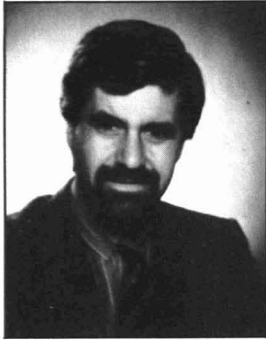


Generelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von CAD-Systemen



Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans W. EDLINGER, Jahrgang 1943, ist heute CAD/CAM-Repräsentant der IBM Österreich. Er graduierte 1969 an der TU Graz zum Wirtschaftsingenieur – Maschinenbau und promovierte dort 1974 am Institut für Industriebetriebslehre bei Prof. Dr. Hinterhuber. Seit 1969 ist er Mitarbeiter bei IBM. Zunächst war er im Marketing für OR-Programme in Düsseldorf und Stuttgart tätig. 1976 wechselte er ins European Manufacturing Industry Center – Engineering Applications der IBM in München. In Wien ist er seit 1980 im Vertrieb Fertigungsindustrie speziell mit CAD/CAM befaßt.

Der produktive Einsatz eines CAD/CAM-Systems kann heute für viele Systeme über Kosten-Nutzen-Berechnungen belegt werden. Dabei soll aber nicht nur der quantifizierbare Nutzen (z.B. Verkürzung der Konstruktionszeit, d.h. Brettzeit, elektronische Archivierung, Integration von Text mit Graphiken) berücksichtigt werden, sondern auch die nicht quantifizierbaren Vorteile. Gesichtspunkte, wie verbesserte Zeichnungsqualität, schnellere und exaktere Geometrieübergabe vor allem an die NC-Programmierung, Integration mit Stücklistenprozessoren sind hier besonders zu beachten. Die Gesamtwirtschaftlichkeit kann jedoch nur in der vollen Integration eines CAD/CAM-Systems in die bestehende EDV gesehen werden. Dies bedeutet, daß isolierte Insellösungen zu vermeiden sind.

Die Wirtschaftlichkeit von CAD-Systemen kann – wie bei allen EDV-Projekten – nur nach Kosten-/Nutzen-Gesichtspunkten beurteilt werden. Der Nutzen sollte für die Wirtschaftlichkeitsrechnung in einen quantifizierbaren Teil und einen nicht quantifizierbaren Bereich unterteilt werden. Als quantifizierbaren Nutzen kann man ansprechen:

- eine Beschleunigung der Brettarbeitszeit, d. h. es geht darum, die Produktivität der Zeichentätigkeit zu erhöhen;
- eine Durchlaufzeitverkürzung auch bei häufigen Konstruktionsänderungen;
- die Erstellung von Handbüchern, d. h. eine Verbindung von Zeichnungen mit Texten;
- einen möglichen Verzicht auf die Mikroverfilmung;
- einen schnelleren produktiven Einsatz von Neukonstrukteuren.

Ein nicht quantifizierbarer Nutzen ergibt sich aus folgenden Aspekten:

- Erhöhte Zeichnungsqualität. Erreichbar u. a. durch exaktere Vermaßung, gleichbleibende Tuschzeichnungsqualität auch bei häufigem Änderungsdienst.
- Verbesserte Möglichkeit einer fertigungsgerechten Konstruktion.
- Vermehrte Verwendung von Zeichnungsstandards durch einfachen Zugriff zur Standard-Datenbank. Dadurch Reduzierung von Teilen mit Beeinflussung des Bestellwesens der Lagerwirtschaft.
- Verbesserte Analysefähigkeit durch integrierbare Rechenprogramme.
- Verbesserte Kommunikation zwischen Arbeitsvorbereitung / Marketing / Fertigung / Einkauf – Verkauf durch Zugriff auf Zeichnungen auch über »Standard«-alpha-numerische Bildschirme.
- Unterstützung beim Aufbau ver-

besserter Konstruktionsmethoden und -prozeduren.

