

## CAD/CAM in einem Maschinenbauunternehmen – ein Erfahrungsbericht



Dipl.-Ing. Wolfgang LEITNER, Jahrgang 1947, ist derzeit Leiter der Abteilung CAD/CAM/EDV-Technik im Geschäftsbereich Wälzlager der Steyr-Daimler-Puch AG.

Er schloß 1971 an der TU Graz das Studium des Maschinenbaues und dort 1973 auch das Studium des Wirtschaftsingenieurwesens ab. Anschließend war er in der Fa. Krauss-Maffei AG in München als Projekt- und Entwicklungsingenieur im Bereich Neue Transportsysteme (Magnetschwebefahrzeuge) tätig. 1978 übersiedelte er nach Steyr zur Steyr-Daimler-Puch AG.

**Die Steyr-Daimler-Puch AG ist das bedeutendste Unternehmen der österreichischen Fahrzeugindustrie und der größte privatwirtschaftlich geführte Industriekonzern in diesem Lande.**

**Um diese Marktposition behalten und weiter ausbauen zu können, ist es für die Steyr-Daimler-Puch AG eine Notwendigkeit, durch Anwenden modernster Hilfsmittel bereits in der Entwicklung und Konstruktion produktivitätssteigernd und kostensenkend zu arbeiten.**

**Die graphische Datenverarbeitung ist ein solches Instrument. Sie bietet den Ingenieuren in Entwicklung, Konstruktion und Arbeitsvorbereitung völlig neue Möglichkeiten, die ihnen gestellten Aufgaben zu lösen.**

**Bei Steyr Wälzlager, einem Geschäftsbereich der Steyr-Daimler-Puch AG, hat man die sich durch CAD/CAM bietenden Möglichkeiten der**

- Produktverbesserung sowie der
- Kostensenkung und Zeiteinsparung

**sehr rasch erkannt und sich zur Einführung dieser modernen Technologie entschlossen.**

### 1. CAD in der Konstruktion

Konstrukteure sind während der Konstruktionsphase von Bauteilen in hohem Maße mit Routinearbeiten belastet. Durch die mechanische Zeichenarbeit, die erforderlichen Korrekturen, das Kopieren von Standard- und Normteilen, das Übertragen von bereits vorhandener Geometrie aus anderen Zeichnungen usw. werden diese qualifizierten Mitarbeiter von kreativen Aufgaben abgehalten.

Um die Produktivität dieser Fachleute zu steigern und sie ihren eigentlichen Ingenieuraufgaben wieder zuzuführen, bedarf es des Einsatzes rechnerunterstützter Systeme von höchster Interaktivität. Die Arbeitsweise an einem solchen System muß praxisorientiert sein und weitestgehend der bisher gewohnten Reißbrettarbeit entsprechen.

#### 1.1 Systemauswahl und -einführung

An Hand eines bei Steyr Wälzlager ausgearbeiteten umfangreichen Anforderungskataloges wurden die damals (1980) am Markt befindlichen Systeme einer Nutzwertanalyse unterzogen. Im Detail auf alle Bewertungskriterien einzugehen, würde den vorgegebenen Rahmen übersteigen, jedoch sollen hier einige der sogenannten »Mußkriterien« erwähnt werden:

- Benutzerführung systemseitig gegeben
- Konstruktionstätigkeit und Systembedienung ohne EDV-Kenntnisse durchführbar
- Variantenkonstruktion möglich
- Zugriff zur Geometriedatenbank möglich
- Weiterentwicklung der Software gewährleistet

– Erweiterung der Hard- und Software möglich.

Parallel zur Nutzwertanalyse wurde mit repräsentativen Konstruktionsbeispielen aus den eigenen Anwendungsgebieten die Leistungsfähigkeit der einzelnen Systeme getestet. Diese Tests zusammen mit der Nutzwertanalyse ergaben dann die technische Rangfolge der Systeme.

Neben der technischen Funktionsfähigkeit von CAD-Systemen mußte auch deren Wirtschaftlichkeit nachgewiesen werden. Durch Beschleunigung des Konstruktionsprozesses mit dem CAD-Einsatz kommt es zu einer von Aufgabe zu Aufgabe unterschiedlichen Zeitverkürzung, die durch einen gemittelten Reduzierungsfaktor ausgedrückt wird. Diese Zeiteinsparung je Konstrukteur mit der Anzahl der Bildschirmbenutzer multipliziert, ergibt die mit dem CAD-Einsatz erreichbare Gesamteinsparung an Arbeitszeit.

