  
umfaßt Eigenentwicklungen  
sowie Produkte führender  
in- und ausländischer Hersteller  
für die spanende und  
spanlose Bearbeitung. Z. B.  
Numerisch gesteuerte Maschinen,  
Roboter, CAD/CAM-Systeme:**

Drehautomaten	Koordinaten-Schleif- maschinen
Drehmaschinen	Werkzeug- und Profilschleif- maschinen
Drehzentren	Sondermaschinen und Fertigungseinheiten
Mehrkant-Drehmaschinen	Funkenerosionsmaschinen
Bohrammaturen	Blechbearbeitungszentren
Koordinaten-Bohrmaschinen	Laser-Bearbeitungsmaschinen
Werkzeugfräs- und Bohrmaschinen	Industrie-Roboter
Gravier- und Konturfräs- maschinen	HK-LEONARDO CAD/CAM-System für den Werkzeug- und Formenbau
Bearbeitungszentren	
Flexible Fertigungssysteme	
Außen- und Innen-Rund- schleifmaschinen	

In unserem Technikzentrum Schorndorf stehen ständig  
Maschinen der verschiedensten Hersteller und Verfahren  
für Demonstrationen bereit.  
Weitere Vorführ- und Schulungsräume für Maschinen und  
Roboter, für rechnergestütztes Programmieren von  
CNC-Maschinen und für CAD/CAM-Systeme beweisen  
unser umfassendes Dienstleistungsangebot.  
Nutzen Sie diese Möglichkeiten. Sprechen Sie mit uns  
über wirtschaftliches Bearbeiten.

**HAHN & KOLB**  
Königstr. 14, Pf. 3 33, 7000 Stuttgart 1, Tel. (07 11) 20 04-0

mit den möglichen Einsparungsfaktoren beim CAD-Einsatz, so zeigt sich, daß das Einsparungspotential im allgemeinen viel geringer ist als ursprünglich vermutet, s. Bild 3. Häufig zeigt diese Gegenüberstellung auch, daß der Einsatz kostenintensiver CAD-Systeme mit komplexen Funktionen wirtschaftlich nicht zu rechtfertigen ist.

### CAD auf Personal Computern

Sinnvolle Alternativen stellen häufig auf Mikrorechnern installierte CAD-Systeme der mittleren und unteren Preisklasse mit Systempreisen von DM 20 000 bis DM 50 000 pro Arbeitsplatz dar.

Derartige Systeme wurden lange Zeit nur mit gewissen Vorbehalten betrachtet. Es herrschte zunächst eine sehr große Systemvielfalt, da CAD-Systeme für Mikrocomputer auch von kleineren Firmen angeboten wurden. Daraus resultierten dann sehr häufig Support-Probleme, weil diese kleineren Firmen nicht in der Lage waren, zusätzlich zur Entwicklung und Weiterentwicklung des Systems auch noch ihre Anwender zu betreuen.

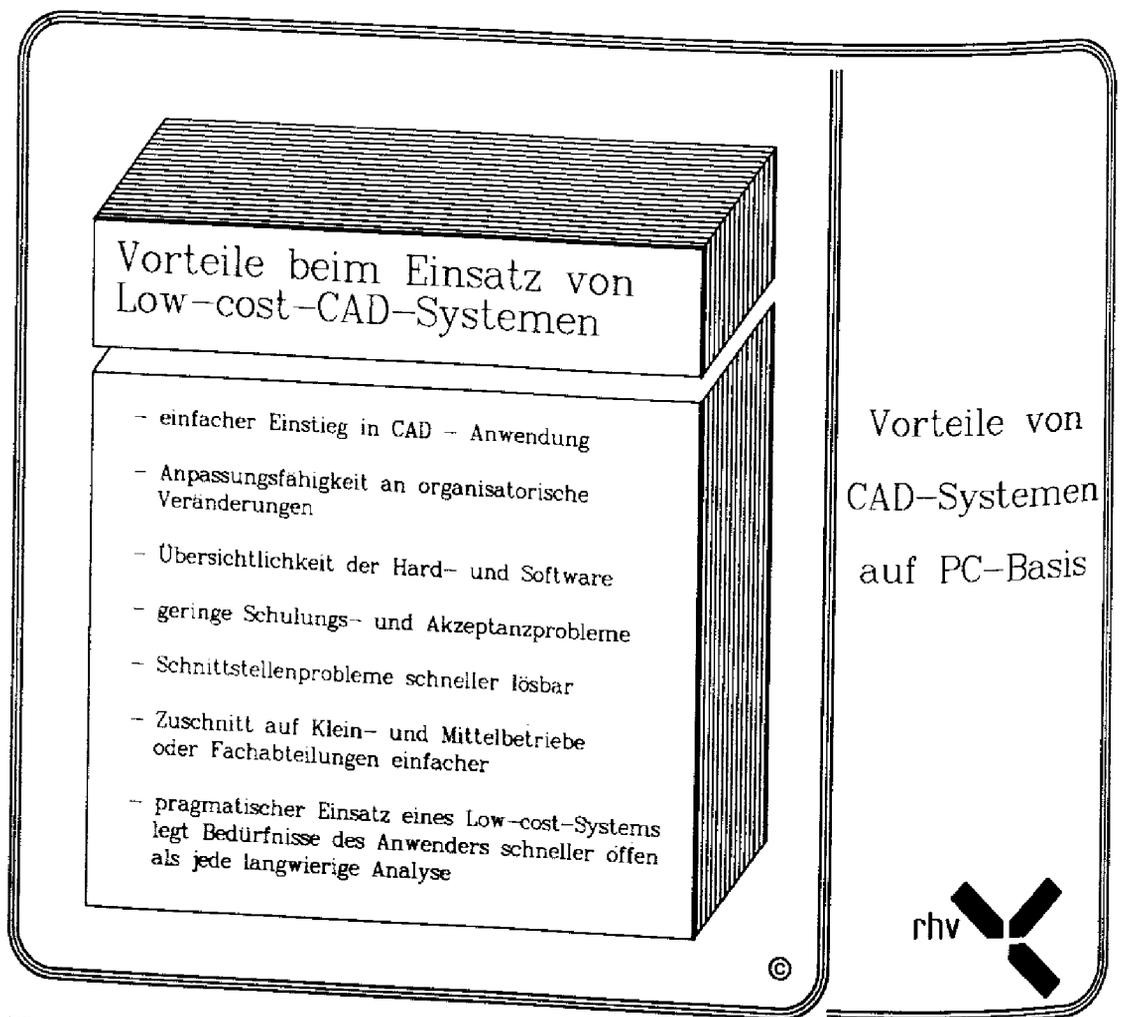


Bild 4. Vorteile von Low-cost Systemen.

Die Kapazitäten der Haupt- und Massenspeicher der eingesetzten PCs waren sehr klein. Darüber hinaus war auch nicht abzusehen, ob die Vernetzung der Systeme tatsächlich die erwarteten Vorteile hinsichtlich zentraler Datenspeicherung in Mehrbenutzeranlagen mit sich bringt.

Die in den letzten Jahren stattgefundene Marktberreinigung unter den Anbietern und auch die Weiterentwicklung der Hard- und Software haben die ursprünglichen Vorbehalte mittlerweile in erheblichem Maße abgeschwächt. Folgt man der Empfehlung, auf erprobte Hard- und Softwarekomponenten zurückzugreifen, zeigen sich sehr schnell die Vorteile beim Einsatz solcher Systeme, s. Bild 4.

Low-cost-CAD-Systeme bieten i.a. einen sehr einfachen Einstieg in die CAD-Anwendung, wobei auch nur geringe Schulungs- und Akzeptanzprobleme auftreten. So können die Benutzer z.B. mit recht wenigen, einfachen Befehlen ihre Dateiverwaltung organisieren, ohne sich mit dem "Overhead" eines größeren Systems beschäftigen zu müssen. Es ist auch sehr leicht möglich, das System in anderen Fachabteilungen zu installieren, um dort neue Anwendungsgebiete zu erproben. Auch hier sei nochmals darauf hingewiesen, daß ein pragmatischer Einsatz eines solchen Systems häufig sehr viel schneller die Anforderungen und Möglichkeiten des Systemeinsatzes zeigt als eine langwierige theoretische Analyse.

Im folgenden sollen am Beispiel eines in der Praxis sehr gut eingeführten Low-cost-CAD-Systems die verfügbaren Hard- und Softwarekomponenten und die daraus resultierenden Möglichkeiten für die Anwendung vorgestellt werden.

## Systemkonfiguration

Das System läßt sich als Einbildschirm- oder als Zweibildschirm-Konfiguration betreiben. Die Hardware-Voraussetzungen für die Einbildschirm-Konfiguration sind, Bild 5,

- ein PC, für den das System angepaßt ist,
- eine Graphikkarte mit
- Graphikbildschirm, für den das System angepaßt ist,
- ein mathematischer Co-Prozessor,
- eine Festplatte,
- Speicherausbau auf mind. 512 kB,
- eine Tastatur,
- eine Mouse oder ein Digitalisiertablett als graphisches Eingabemedium und
- ein Plotter für die Ausgabe der Zeichnung.

Bei der Einbildschirm-Version werden die graphischen Ausgaben, d.h. die Zeichnungen und Zwischenausgaben und die alphanumerischen Ausgaben, wie Dialogtexte, Hilfsinformationen u. ä. auf Anforderung des Benutzers wechselweise auf demselben Bildschirm ausgegeben.

Mehr Komfort bietet demgegenüber eine Zweischirm-Version mit einem hochauflösenden, monochromen oder farbigen Bildschirm. Bei dieser Konfiguration werden die graphischen und die alphanumerischen Informationen

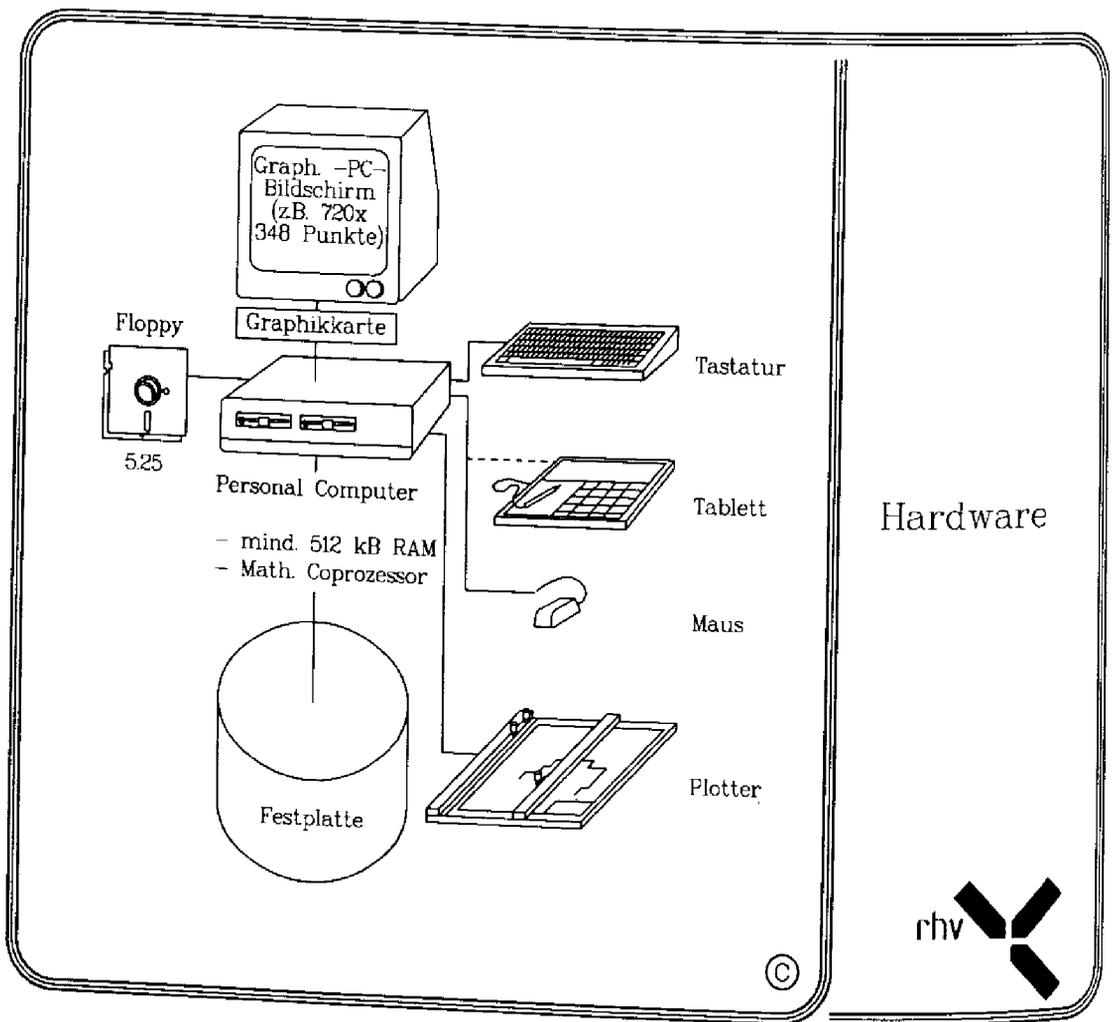


Bild 5. Einbildschirm-Konfiguration.