- Einfacherer Zugriff zur Zeichnungsdatenbank über Datenbankabfragesysteme auch für Nicht-Konstrukteure.
- Automatische Generierung von Stücklisten.
- Integration der geometrischen Informationen mit dem Ziel, ein CAE-(Computer Aided Engineering)-System aufzubauen.

Heute wird für Wirtschaftlichkeitsanalysen primär die Produktivitätssteigerung berücksichtigt, da es hier möglich ist, einen Nutzen zu berechnen. Alle weiteren Nutzenüberlegungen werden üblicherweise als »added value« berücksichtigt. Der Faktor R (Reduzierungsfaktor), der das Verhältnis von manuellem zu CAD-unterstütztem Zeitaufwand für eine spezielle Tätigkeit ausdrückt, ist natürlich von der Art der Tätigkeit abhängig und liegt im Bereich von 1 bis 20; wobei beim Einsatz von CODEM bei den meisten Kunden nach einer Testphase ein Wert von 4 bis 6 erreicht wird. Wichtigste Einflußgrößen für diesen Wert stellen die Erlernbarkeit und damit verbunden die generelle Akzeptanz, der Funktionsvorrat mit Funktionssicherheit und die Einbindung in die vorhandene EDV-Organisation dar.

Folgende Aktivitäten können in der Konstruktion üblicherweise unterschieden werden [1]:

		%
Neukonstruktion und Änderungsdienst	Bleistift, Skizzieren, Detaillierung, Vermaßung	12
	Tusche	5,6
	Schablone, Bleistift, Tusche	3,5
	Beschriften von Hand, Schablone	3,9
	Radieren	2,8
	Blatt auf- und abspannen, Rüsten	3,5
Schreibdienst	Schreibarbeit	5,4
	Bearbeitung von Formularen	
	Graphik und Text	3,1
Information	Stückliste beschriften	1,8
	Kontrolle Zeichnungen, Stücklisten	1,9
	Gespräche	14,2
	Lesen Normbände, Vorschriften	2,2
	Lesen sonstiges	1,3
Rechnen	Mikrofilm	2,3
	Informationszeichnungen analysieren	5,7
	Telefongespräche	1,3
	Abwesenheit	3,3
	sonstige Aktivitäten	10,6
		6,4*

[1]* Vgl. Volkmar Antl: Referatsunterlagen Lehrgang D7.31 der Reihe D, Carl Cranz Gesellschaft, München.

Nach erfolgter Zuordnung eines R-Faktors für die einzelnen Tätigkeiten oder einer Tätigkeitsgruppe kann folgende Rechnung angestellt werden [2]:

Der Balken I zeigt einen Acht-Stunden-Tag mit der Unterteilung:

T: Summe von Tätigkeiten (T1 . . . Tn) die vom CAD-System beeinflussbar sind, (entspricht der Brettarbeitszeit).

V: Verteilzeit für persönliche und sachliche Verteilzeiten und Erholungszuschlag.

VZ: Vorbereitungszeit stellt die Zeit dar, die für die Zeichentätigkeit benötigt wird.

T		
T1 Tn	VZ	V

Der Balken II zeigt die Zeitverteilung nach Einführung eines CAD-Systems. Dabei wurde T in Abhängigkeit des Reduzierfaktors R auf C reduziert, und zwar in Abhängigkeit von T1 bis Tn.

II	»Ersparnis«	C	VZ	V
----	-------------	---	----	---

Da aber der Arbeitstag auch nach der CAD-Einführung acht Stunden sein wird, kann C und VZ im entsprechenden Verhältnis vergrößert werden. (Eine Annahme wäre es, nur die Bildschirmzeit um die »Ersparnis«-Zeit zu vergrößern. Dies ist nicht möglich, da ja für vermehrte CAD-Zeiten auch umfangreichere Vorbereitungszeiten notwendig sind.)

»Ein CAD-System kann erst als Teil eines Gesamtsystems effizient und kostengünstig betrieben werden.«

Der Balken III zeigt die neue Verteilung:

III	CI	VZI	V
-----	----	-----	---

Die Produktivitätssteigerung ergibt sich dabei aus $CI : C$.