Diese Einsparung wird nun nicht als mögliche Personaleinsparung bei gleichbleibendem Arbeitsvolumen angesehen, sondern entsprechend der Unternehmensstrategie als Kapazitätssteigerung bei gleichzeitiger Flexibilitätsverbesserung interpretiert.

Mit diesen Werten sowie mit dem Aufwand – Investitionen und laufende Kosten – für CAD-Systeme lassen sich nun die bekannten Wirtschaftlichkeitskennwerte wie Kapitalwert, Rentabilität, Rückflußzeit usw. errechnen. Für die im folgenden an-



geführte Hard- und Softwarekonfiguration wurde eine dynamische Rückflußzeit von etwa fünf Jahren errechnet.

Aufgrund der technischen Bewertung und einer positiven Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde der von IBM vorgestellte Konfiguration der Vorzug gegeben: Softwareseitig wurde das von der Firma Lockheed entwickelte und von IBM vertriebene Programm CODEM (= **CO**mputer **DE**sign **AN**d **MA**nufacturing) installiert. Die Hardware besteht aus einem Rechner IBM 4331-1 und entsprechenden externen Datenspeichern und Ein-/Ausgabegeräten. Derzeit drei graphische Bildschirmarbeitsplätze des Systems IBM 3250 zur interaktiven Zeichnungserstellung sowie ein Hochleistungsplotter der Firma CalComp (Modell 960) komplettieren die bei Steyr Wälzlager installierte Anlage. Die Installation erfolgte im März 1981.

Nach der Systembewertung und -auswahl waren als nächstes organisatorische Arbeiten zur Systemeinführung in Angriff zu nehmen, und zwar vor allem hinsichtlich der CAD-Schulung. Zusammen mit IBM wurde ein mehrstufiges Schulungsprogramm für die CAD-Benutzer ausgearbeitet, um sie mit der Arbeitsweise mit CODEM vertraut zu machen. Die Schulung der Benutzer erfolgte dann ausschließlich am CAD-Arbeitsplatz bei Steyr Wälzlager selbst. Die Erfahrung hat gezeigt, daß etwa zwanzig Ausbildungsstunden pro Mitarbeiter ausreichen, um mit CODEM arbeiten zu können. Bisher wurden rund zwanzig technische Zeichner und Konstrukteure auf CODEM eingeschult. Die Schulung erstreckte sich auch auf die Rechnerbedienung, sodaß das Datensichern, Starten und Abschalten der Anlage usw. von den CAD-Benutzern selbst durchgeführt wird, der CAD-Betrieb als operatorlos abläuft.

Als Standort für die CAD-Bildschirmplätze wurde die Konstruktionsabteilung selbst ausgewählt. Das hat gegenüber anderen Lösungen den Vorteil, daß ein reibungsloser Arbeits-

ablauf auch ohne einen fixen Stundenplan für die Bildschirmbenutzung, verbunden mit einer hohen Bildschirmauslastung erreicht wird.

## 1.2 Systemeinsatz

Das CAD-System wird hauptsächlich von zwei Konstruktionsgruppen produktiv eingesetzt:

– Gruppe Meß- und Prüfgerätekonstruktion:

Hier wird CODEM bereits im Entwurfsstadium zur Konstruktion von kompletten Meß- und Prüfgeräten verwendet. Das bedeutet die Erstellung sämtlicher Detail-, Zusammenbau-, Übersichts- und Schemazeichnungen für derartige Geräte (Abbildung 1).

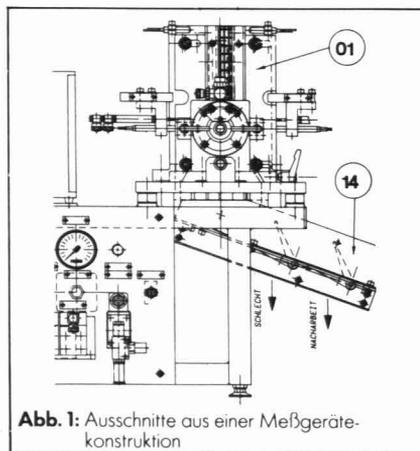


Abb. 1: Ausschnitte aus einer Meßgerätekonstruktion

– Gruppe Wälzlagerkonstruktion: Diese Gruppe setzt CODEM zur Konstruktion von Wälzlagerungen aller Art ein, vom Standardwälzlagerprogramm über Sonderlagerungen bis hin zu komplizierten Lagereinheiten (Abbildung 2).