getrennt auf den beiden Bildschirmen dargestellt. Zusätzlich wird dabei auch eine bessere und genauere Wiedergabe der Zeichnung auf dem graphischen Bildschirm erreicht. Einer Auflösung von ca. 400 x 600 Bildpunkten bei dem normalen PC-Bildschirm mit Graphikkarte steht eine Auflösung von bis zu 1500 x 1000 Punkten bei einem hochauflösenden graphischen Bildschirm gegenüber.

### Funktionen zur Zeichnungserstellung

Hinsichtlich der Bedienoberfläche, d.h. der Möglichkeiten des Funktionsaufrufes und der verfügbaren Funktionen, entsprechen PC-CAD-Systeme heutzutage größtenteils dem Stand der eingeführten CAD-Systeme. Zum Teil ergeben sich sogar zusätzliche Möglichkeiten. So lassen sich bei dem hier näher betrachteten CAD-System die Funktionen auf drei unterschiedliche Arten aktivieren:

- durch die Eingabe von Funktionskürzeln über die Tastatur,
- durch das Anwählen mit dem Stift auf dem graphischen Tablett oder aber

- über die benutzerdefinierbaren, erweiterbaren Bildschirmmenues, s. Bild 6.

Für die Konstruktion stehen dabei alle graphischen Grundelemente, wie Strecke, Rechteck, Polygonzug, Kreisbogen, Ellipse, Ellipsenbogen, und auch geglättete Kurven zur Verfügung. Die graphischen Grundelemente können zu Gruppen unterschiedlicher Hierarchieebenen zusammengefaßt und dann gemeinsam oder selektiv modifiziert werden.

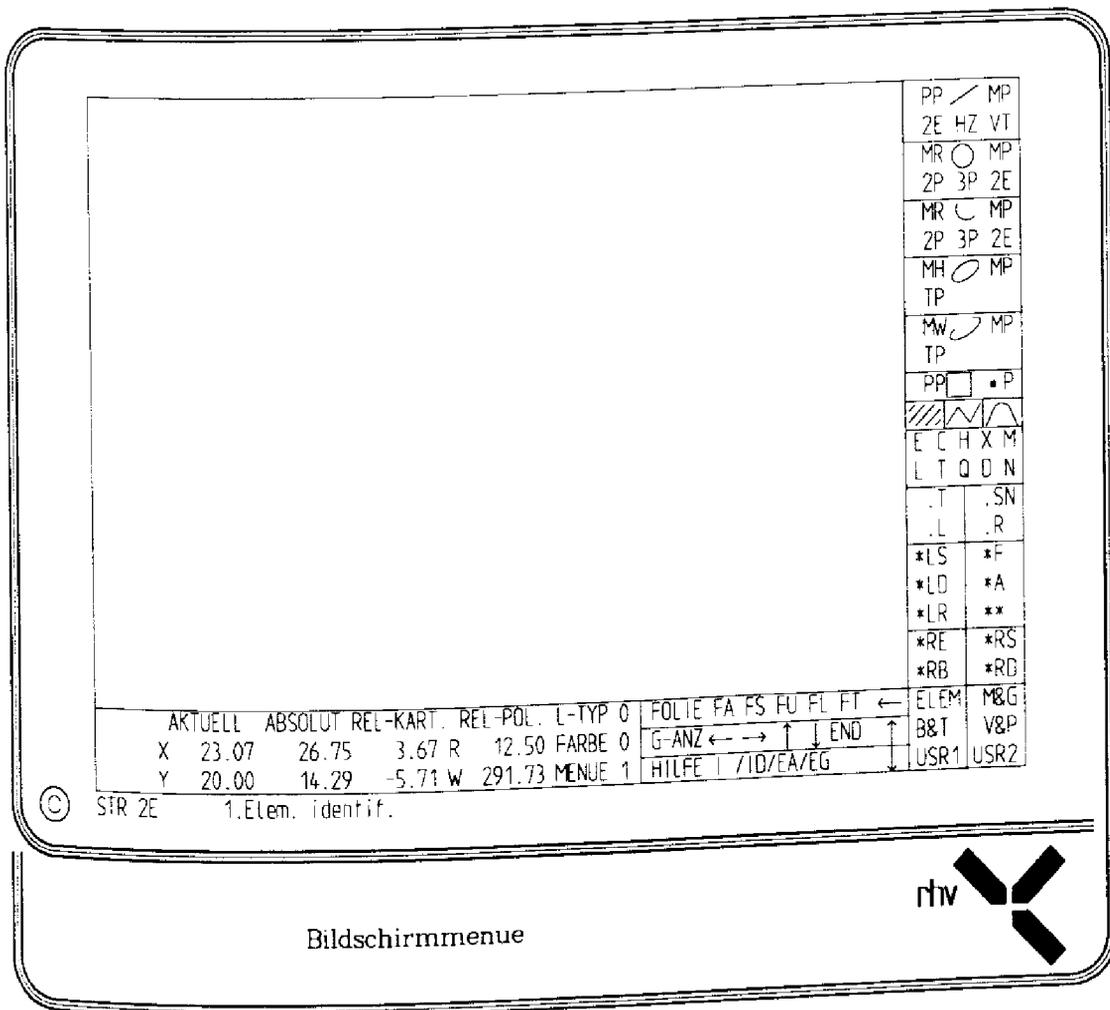


Bild 6. Menuesteuerung.

Die dabei verfügbaren Manipulationsfunktionen entsprechen durchaus dem Standard teurerer CAD-Systeme. Zur Verfügung stehen Funktionen zum Kopieren, Verschieben, Drehen, Spiegeln, Skalieren, Trimmen, Schneiden, Scheren, Löschen, Schraffieren, Ausrunden usw. Folien- und Rastertechniken sowie unterschiedliche Lupenfunktionen unterstützen dabei die Zeichnungsbearbeitung. Vorteile resultieren auch aus der Möglichkeit, Befehle und Funktionsaufrufe zu kombinieren und dadurch aufwendige Hilfskonstruktionen einzusparsen. Der Benutzer kann auf vorhandene und abgeleitete Geometrielemente,

d.h. Endpunkte, Schnittpunkte, Lotpunkte, Tangentenpunkte u. ä. Bezug nehmen, diese Punktbestimmungen ggf. noch untereinander kombinieren und statt direkter Zahlenwerteingaben verwenden. Sog. Pseudovariablen bieten die Möglichkeit, vorhandene Geometriedaten mit arithmetischen Operationen zu verknüpfen und als Eingaben zu übernehmen. Auch das Anbringen umfangreicher Beschriftungen in Zeichnungen wird komfortabel unterstützt. So können Texte nicht nur zeilenweise, sondern auch als Textblöcke eingegeben werden. Dabei bestehen vielfältige Möglichkeiten zur Auswahl von Schriftsätzen, zur Textpositionierung, zur Ausrichtung (rechts-, linksbündig, mittig) und auch zur Anwahl unterschiedlicher Schreibrichtungen.

### **Module zum Ausbau des Systems**

Bereits einleitend wurde betont, daß außer komfortablen Zeichnungserstellungs-Funktionen auch die Möglichkeiten zum weiteren Ausbau über die Praxiseignung eines CAD-Systems entscheiden. So stehen mittlerweile auch für PC-CAD-Systeme Zusatzmodule, wie Variantenprogrammierung, Stücklistenerstellung, Symbol- und Normteilkataloge, sowie allgemeine Datenschnittstellen zur Verfügung, mit denen sich die Systeme zu Bestandteilen von integrierten Datenverarbeitungssystemen ausbauen lassen.

Die wesentlichste Bedeutung für die Fertigungspraxis hat dabei die Ankopplung der NC-Programmierung an die rechnerunterstützte Zeichnungserstellung. Diese erste Stufe einer Integration, die Weiterverarbeitung der Werkstück-Geometriedaten, bewirkt bereits erhebliche Rationalisierungseffekte und Zeiteinsparungen bei der NC-Programmierung. Als Richtwert läßt sich ansetzen, daß 40 bis 60% des Aufwandes beim Erstellen eines NC-Programms auf die Definition der Fertigteilkontur entfallen.

Das NC-Modul des hier vorgestellten CAD-Systems unterstützt den Benutzer bei Selektion der NC-relevanten Geometriedaten aus der Zeichnung und setzt diese Geometriedaten in Maschinensteuerbefehle um, s. Bild 7. Dabei lassen sich Maschinenzyklen ebenso berücksichtigen wie eine freie Wahl des Werkstücknullpunktes, beliebige Bezeichnungen der Arbeitsebenen oder Zustellbewegungen mit einem wählbaren Sicherheitsabstand. Die Anpassung an die maschinenspezifischen Befehlssätze erfolgt dabei mittels Hilfs- und Formatdateien, die je NC-Werkzeugmaschine einmalig einzurichten sind. Darüber hinaus, notwendige Maschinensteuerbefehle, wie z.B. das Einstellen der Vorschubgeschwindigkeiten, das Zu- und Abschalten der Kühlschmiermittelzufuhr und ähnliche nicht unmittelbar an die Werkstückgeometrie gebundene Befehle, können dann mit dem integrierten Texteditor, mit einem beliebigen anderen Textverarbeitungssystem oder aber auch direkt an der Maschine zum NC-Programm hinzugefügt werden. Die auf diese Art und Weise entstehenden NC-Programme können direkt an die Maschinen übertragen, in einer Programmibliothek gesammelt und auch zur Kontrolle über Drucker ausgegeben werden. Das NC-Modul läßt sich nutzen für zweidimensional orientierte Bearbeitungsverfahren, wie Drehen und Drahterodieren, sowie bei entsprechender Arbeitstechnik für 2 1/2D-orientierte Bearbeitungsverfahren wie Bohren und 2 1/2-Achsenfräsen. Diese Beschränkungen hinsichtlich der Bearbeitungsverfahren ergeben sich aus der rechnerinternen Modellierung des

CAD-Systeme, die eine Werkstückdarstellung in mehreren Ansichten, nicht aber eine räumliche Werkstückbeschreibung als Flächen- oder Volumenmodell zulässt.