Rechenbeispiel:

Verteilzeit
 $V = 48$ Min. entspricht 10% der Arbeitszeit
 Brettarbeitszeit
 $T = 192$ Min. entspricht 40% der Arbeitszeit
 Reduzierungsfaktor $R = 4$
 Bildschirmzeit
 $C = \frac{Z}{R} = \frac{192}{4} = 48$ min

»Ersparnis = $192 - 48 = 144$ min
 $C : VZ = CI : VZI$
 $48 : 240 = CI : (432 - CI)$
 $CI = 72$ min.

Produktivitätssteigerung: $\frac{CI}{C} = \frac{72}{48} = 1,5$ oder 50%

Die folgende Tabelle zeigt die Produktivitätssteigerung pro Mitarbeiter in % in Abhängigkeit der Brettarbeitszeit (BRA) und des Reduzierungsfaktors (R):

R \ BRA	30	40	50
3	29	43	59
4	34	60	72
5	37	56	80

Die »äquivalente Konstruktionszahl« gibt die Anzahl manuell arbeitender Konstrukteure an, deren Arbeitsmenge von 10 CAD-unterstützten Konstrukteuren übernommen werden kann. Diese Vergleichsziffer zeigt die folgende Tabelle:

R \ BRA	30	40	50
3	13	14	16
4	13	15	17
5	14	16	18

Die Durchlaufzeit, bezogen auf die reinen Konstruktionstätigkeiten (entsprechen einem Zeitanteil zwischen 47% bei Einzelfertiger und 44% bei Serienfertiger der Gesamtzeit von Konstruktionsbeginn bis zur Produktion [3]) kann wie folgt reduziert werden (I : Produktivitätssteigerung x 100 (in %)):

R \ BRA	30	40	50
3	77	70	63
4	75	67	58
5	73	64	55



Die Festlegung der Anzahl der graphischen Bildschirme ist für die Kostenberechnung notwendig. Die folgende Tabelle zeigt die benötigten Bildschirmzeiten in Minuten pro Mitarbeiter. (Die pro Bildschirm zuzuordnenden Mitarbeiter hängen weitgehend von der zu erwartenden Auslastung und von der Einschalt-dauer ab.)

R \ BRA	30	40	50
3	62	91	127
4	48	72	102
5	40	59	127

Ähnliche Berechnungen können natürlich auch vor dem Einsatz von CAM-Systemen durchgeführt werden.

Ein CAD-System kann aber erst als Teil eines Gesamtsystems effizient und damit kostengünstig betrieben werden. CAE (Computer-Aided Engineering)-Systeme bilden die Datenbankstruktur für den Informationsaustausch zwischen den einzelnen Informationsverarbeitungsprozessen. Zeichnungen, NC-Daten, Stücklisten, Testdaten, private Programme, Methoden, Texte, Normen, Projektdaten stellen dabei zu integrierende Datenbestände dar. Aufbauend auf diesen Strukturen muß es über Funktionen eines Dialogmanagers möglich sein, Dateien zu verbinden oder Informationen zu extrahieren und auch über nicht-graphische Bildschirme abzufragen. Bei sogenannten »Insellösungen« für einzelne Bereiche kann die Gesamtwirtschaftlichkeit von CAE-Systemen in Frage gestellt werden, da eine nachträgliche Einbindung oft mit hohen Kosten verbunden sein kann. Diese wesentlichen Forderungen an EDV-unterstützte Datenbanken mit Möglichkeiten der Integration, Kommunikation und Ausbaubarkeit bedingt jedoch, daß die EDV-Belange bei der Auswahl eines CAD-Systems zumindest genau so wichtig sind, wie die Anforderungen an das CAD-System selbst.