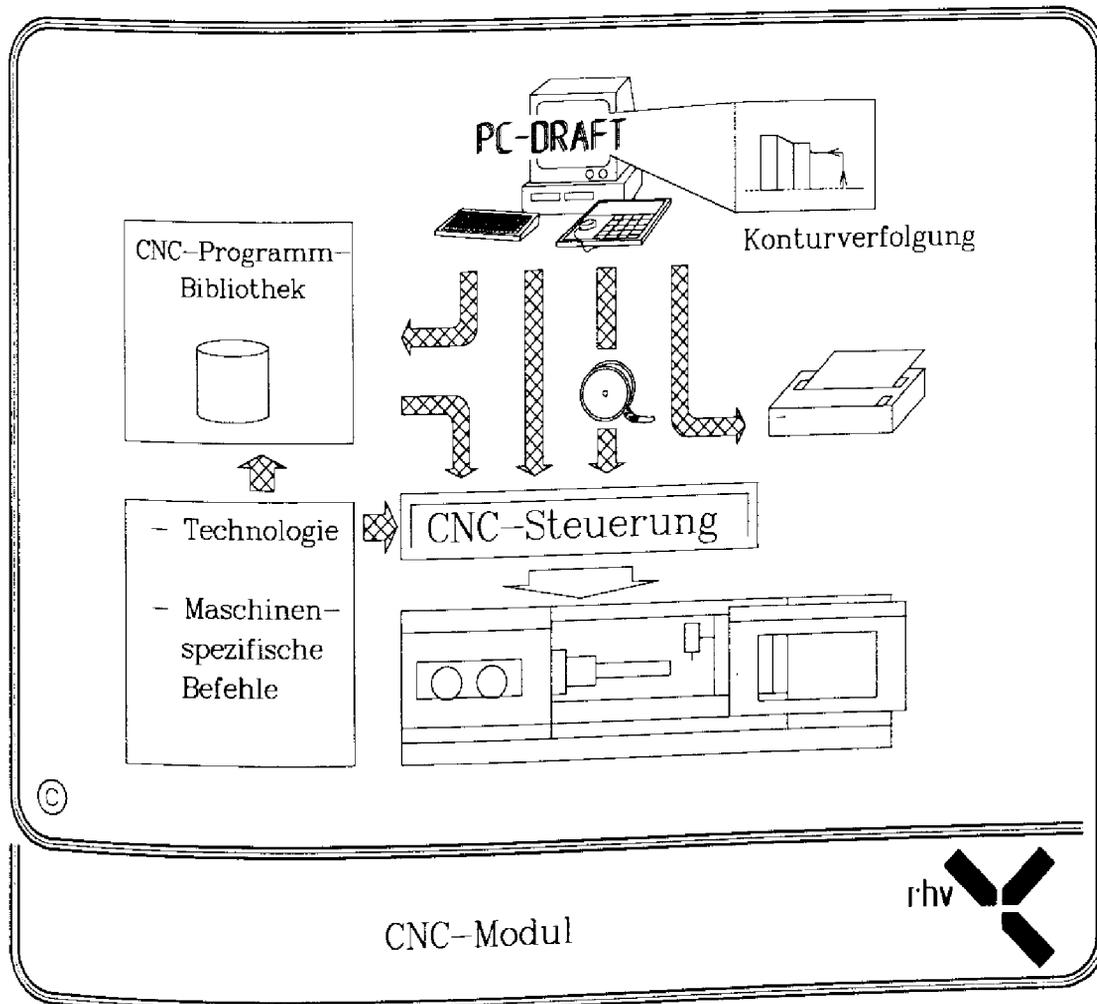


Bild 7. CNC-Modul.

Erhebliche Zeit- und Kosteneinsparungen in der Konstruktion, aber auch in den nachfolgenden Bereichen, wie Fertigung und Lagerhaltung, sind durch die Verwendung von Norm- und Standardteilen zu erreichen. Für viele Normteile können häufig vom Systemanbieter schon vorgefertigte Kataloge bezogen werden. Wesentlich wichtiger als die vollständige Berücksichtigung von Normen ist dabei die Möglichkeit, daß der Anwender selbst die Katalogdaten an die firmenspezifischen Normen anpassen kann. Bei der Zeichnungserstellung am CAD-System lassen sich dann die Normteile sehr einfach und schnell durch Eingabe ihrer kennzeichnenden Daten, d.h. zum Beispiel der Norm und der charakteristischen Abmessungen, aufrufen und in der Zeichnung weiterverwenden.

Naturngemäß können die CAD-System-Anbieter nicht alle unterschiedlichen werkspezifischen Normen und Standardteile anbieten. Hier läßt sich mittels

Variantenprogrammen, die anwendungsspezifisch erstellt werden, eine ähnliche Bearbeitungsvereinfachung und -beschleunigung erreichen wie bei den Normteilen. Für den Aufbau dieser Variantenprogramme bieten CAD-Systeme unterschiedlich elegante Lösungen, die vom Programmieren in einer höheren Programmiersprache, wie z.B. Fortran, bis hin zum interaktiven Parametrisieren von Zeichnungen reichen. Parametrisieren bedeutet dabei, daß eine Konstruktion zunächst interaktiv mit Realmaßen erstellt wird, die dann durch variable Maße ersetzt werden. Dieses Verfahren erfordert eine sehr aufwendige rechnerinterne Datenstruktur und ist deshalb für PC-CAD-Systeme nur in beschränktem Umfang anwendbar. Das hier betrachtete System bietet deshalb zwei andere Alternativen, um Variantenprogramme aufzubauen:

1. Der Konstruktionsablauf am System wird in einer Datei automatisch protokolliert. Diese Datei enthält dann alle Funktionsaufrufe mit den aktuellen Werten und Kommentaren, die die Funktionen nochmals kennzeichnen. Mittels eines beliebigen Editors läßt sich diese Datei dann bearbeiten, um die notwendigen Variablen, Dialogabfragen und logischen Verzweigungen einzubringen.

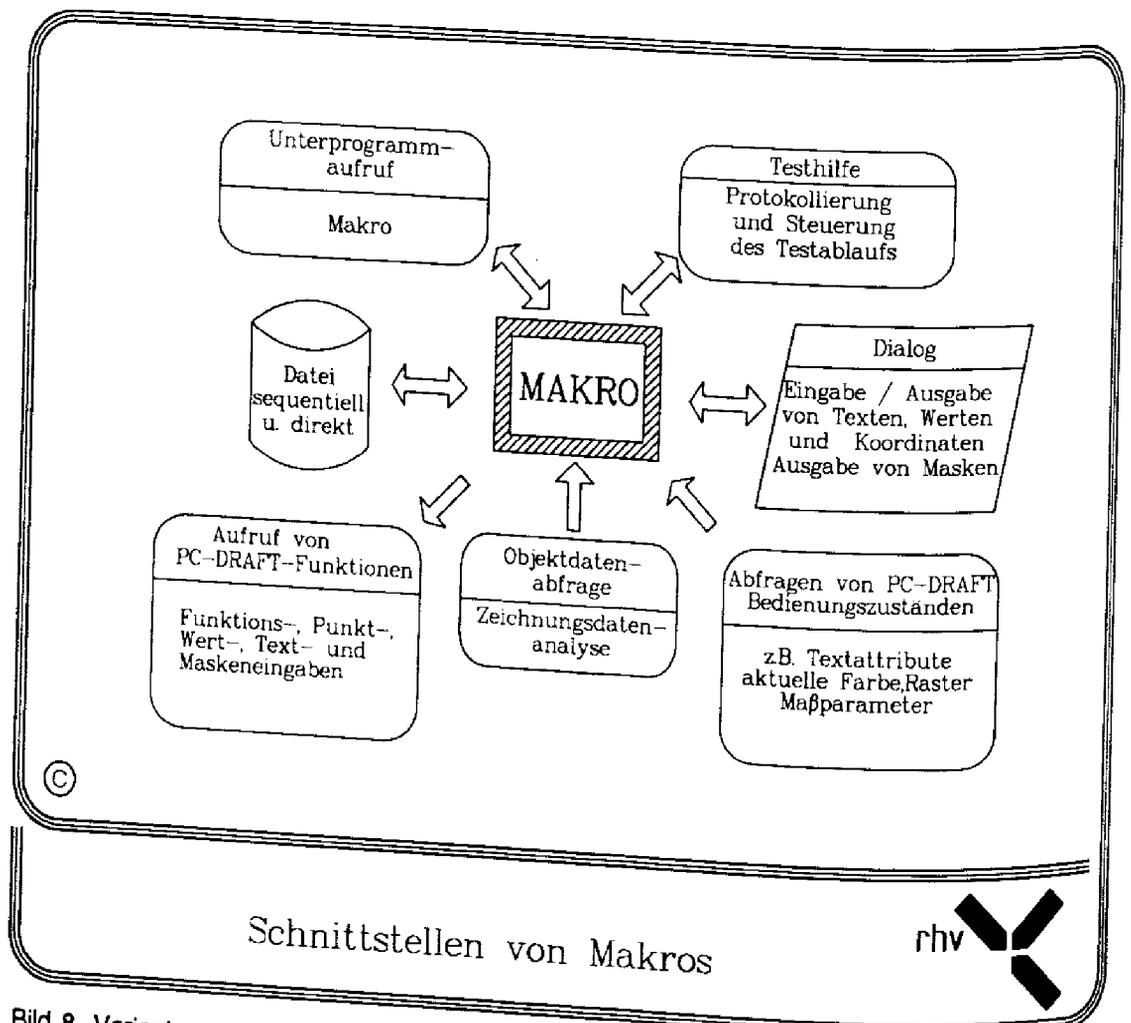


Bild 8. Variantenprogrammier-Modul.



Die bisherigen Beschreibungen bezogen sich überwiegend auf die Handhabung graphischer Daten. Sehr wesentlich für den Aufbau von integrierten Datenverarbeitungssystemen im technischen Bereich sind jedoch auch die Möglichkeiten, zusätzliche nichtgraphische Informationen zu verwalten. Dies bedeutet, daß in einer Datei, die z.B. Geometriedaten zu einer kompletten Baugruppenzeichnung enthält, auch Informationen über enthaltene Einzelteile mitgeführt werden. Nur dann ist es möglich, diese Zeichnung automatisch auszuwerten und z.B. Stücklisten über die enthaltenen Teile und Baugruppen zu erstellen.

Eine sehr einfache Möglichkeit zur Stücklistenenerstellung bietet dabei der zum System lieferbare Stücklistengenerator, s. Bild 10.

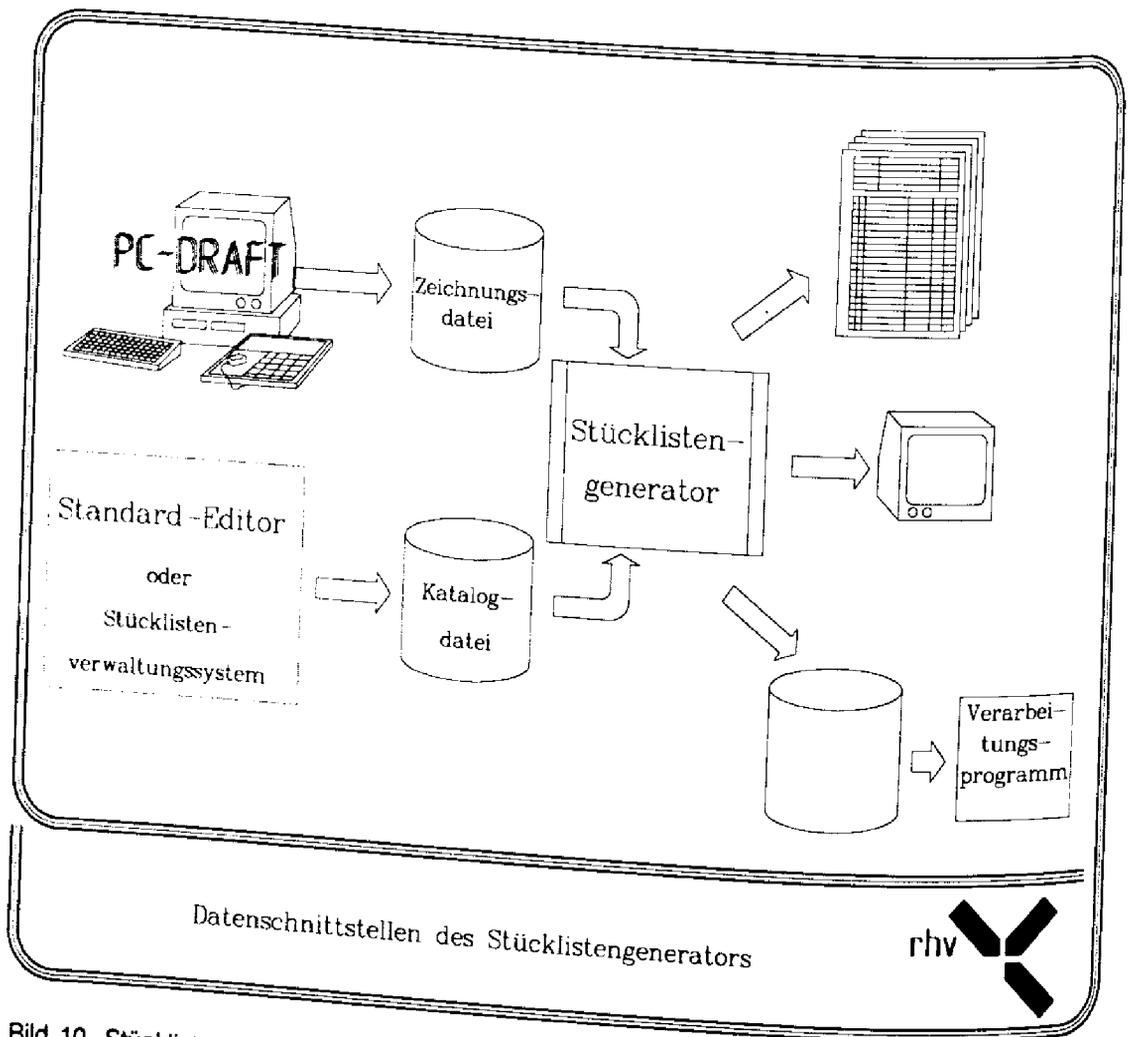


Bild 10. Stücklistengenerator.

Wesentlichster Teil der Nutzungsvorbereitung für den Stücklistengenerator ist das Anlegen des firmenspezifischen Teilekataloges. Dieser Teilekatalog beschreibt einerseits den firmenspezifischen Aufbau der Stücklisten (Zeilenzahl, Felder und Feldlängen, Listen und Seitenköpfe) und enthält außerdem die Stammdaten für die zu berücksichtigenden Teile.

Bei der eigentlichen Stücklistenerstellung wertet der Stücklistengenerator die bei der Zeichnungserstellung vergebenen nichtgraphischen Informationen aus und kombiniert daraus zusammen mit den Stammdaten die aktuelle Stückliste. Die Stückliste kann dabei nach Wahl des Benutzers die Form einer Baukasten-Stückliste, Struktur-Stückliste oder Mengenübersichts-Stückliste haben. Neben der Ausgabe auf Plotter, Drucker oder Bildschirm ist es auch möglich, diese Stücklistendaten auf Dateien zu schreiben und damit für die Weiterverarbeitung in Datenbanksystemen oder Produktions-, Planungs- und Steuerungs- (PPS-) Systemen zur Verfügung zu haben, s. Bild 11.

Gerätelisten zu Elektro- und Hydraulikschaltplänen lassen sich in gleicher Weise erstellen. Dabei werden den Schaltplansymbolen geeignete identifizierende Merkmale zugeordnet, zu denen dann im Teilekatalog die ausführlichen Gerätebezeichnungen und Daten abgelegt sind. Insbesondere ist es dann auch möglich, mehrere parallele, auf unterschiedliche Hersteller bezogene Teilekataloge bereitzuhalten. Dies bringt z.B. bei der Angebotserstellung Vorteile, wenn in der Anfrage bereits festgelegt ist, daß die Schaltelemente von einem bestimmten Hersteller zu beziehen sind. Durch den Austausch der Teilekatalogdatei und erneutes Starten des Stücklistengenerators läßt sich dann aus einem vorhandenen Schaltplan sehr schnell eine neue Geräteliste erstellen, die auf den vorgegebenen Hersteller bezogen ist.

## **Elektrokonstruktion**

Bei dem zuletzt beschriebenen Anwendungsbeispiel werden hauptsächlich die Zeichnungsfunktionen der Grundsoftware genutzt, um die Zeichnungserstellung selbst zu vereinfachen und zu beschleunigen. Stellt die Entwicklung von Schaltplänen einen erheblichen Anteil der Konstruktionsarbeiten dar, so empfiehlt sich der Einsatz eines speziellen, auf diese Aufgaben ausgerichteten Softwarepaketes. Dadurch ergeben sich dann weitere Zeitvorteile und Komfortstufen bei der Bearbeitung.

Bei derartigen Systemen haben anspruchsvolle Graphikfunktionen nur eine sekundäre Bedeutung; sie ermöglichen im wesentlichen die anschauliche Darstellung der Planungsergebnisse. Die Graphik beschränkt sich dabei überwiegend auf einfache Symbole und Liniengraphiken.

Die Hauptvorteile der Systeme für die Elektrokonstruktion resultieren aus deren spezieller, an der Schaltplanlogik orientierter Datenstruktur. Zu den einzelnen Schaltplansymbolen werden daher ergänzende Informationen über deren Verwendbarkeit (Anschlüsse, Anschlußbedingungen etc.) verwaltet. Aufgrund dieser Daten läßt sich dann die Schaltplanerstellung selbst erleichtern, z.B. durch das automatische Auftrennen bzw. Verbinden der Anschlüsse beim Platzieren der Schaltplansymbole. Gleichzeitig ergeben sich dadurch auch Möglichkeiten zur logischen Prüfung der Schaltpläne. Zu nennen sind hier Prüfungen von Verbindungen, das automatische Erzeugen von Querverweislisten, Klemmenplänen und Stücklisten. Häufig lassen sich auch die Betriebsmittelkennzeichen automatisch nach verschiedenen Strategien

vergeben. In all diesen Bereichen bieten PC-Systeme einen Komfort, der dem von etablierten CAD-Systemen für die Elektrokonstruktion sehr nahe kommt.

Bei vielen Anwendern besteht aus Kostengründen die Forderung, das CAD-Paket für die Elektrokonstruktion und ein System für die Mechanikkonstruktion auf derselben Hardware zu betreiben. Dies erleichtert es dann auch, Daten bei der Schaltschrankplanung oder beim Schaltschrankdesign weiter zu verwenden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn – wie bei den hier betrachteten Beispielen – sowohl das Softwarepaket für die Schaltplanerstellung wie auch das für die Mechanikkonstruktion von demselben Anbieter stammen.

### Ankoppelung von PPS-Systemen

Ähnlich wie die zuvor betrachtete Software für die Mechanikkonstruktion bieten auch die Elektrokonstruktionssysteme Funktionen für die Stücklistenenerstellung; dabei werden ebenfalls eigenständige Teilstammsätze verwendet. Als Nachteil dieser Lösungen ist anzusehen, daß der Datenbestand in der Katalogdatei Redundanzen zu den Stammdatenbeständen des häufig schon vorhandenen Stücklisten-Verarbeitungssystems aufweist.

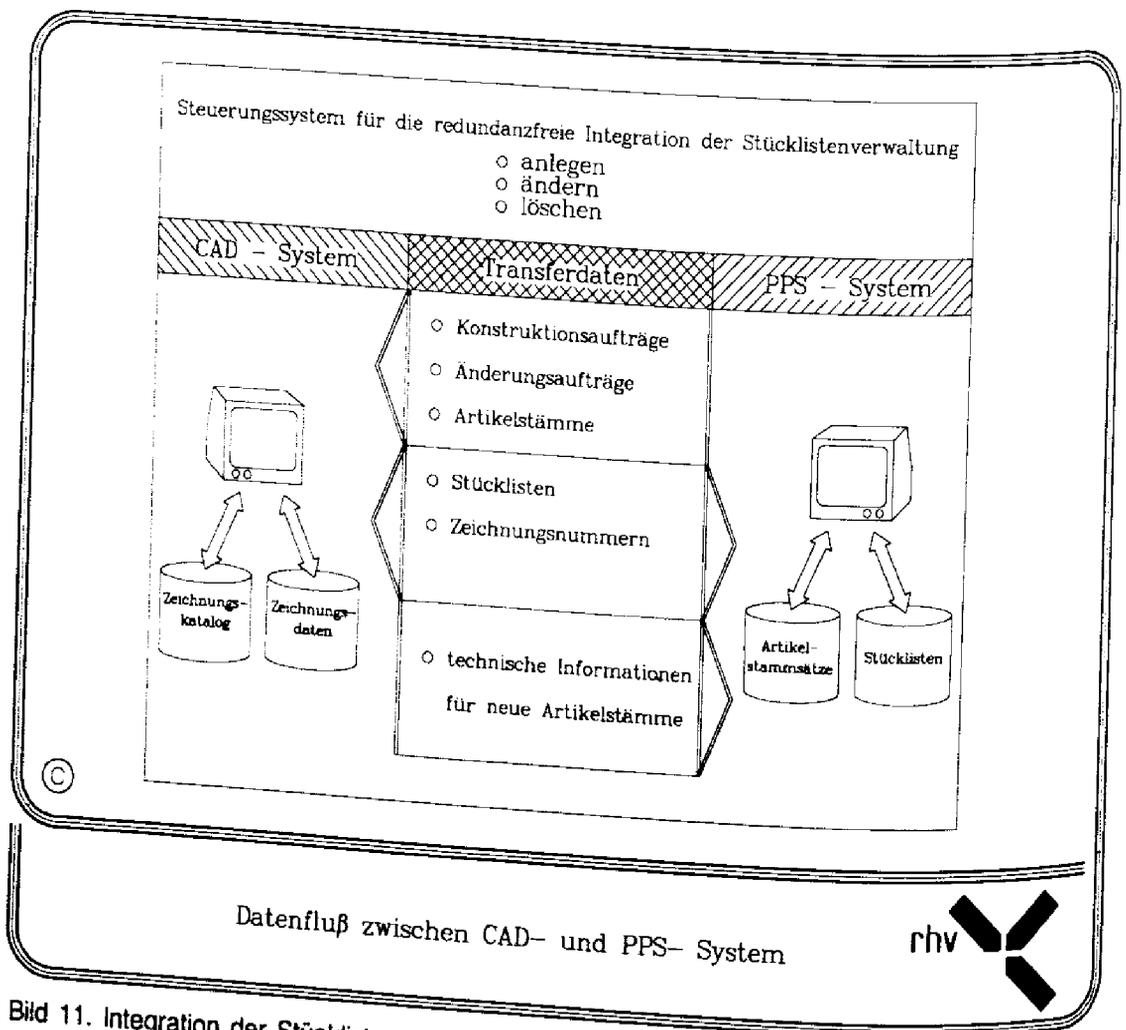


Bild 11. Integration der Stücklistenverwaltung.