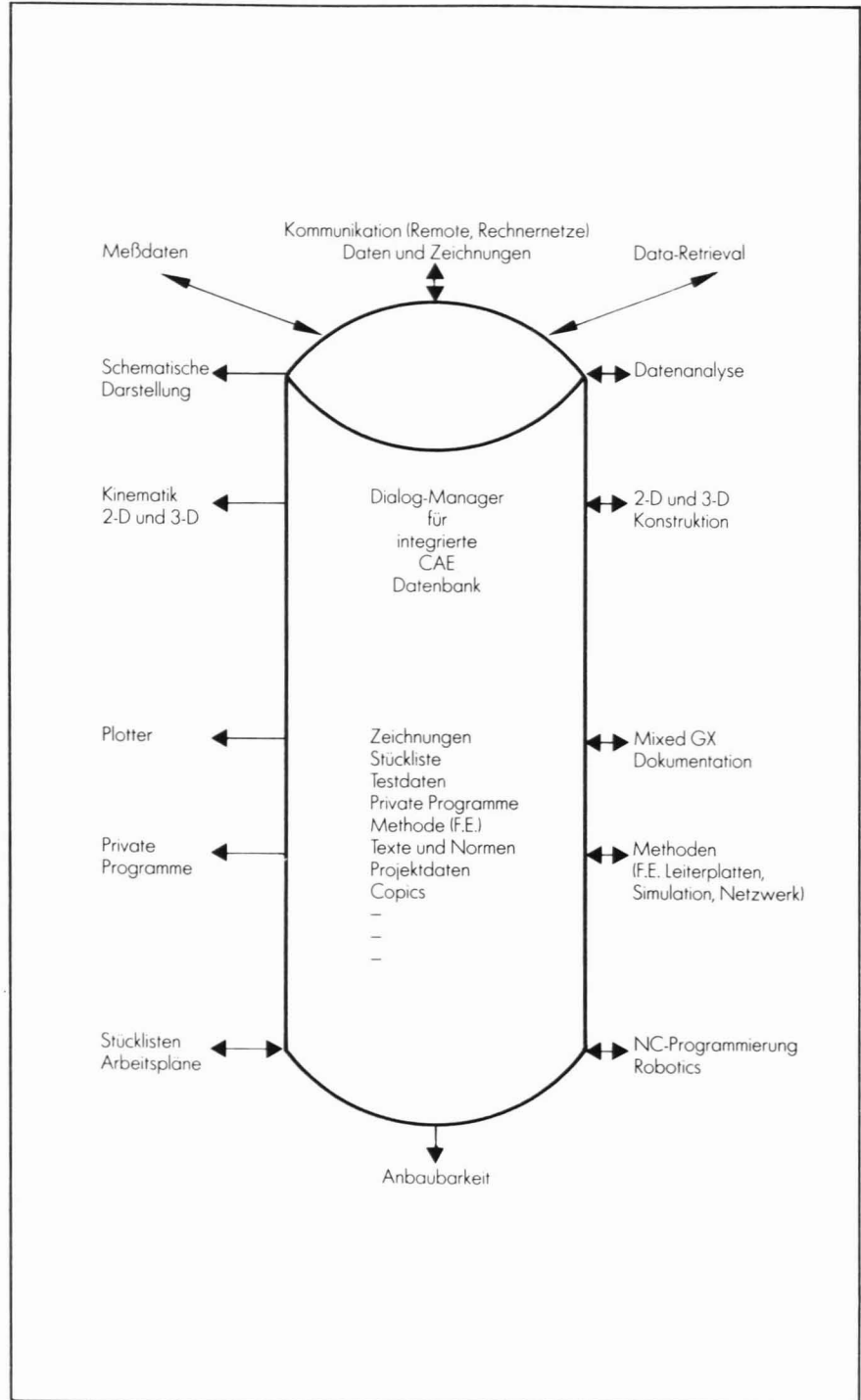


Abb.: Schnittstellen eines integrierten CAE-Systems

Literatur:

- [1] ANTL, Volkmar: Referatsunterlagen Lehrgang D7.31 der Reihe D, Carl Cranz Gesellschaft, München.
- [2] WESTERMANN, A.: Soziale und arbeitspolitische Aspekte beim Einsatz von graphischer DV im Konstruktionsbüro. Aus: Zum Thema Graphische DV, IBM Form Nr. W12-0031.
- [3] BULLINGER, H.J.: Ablaufplanung in der Konstruktion, Otto Krausskopf Verlag GmbH, Mainz 1976.