# **Iveco Magirus**

## **Ihr Start in eine neue Zukunft**

Mit einem universellen Produktprogramm von 2,8 t bis 38 t Gesamtgewicht, rund 1,8 Mrd. DM Umsatz und ca. 6.200 Mitarbeitern zählen wir zu den bedeutendsten Nutzfahrzeuganbietern. Wir sind Teil des Iveco-Konzerns – der Industrial Vehicles Corporation –, dem zweitgrößten Hersteller von Nutzfahrzeugen in Europa. Unsere Kompetenz liegt in den Bereichen Entwicklung, Design, Produktion, Vertrieb, Kundendienst von Nutzfahrzeugen und Brandschutzfahrzeugen.

Damit bieten wir

## **für jeden Einsatz das richtige Fahrzeug und für jeden Ingenieur den richtigen Einsatz**

entsprechend seiner Berufserfahrung und seinem fachlichen Schwerpunkt.

Das heißt: wir haben für Spitzeningenieure ebenso interessante Aufgaben wie für Jungingenieure,

die jetzt ihre berufliche Zukunft planen.

Wir informieren Sie gerne ausführlich. Bitte schreiben Sie an unsere Personalleitung oder rufen Sie uns an: Telefon 07 31/104-486 oder 104-502.

Unsere Anschrift:  
IVECO MAGIRUS AG,  
Schillerstraße 2,  
7900 Ulm.

**IVECO**  
**MAGIRUS**  
Iveco Magirus AG, Ulm



Die Gefahr, daß die Datenbestände in der Katalogdatei und im Stücklisten-Verarbeitungssystem nicht übereinstimmen, besteht auch dann, wenn ein turnusmäßiger Abgleich zwischen beiden Systemen erfolgt oder aber die Daten für die Katalogdatei aus dem Stücklisten-Verarbeitungssystem übernommen werden. Mittelfristig ist deshalb eine andere Lösung anzustreben, s. Bild 11. Dabei wird ein Steuerungssystem eingerichtet, das die Stücklistenverwaltung im CAD-System und im Produktionsplanungs- und Steuerungssystem koordiniert und überwacht. Zwischen dem CAD- und dem Produktionsplanungs- und Steuerungssystem werden dann nur noch Stücklistengerüste ausgetauscht. Im Zusammenhang mit der Zeichnungsbearbeitung am CAD-System geschieht dann das Ändern und Aktualisieren dieser Stücklistengerüste. Die eigentliche Weiterverarbeitung und Verwaltung der Stücklisten erfolgt dann in der Stücklistenverwaltung.

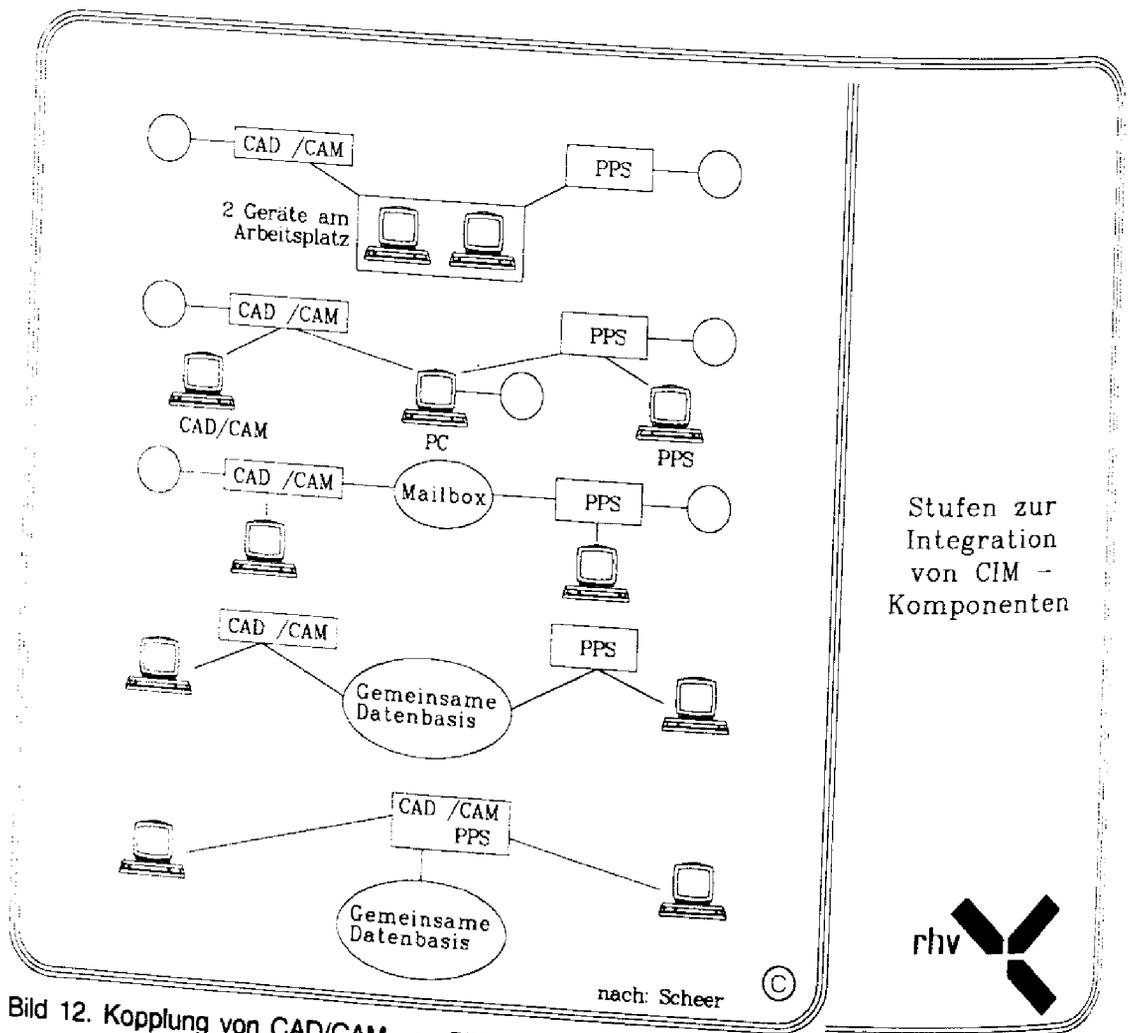


Bild 12. Kopplung von CAD/CAM- an PPS-Systeme.

Durch eine solche Verbindung ist sicherzustellen, daß bei Änderungen an den Konstruktionszeichnungen (CAD-Daten) auch die betroffenen Stücklistendaten kontrolliert werden. Im einfachsten Fall bedeutet dies eine Sperrung der Konstruktions- und Stücklistendaten bis zur Freigabe der geänderten Zeichnung und der Folgedaten.

Die Kopplung von CAD/CAM – an PPS-Systeme stellt bereits einen ersten Schritt in Richtung auf die Integration von CIM-Komponenten dar, s. Bild 12. Diese Integrationen verlangen – wie die Einführung und der Aufbau von EDV-Systemen i. a. – eine gestufte Vorgehensweise.

Bei der Kopplung von CAD- und PPS-Systemen, die auf Mini- oder Mainframe-Rechnern installiert sind, läßt sich i. a. in der ersten Stufe nur eine organisatorische, aber keine technische Verbindung erreichen. Die Nutzung beider Systeme geschieht dabei über unabhängige, aber räumlich benachbarte Bildschirm-Arbeitsplätze.

Die nächste Stufe der Integration – auch noch ohne Änderung der PPS- und CAD-Systeme – kann über den Einsatz von Mikrorechnern geschehen. Als Vorteil dieser Lösung wird angesehen, daß Mikros als offene Systeme eine leichtere Verbindung zu anderen Hard- und Softwaresystemen ermöglichen als Groß-EDV-Systeme. Aufgabe des Mikrorechners oder PC ist es dabei, Daten aus dem einen System zu übernehmen und als Eingabesystem für das zweite bereitzustellen. Vorteile bietet eine solche Lösung, weil dadurch die manuelle Weitergabe von Informationen zwischen den einzelnen Systemen ausgeschaltet und damit die sonst zu erwartenden Übertragungsfehler vermieden werden. Wesentlich schneller ist diese Stufe der Integration naturgemäß dann zu erreichen, wenn das CAD/CAM-System selbst bereits auf einem Personal Computer implementiert ist. In diesem Falle ist diese zweite Integrationsstufe schon durch die vorhandenen Systemkomponenten vorbereitet.

Auch die dritte Stufe des Integrationsmodells läßt sich damit wesentlich einfacher realisieren. Allerdings verlangt diese Stufe der Integration Veränderungen an Aus- und Eingabemodulen der CAD/CAM- bzw. PPS-Systeme. Mit einer derartigen Lösung lassen sich auch die in Bild 11 zusammengestellten Funktionen einer CAD/PPS-Systemkopplung realisieren. Solche Kopplungslösungen sind bereits heute im Ansatz verfügbar und bieten als besonderen Vorteil, daß bereits eingeführte CAD- und PPS-Systeme im wesentlichen weiter nutzbar bleiben bzw. weitgehend unabhängig voneinander eingeführt werden können.

Darüber hinausgehende Lösungsansätze, die etwa den Integrationsmodellen Stufe 4 und 5 entsprechen, verlangen umfangreiche Änderungen der Datenbankkonzepte sowie der Anwendungsprogramme. Selbst wenn derartige Systeme den Laborstatus verlassen haben, bleibt für das einzelne Unternehmen noch zu prüfen, inwieweit sich die Umstellung lohnen kann. Den Vorteilen einer vollen Integration steht gegenüber, daß außer Neuinvestitionen für Hard- und Software auch erhebliche Aufwendungen für das Umstrukturieren und Übernehmen der vorhandenen Datenbestände zu erwarten sind.

## Vernetzung von PC

Die Überlegungen hinsichtlich der Integration führen auch auf einen anderen Aspekt des Mikro-CAD-Systemeinsatzes hin – auf die Vernetzung der Systeme untereinander. Damit lassen sich dann für alle Anwender gemeinsam nutzbare Datenbestände, z.B. Normteilkataloge, Symbolbibliotheken u. ä. anlegen und zentral pflegen. Bild 13 zeigt dazu als Beispiel ein PC-Netzwerk.

An ein derartiges Netz lassen sich bis zu 100 PC anschließen. Die im Netz zusammengeschalteten PC erfüllen dabei zwei prinzipiell unterschiedliche Aufgabenklassen: Sie arbeiten als User-PC oder als Server-PC. Auf den User-PC wird die eigentliche Anwendungssoftware betrieben. Im betrachteten Beispiel ist dies die Entwicklung und das Testen des CAD-Systems. Der oder die Server-PC im Netz übernehmen zentralisierbare Aufgaben.

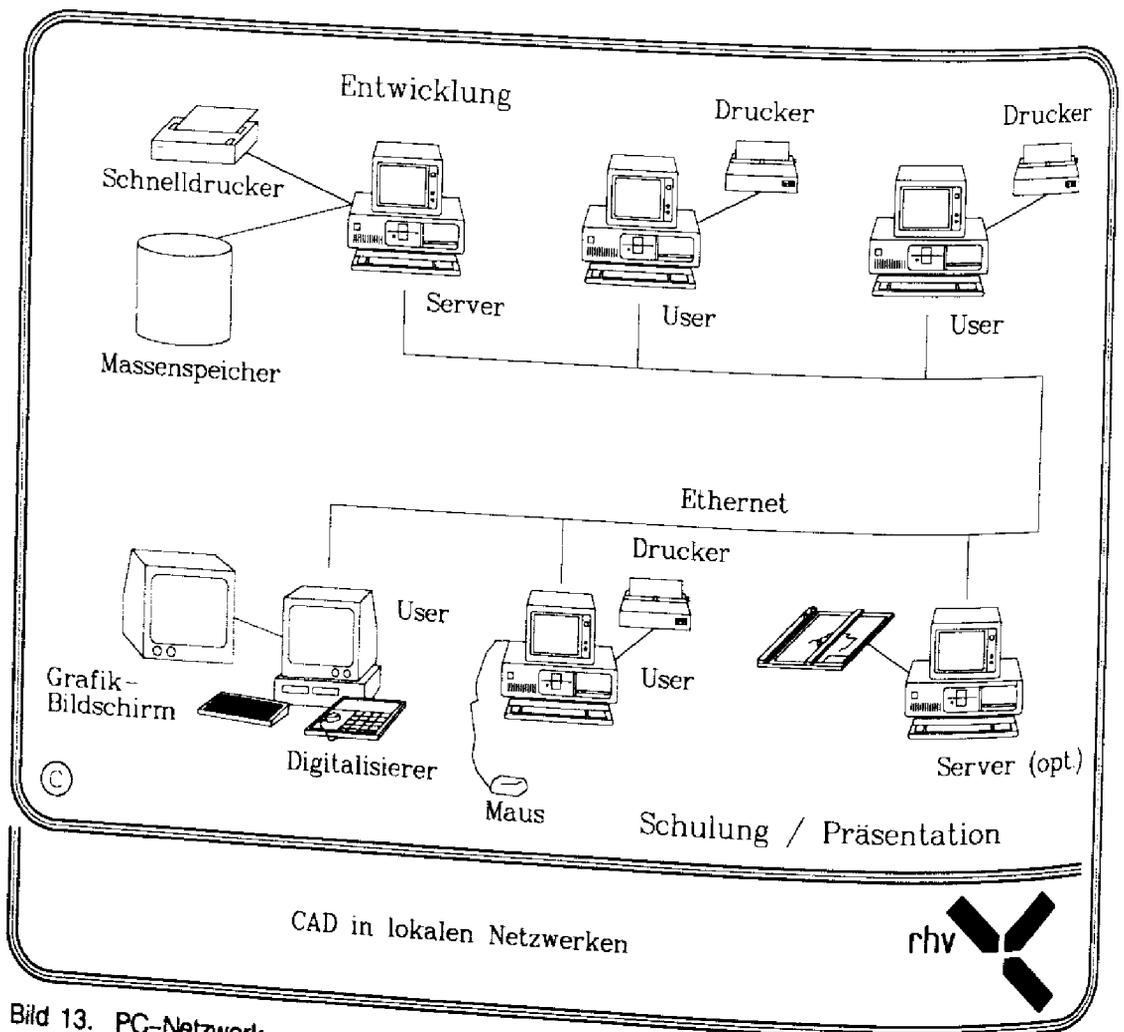


Bild 13. PC-Netzwerk.

Dies sind z.B. das Bereitstellen von Betriebsmitteln, wie Massenspeichern, leistungsfähigen Schnelldruckern, Plottern und ähnlichem. Über Server-PC ist

auch die Kommunikation mit anderen EDV-Systemen oder mit öffentlichen Netzwerken möglich.

Aufbauend auf der Standard-Netzwerksoftware wurde in diesem Beispiel noch ein zusätzliches Softwarepaket entwickelt, das den Betrieb des PC-Netzwerks erleichtert. Einerseits unterstützt diese Software den Zugriff auf die Datenbestände und die Datensicherung, andererseits kontrolliert sie auch den Zugriff auf die Datenbestände und verhindert damit z.B., daß zwei Benutzer gleichzeitig versuchen, denselben Datenbestand zu ändern. Im Prinzip übernimmt diese Software damit Funktionen, wie sie auch im Zusammenhang mit der Freigabe von Zeichnungs- und Stücklistendaten bei der Integration mit einem PPS-System vorzusehen sind.

Die betrachteten Beispiele zeigen, daß CAD-Systeme auf PC-Basis sowohl untereinander vernetzt als auch in Verbindung mit anderen DV-Systemen vielfältige Anwendungsmöglichkeiten bieten. Zu berücksichtigen ist auch, daß in zunehmendem Maße der Datenaustausch zwischen PC-CAD-Systemen und Groß-CAD-Systemen über standardisierte Schnittstellen realisiert wird. Damit eröffnet sich ein weiteres, schon häufig nachgefragtes Einsatzgebiet: die PC-CAD-Systeme als Low-cost-Ergänzung zu teureren CAD-Systemen.

### **Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen**

Auch bei Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ergeben sich erhebliche Vorteile für PC-CAD-Systeme. Bild 14 zeigt dazu als Beispiel einen Berechnungsgang, der sich sowohl für Nachkalkulationen wie auch für Wirtschaftlichkeitsrechnungen mit vorgegebenen Reduzierungsfaktoren nutzen läßt. Den Kosten für die konventionelle Bearbeitung eines vorgegebenen Auftrages wird dabei gegenübergestellt, welche Kosten beim Einsatz eines CAD-Systems für denselben Auftragsumfang zu erwarten sind. Dabei sind folgende Randbedingungen beachtenswert:

1. Die Systemkosten für das CAD-System wurden voll auf den einen Auftrag umgelegt.
2. Als Reduzierungsfaktor wurde "2" zugrunde gelegt, d.h. statt drei Stunden je A4-Zeichnung bei konventioneller Bearbeitung wurden 1,5 Stunden je A4-Zeichnung angesetzt.

Ein anderer Berechnungsansatz geht nicht von Reduzierungsfaktoren aus, verdeutlicht aber andererseits die Grenzen des wirtschaftlichen CAD-Einsatzes. Ziel dabei ist, die Arbeitsbeschleunigungen zu ermitteln, bei denen sich eine Kostengleichheit von rechnerunterstützter und konventioneller Zeichnungserstellung ergibt. Die Einflußgrößen für diese Berechnungen sind in Bild 15 zusammengestellt.

Die konventionellen Zeichnungskosten ergeben sich aus dem Stundensatz des Konstrukteurs und der durchschnittlichen Zeichnungs-Erstellungszeit. Bei der Kostenbetrachtung für die Zeichnungserstellung am CAD-System fließen ein:

- der Stundensatz des Konstrukteurs,
- die Gesamtzeit für die Zeichnungserstellung,

- der Anteil der Zeichnungserstellungszeit, der tatsächlich am CAD-System, erledigt werden kann,
- der zugehörige Stundensatz für das CAD-Systems,

Ausgangssituation :	
- Anzahl Zeichnungen Gesamt	895
- Umrechnung auf A4-Format (A3 und A4)	858
- Bezahlung auf A4-Format	DM 150,00
- Gesamtauftragsvolumen	DM 128.700,00
- Konventionelle Mitarbeiterstunde	DM 40,00

Konventionelle Betrachtung :	
- Mitarbeiterkosten: 858 (A4) * ca 3 Std/A4 * 40 DM/Std.	DM 102.960,00
- Verwaltungsaufwand 10%	DM 10.296,00
- Gewinn vor Steuern	DM 15.444,00

CAD - Betrachtung :	
- Systemkosten PC-Draft etc.	DM 35.400,00
- Mitarbeiterkosten 858 (A4) * ca. 1,5 Std/A4* * 40 DM/Std.	DM 51.480,00
- Verwaltungsaufwand 10%	DM 5.148,00
* Erstellungszeit, interaktiv und plotten	
- Gewinn vor Steuern	DM 36.672,00

nach Lörks

Wirtschaft-  
lichkeits-  
betrachtung

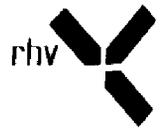


Bild 14. Wirtschaftlichkeit.

Dazu zeigt Bild 16 ein Berechnungsbeispiel und gleichzeitig die Gegenüberstellung eines PC-CAD-Systems mit einem durchschnittlichen Groß-CAD-System. Die Preise für Hard- und Software beziehen sich auf Konfigurationen mit vier Arbeitsplätzen einschl. des Plotters, wobei bei der PC-Lösung auch die Kosten für die Vernetzung eingerechnet wurden. Außerdem ist vorausgesetzt, daß alle PC-CAD-Arbeitsplätze Zweischirm-Konfigurationen mit hochauflösendem, farbigem Monitor sind.

Zunächst werden für beide Systeme die jährlichen Systemkosten ermittelt; dabei fließen folgende Anteile ein:

- Die Systembetreuung, d.h. Wartung, Anwenderberatung und auch die Entwicklung neuer Anwendersoftware mit rd. einem Mannjahr je Jahr;

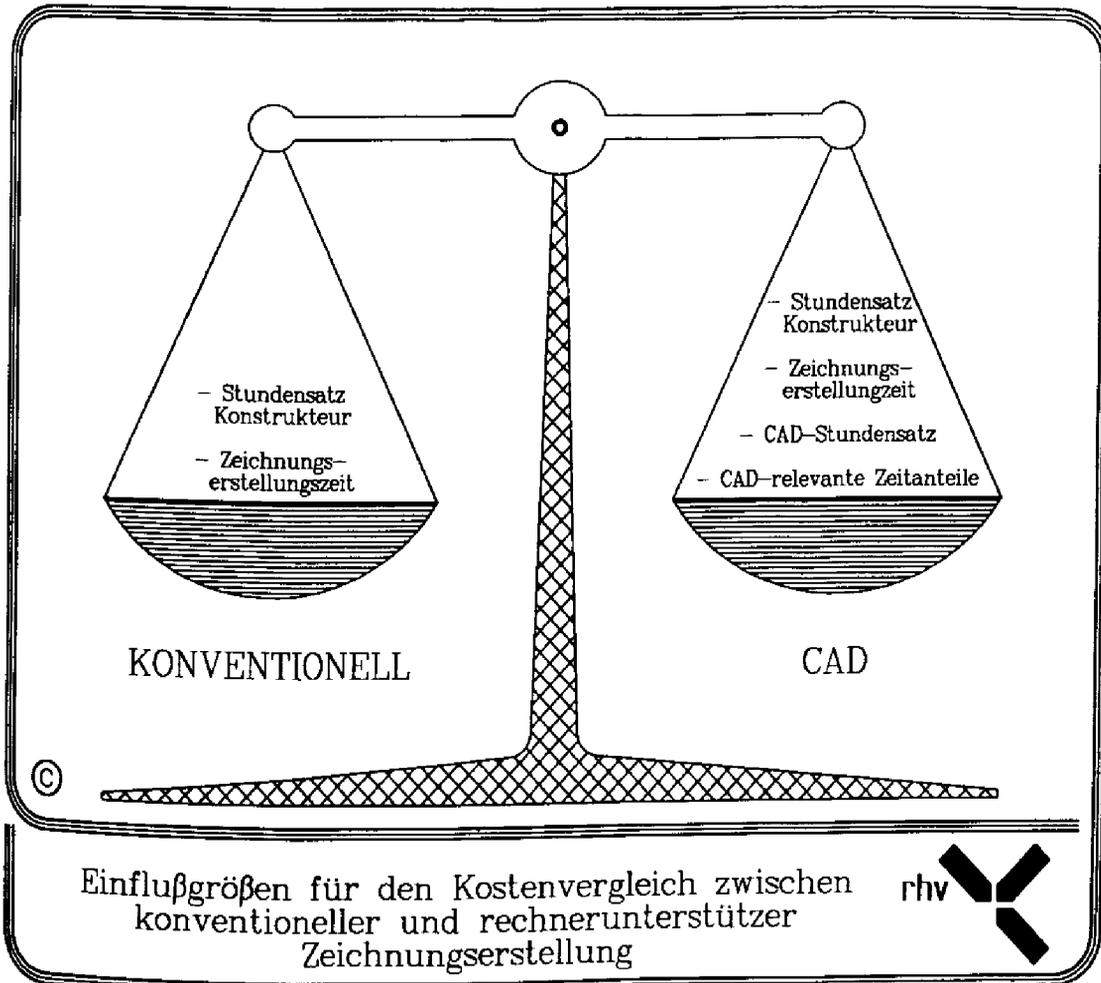


Bild 15. Einflußgrößen für Kostenvergleich.

- Wartung und Versicherung des Systems mit rd. 8 - 10% des Investitionsvolumens;
- Die Abschreibung des Systems auf fünf Jahre;
- Die kalkulatorischen Zinsen.

Unter Berücksichtigung einer täglichen Nutzungsdauer von acht Stunden und 230 Arbeitstagen pro Jahr errechnet sich der CAD-System-Stundensatz je Arbeitsplatz. Die Kosten für die konventionelle Zeichnungserstellung ergeben sich aus einer durchschnittlichen Bearbeitungszeit von zwei Stunden und dem Stundensatz des Konstrukteurs von DM 55.-. Als CAD-relevanter Anteil dieser Zeichnungserstellung werden hier 50%, d.h. eine Stunde, angenommen. Die zulässige Bearbeitungszeit für die einzelne Zeichnung ermittelt man, indem man den Kostenanteil für den CAD-relevanten Anteil der Bearbeitung zum Gesamtstundensatz, d.h. die Kosten für Konstrukteur und CAD, ins Verhältnis setzt. Für ein CAD-System auf Minirechner oder Mainframe ergibt sich dabei ein

notwendiger Reduzierungsfaktor von ca. "2", für die PC-Lösung ein Reduzierungsfaktor von rd. "1,5"

	"Groß-CAD"	PC-Draft
Anschaffungspreis: Hard- und Software (4 Arb. Plätze) *	850 TDM	300 TDM
<hr/>		
Jährliche Kosten:		
Systembetreuung (1/2 MJ.)	100 TDM	100 TDM
+ Wartung und Versicherung	85 TDM	25 TDM
+ Abschreibung (5 Jahre)	170 TDM	60 TDM
+ Kalk. Zinsen (ca. 6%)	26 TDM	9 TDM
= CAD-Systemkosten/Jahr	381 TDM	194 TDM
<hr/>		
CAD-Systemkosten		
/ Arbeitstage pro Jahr (230 Tage)		
/ Tägliche Nutzungsdauer (8h)		
/ Anzahl Arbeitsplätze (4)		
= CAD-Stundensatz pro Arbeitsplatz	52 DM/h	26 DM/h
<hr/>		
Zeichnungskosten:		
Konventionell (2h * 55 DM/h)	110 DM	110 DM
Konstrukteurstundensatz	55 DM	55 DM
+ CAD-Stundensatz	52 DM	26 DM
= CAD-Gesamtstundensatz	107 DM/h	81 DM/h
CAD-relevanter Anteil (50%)	55 DM	55 DM
/ Gesamtstundensatz	107 DM/h	81 DM/h
= zulässige Bearbeitungszeit	0.51 h	0.68 h
notwendiger Reduzierungsfaktor	1.95	1.47

CAD-Einsatz  
Berechnungs-  
beispiel



Bild 16. Berechnungsbeispiel.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß es sich insbesondere bei den Preisen für das Groß-CAD-System um Schätzpreise handelt, die je nach verwendeter Hard- und Software nach oben oder unten differieren können.

Ein Modell für die Ermittlung der Amortisationszeit – auch unter Berücksichtigung der Lernkurven, d.h. sich ändernder Reduzierungsfaktoren – zeigen Bild 17 und die zugehörige Tabelle 1. Zur Vereinfachung ist dabei angesetzt, daß sich die Lernkurve sprunghaft ändert, d.h. innerhalb des ersten Halbjahres keine zeitliche Reduzierung gegenüber der konventionellen Zeichnungsbearbeitung erreicht wird, innerhalb des zweiten halben Jahres aufgrund der zunehmenden Erfahrung der Benutzer und einer besseren Anpassung des Systems ein Reduzierungsfaktor von "2" und für die folgende Zeit ein durchschnittlicher Reduzierungsfaktor von "3" erreicht wird. Von den installierten vier Arbeitsplätzen werden drei für die Abwicklung von Konstruktionsaufgaben

eingesetzt und der vierte Arbeitsplatz für die sog. Grunddaten-Aufbereitung, d.h. zum Beispiel für das Anlegen und Anpassen von Normteilkatalogen, den Aufbau von Anwendungssoftware-Paketen und ähnliches.

Für die Berechnung der übrigen Fixkosten wurden in etwa dieselben Kostensätze angesetzt wie im vorherigen Beispiel. Als verfügbare Konstruktionszeit werden pro Jahr und Arbeitsplatz 1800 Stunden angenommen. Die eingesparte Konstruktionszeit ergibt sich dann aus der verfügbaren Konstruktionszeit am CAD-System und dem jeweils geltenden Reduzierungsfaktor. Durch die Multiplikation mit dem Stundensatz des Konstrukteurs erhält man die Ersparnis in DM. Nach Abzug der Fixkosten für den Systembetrieb ergibt sich dann die effektive Ersparnis bzw. der Verlust für den jeweils betrachteten Zeitabschnitt. Kumuliert führen die Verluste bzw. Ersparnisse dann zu den dargestellten Kostenverläufen.

Natürlich dürfen derartige Kostenvergleiche nur dann angestellt werden, wenn vorangegangene Analysen gezeigt haben, daß beide CAD-Systemkonfigura-

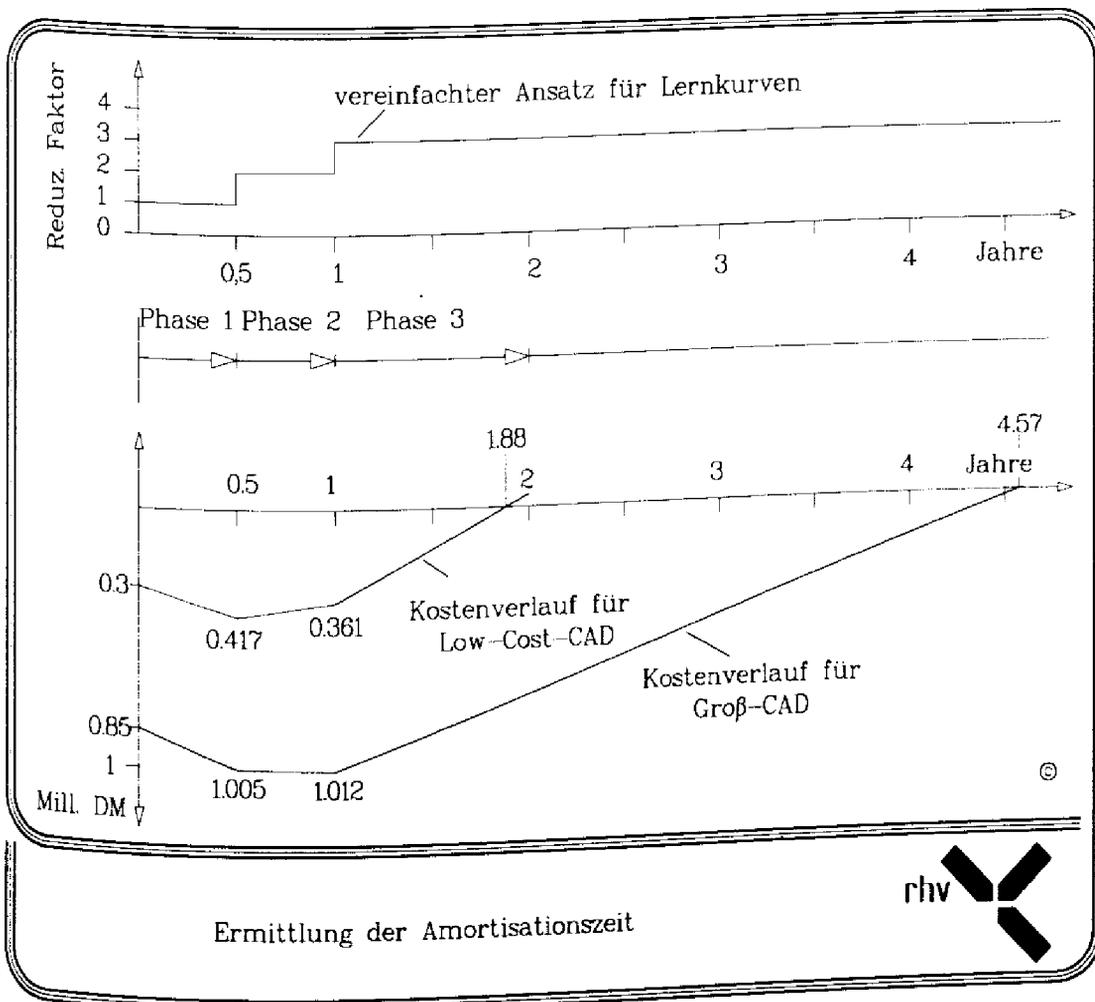


Bild 17. Amortisation.

tionen für den betrachteten Anwendungsfall auch tatsächlich technisch gleichwertig sind. So lassen sich PC-CAD-Systeme derzeit nicht sinnvoll anwenden, wenn die Aufgabenstellung das Verwalten und Verarbeiten von komplexeren rechnerinternen Darstellungen, z.B. 3D-Volumen oder auch hochkomplexen Flächen- Modellen, verlangt. Andererseits muß in derartigen Situationen auch in Betracht gezogen werden, daß solche Systeme sehr hohe Anforderungen an die Benutzer stellen und daher nicht als "Alltagswerkzeug" im technischen Bereich in Betracht kommen können.

### Zusammenfassung

PC-CAD-Systeme haben heutzutage einen technischen Stand erreicht, der die meisten Anforderungen und Einsatzgebiete für CAD-Systeme im Konstruktionsbereich voll abdecken kann. Mit der Weiterentwicklung von Soft- und Hardware ergeben sich für CAD-Systeme interessante Aspekte: die Vernetzung untereinander oder auch die Kommunikation mit anderen EDV-Systemen, z.B.

		Groß - CAD			Low-cost-CAD		
		Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Erst-/Folgeinvestitionen (DM)		850.000	--	--	300.000	--	--
Reduzierfaktor		1	2	3	1	2	3
Arb.-Platz verwendung	Konstruktion	3	3	3	3	3	3
	Grunddatenaufbereitung	1	1	1	1	1	1
verfügbare Konstruktionszeit (h)		2.700	2.700	5.400	2.700	2.700	5.400
Fixkosten	Grunddatenaufbereitung (DM)	50.000	50.000	100.000	50.000	50.000	100.000
	Operator (DM)	50.000	50.000	100.000	50.000	25.000	50.000
	Verzinsung (DM)	12.750	12.750	25.500	4.500	4.500	9.000
	Wartung/Versicherung (DM)	42.500	42.500	85.000	12.500	12.500	25.500
	Summe (DM)	155.250	155.250	310.500	117.000	92.000	184.000
eingesparte Konstruktionszeit (h)		0	2.700	10.800	0	2.700	10.800
Ersparnis an Konstruktionszeit (DM)		0	148.500	594.000	0	148.500	594.000
effektive Ersparnis (DM)		-155.250	-6.750	283.500	-117.000	56.500	410.000

Ermittlung der Amortisationszeit ( Tabelle )



Tabelle 1. Amortisation.

Bitte senden Sie mir kosten-  
los Informationsmaterial über:  
 JetCAD, CAD-Lösungen auf Tischcomputern  
 IFESTA, Statiklösungen auf Tischcomputern  
 FES-CAD, die integrierte Gesamtlösung auf Tischcomputern  
 Bitte senden Sie mir Ihre Seminartermine bekannt.  
 Ich wünsche weitere Informationen über:  
 Softwarelösungen für Personalcomputer  
 Softwarelösungen für Tisch-/Handcomputer

INFORMATIONSCOUPON

Die Spitzen-Software-Produkte für den professionellen Einsatz  
 um ENTWERFEN, RECHNEN, KONSTRUIEREN und ZEICHNEN:

**JetCAD**

Das schnelle CAD-Programm zum Entwerfen, Konstruieren und zur Zeichnungsausgabe von: Grundrissen, Schnitten, Ansichten, Details und Skizzen.

- Schraffierungssymbole und vordefinierte Fenster- und Türdetails, Sanitär- und Gebäudeeinrichtungen für den Architekten mit Massenermittlung und Materialistenausgabe
- Abgespeicherte Symbole für den Stahlbauer: Profile, Schweißnähte, Schrauben, Stücklistenausgabe
- Erstellung von Schal- und Bewehrungsplänen für den Statiker mit Ausgabe der Stahlliste
- Schlitz- und Durchbruchpläne, Elektroinstallationszeichnungen

**IFESTA**

Das Programmpaket zur Lösung schwieriger und umfangreicher statischer Berechnungen nach der Methode finiter Elemente.

- Berechnung allgemeiner ebener und räumlicher Tragwerksstrukturen, wie z.B.:
 

Dachkonstruktionen	Brückenbauwerke
Trägersystemen	Deckenplatten
Fachwerken	Bodenplatten
Rahmentragwerken	Wandscheiben
Trägerrosten	Schalenkonstruktionen
Stützen	Faltwerken
Seilkonstruktionen	Behältern ...
- Beliebige Verknüpfung von Fachwerkstäben, Balken, Seil-, Feder-, Platten-, Scheiben- und Schalenelementen
- Berechnung eines kompletten Bauwerks in einem Zuge einschließlich Bemessung

**FES-CAD**

Die integrierte Gesamtlösung aus JetCAD und IFESTA zum Entwerfen, Rechnen, Konstruieren und Zeichnen in einem Arbeitsgang.

Ob Sie die Ansicht eines Gebäudes, einen Grundriß, Schnitte, Detailzeichnungen, Werkpläne oder einfach nur Skizzen erstellen wollen,  
 ob Sie die Berechnung eines gesamten Bauwerks oder einzelner Systeme durchführen möchten,  
 ob Sie Konstruktionszeichnungen erstellen wollen nach vorausgegangener Berechnung oder  
 ob Sie vom Entwurf angefangen anschließend die statische Berechnung durchführen wollen, deren Ergebnisse in einen Schal- und Bewehrungsplan übernehmen möchten und Entwurf und Werkpläne automatisch zeichnen wollen ...

FES-CAD ist die Gesamt-Integration von Entwurf, Statik, Konstruktion und automatischer Zeichnungserstellung.

Software fürs Bauwesen



© Mücke Software GmbH  
 Jahnstraße 9  
 D-5204 Lohmar 1  
 Telefon 0 22 46 / 40 67

aus dem kommerziellen Bereich. Auch die wirtschaftlichen Vorteile sprechen für eine intensivere Beschäftigung mit CAD-Systemen auf der Basis von PC. CAD auf PC kann deshalb eine wertvolle Hilfe und ein Einstieg in die CAD- wie auch in die CIM-Technologie für kleine und mittlere Unternehmen und eine Ergänzung komplexer CAD-Systeme für große Unternehmen sein.

### Auswahlhilfe

Nachfolgend sind schlaglichtartig einige Kriterien zusammengestellt, die eine erste Orientierung bei der Entscheidung zwischen CAD-Systemen auf Personal Computer-Basis oder auf Supermini- oder Mainframe-Basis ermöglichen sollen. Naturgemäß kann eine derartige Grobbewertung nicht alle Einflußgrößen beinhalten. Außerdem ist jeweils noch eine unternehmensspezifische Gewichtung der einzelnen Kriterien notwendig.

Die zweite Aufstellung enthält Kriterien, die für den Vergleich von CAD-Systemen – etwa im Sinne einer Grobauswahl – relevant sind. Speziell bei großen Investitionen in die CAD/CAM-Technologie empfiehlt sich auch hier die Detaillierung und unternehmensspezifische Gewichtung – ggf. auch in Zusammenarbeit mit einem Beratungsunternehmen.

K r i t e r i e n	Low-cost	Groß-CAD
Einfacher Einstieg	++	-
Geringe Kosten	++	-
Leichte Handhabung	+	0
Anpassungsfähigkeit an organisatorische Veränderungen	++	-
Standardisierung	+	+
Übersichtlichkeit des Systems	+	-
Wenig Schulungs- und Akzeptanzprobleme	++	0
Schnittstellen:		
NC	+	+
FEM	-	++
Stückliste	+	+
Datenbank	0	+
Funktionsumfang:		
2D	++	++
3D	0	++
Erweiterbarkeit bzgl.:		
Arbeitsplätze	-	+
Funktionen	+	+
Anderen Aufgaben	+	+

Kriterien für die Systemauswahl

Erfüllungsgrad: ++ sehr gut    + gut  
 0 zufriedenstellend    - schlecht

rhv 

Bild 19. Kriterien für die Systemauswahl.

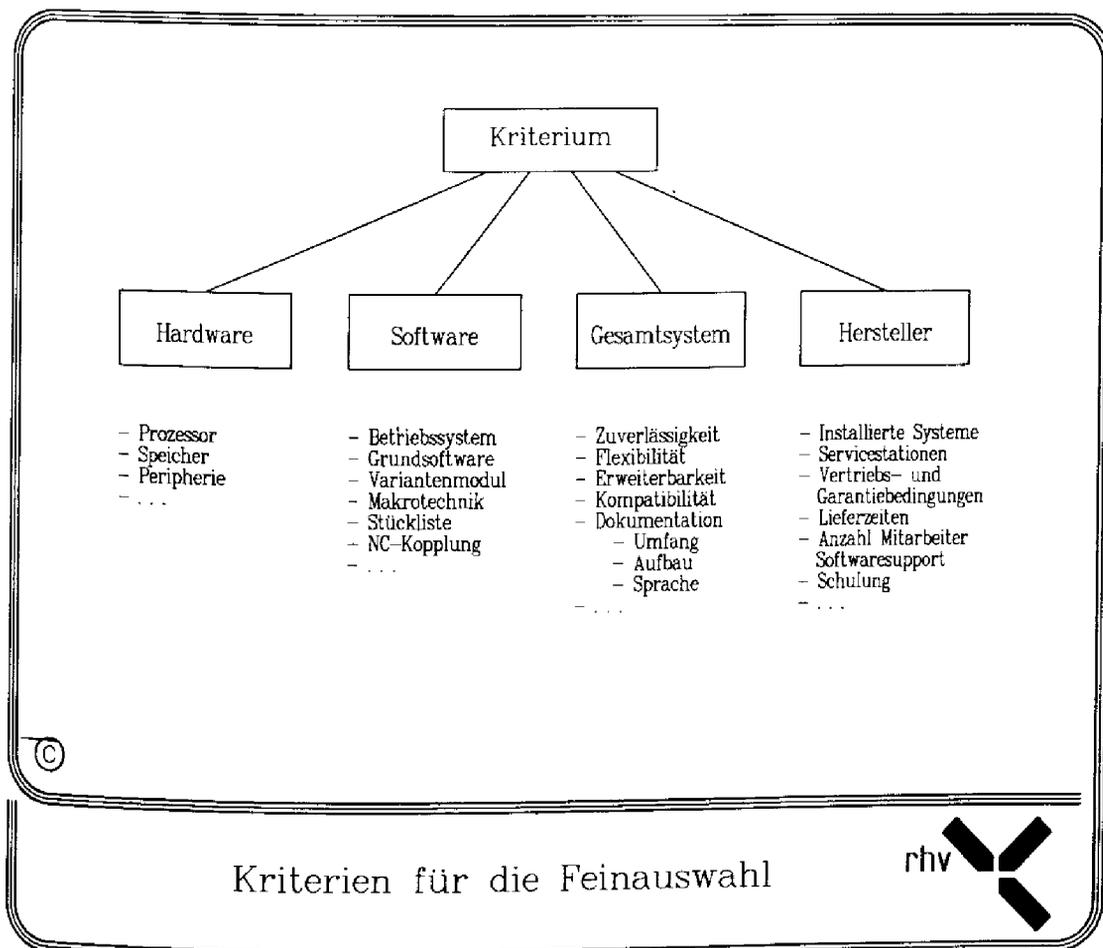


Bild 20. Kriterien für die Feinauswahl.

## Literatur und Quellen

- Kein Wachstumsknick bei Mikrocomputern.  
Studie, IDC Wiesbaden. Computer Woche vom 11.1.1985
- Der Softwaremarkt für Mikrocomputer.  
PC-Studie '84, IDC Wiesbaden. Computer Woche vom 30.11.1984
- Holz, B. Stand der Entwicklung von Mini-CAD-Systemen.  
RKW-Vortragsveranstaltung. Düsseldorf, 1984
- PC-Draft. CAD-System für den Personal-Computer.  
Düsseldorf, VDI-Verlag. 1986
- PC-Draft Handbuch Variantenprogrammierung.  
Düsseldorf, rhv softwaretechnik GmbH. 1986
- Kannen, J.v. u., R. Koch PPS und CAD/CAM. Insellösung oder Wege zu CIM  
Markt & Technik Nr. 4 vom 24. Januar 1986

Scheer, A.-W. Strategie zur Entwicklung eines CIM-Konzeptes.  
Information Management, Nr. 1/86

Netzwerkunterstützung in der rhv-Entwicklungsabteilung.  
Düsseldorf, rhv-times (Hauszeitschrift) 1/86.

Lörks, W., u.H.-U. Zimmer Einführung eines Low-cost-CAD-Systems im Konstruktionsbüro. KEM 10/84

Eversheim, W., G. Abolins, G. Buchholz, A. Knaut, R. Koch  
WZL -SVBF-Seminar: "CAD-Einsatz". Zürich, 1984

Koch, R. Systemauswahl und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen.  
VDI-Bildungswerk "CAD auf Personal Computern". Hannover, 1986

**Unsere Kunden  
sind spitze!**



**Fischer  
CIM**

**Puzzlen Sie nicht lange,  
wenn es um den  
Computereinsatz  
in Ihrer Fertigung geht.**

CIM verbindet Ihre Bereiche

- Produktentwurf
- Produktionsplanung und Steuerung
- Produktion und Montage
- Qualitätssicherung

zu einem Ihre Wettbewerbsfähigkeit verbessernden Gesamtsystem

Rufen Sie uns an.

Fischer  
CIM-Informationstechnik GmbH  
Ein Unternehmen der tds Gruppe  
7107 Neckarsulm  
Neckarstraße/Sonnengasse 2  
Tel. 07132/2082.  
Teletex 713211+ tdsDV