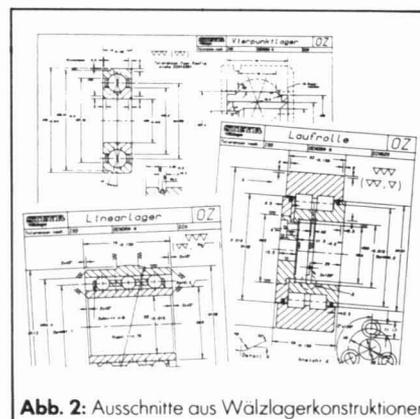


Abb. 2: Ausschnitte aus Wälzlagerkonstruktionen

Besonders in letzterer Gruppe wird die in CODEM existierende Möglichkeit der Variantenkonstruktion sehr stark genutzt (Abbildung 3). Symboltabellen (z. B. für Hydrauliksymbole, Bearbeitungszeichen) und Standardteiledateien (z. B. für Norm- und Zukaufteile), zu denen jeder CAD-Benutzer rasch und bequem Zugriff hat, beschleunigen den Konstruktionsprozeß sehr wesentlich.

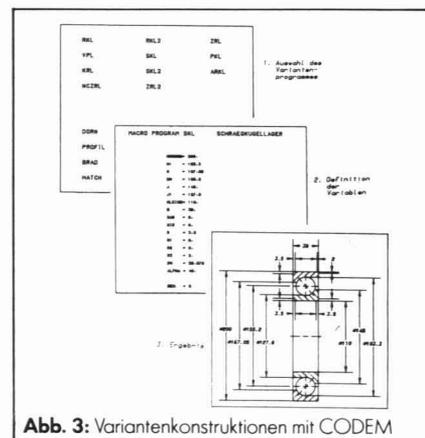


Abb. 3: Variantenkonstruktionen mit CODEM

Problemlos lassen sich technisch-wissenschaftliche (FORTRAN-) Programme in CODEM integrieren. Man erhält neben der bisherigen Ausgabe der Ergebnisse in Listenform diese auch auf dem graphischen Bildschirm als Bestandteil der Datenbank, egal ob es sich um Geometrieelemente oder um Diagramme handelt. Ebenso einfach ist umgekehrt der Zugriff zur CODEM-Datenbank, um dort gespeicherte Konstruktionsdaten für andere Zwecke nutzbar zu machen.

## 2. CAM in der Arbeitsvorbereitung

### 2.1 Systemauswahl und -einführung

Da man mit CODEM im Konstruktionsbereich durchwegs positive Erfahrungen gemacht hat, drängte sich die Frage auf, wie man die graphische Datenverarbeitung auch in der Arbeitsvorbereitung für die Teilprogrammierung von NC-Maschinen nutzen könnte.

Ähnlich wie bei der Auswahl des

CAD-Systeme wurden auch hier mögliche in Frage kommende Systeme einer Nutzwertanalyse und anschließenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen. Ein besonders erwähnenswertes Auswahlkriterium war hier das der unbedingten Notwendigkeit der Geometrieübernahme aus dem CAD-Bereich.

Der Einstieg in die graphisch interaktive NC-Teileprogrammierung wurde bei Steyr Wälzlager mit dem Einsatz des zu CODEM kompatiblen CAM-Systems APL-APT zusammen mit dem Bildschirmarbeitsplatz IBM 3277 GA vollzogen. Die Installation erfolgte im Juni 1982.

## 2.2 System Einsatz

Ausgehend von einer Fertigungszeichnung wird in der Arbeitsvorbereitung das NC-Teileprogramm im Dialog an der graphischen Datenstation erstellt und gleichzeitig getestet, da zur Prüfung jeder Schritt unmittelbar bildlich wiedergegeben wird (Abbildung 4).

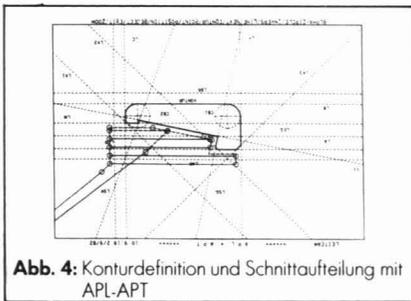


Abb. 4: Konturdefinition und Schnittaufteilung mit APL-APT

Die so ermittelten Daten werden dann vom NC-Prozessor umgewandelt und anschließend von einem Postprozessor an die speziellen Gegebenheiten der NC-Maschine angepaßt und als Steuerlochstreifen direkt an der Datenstation ausgegeben.

Zur Zeit sind bei Steyr Wälzlager Postprozessoren für sämtliche NC-Drehmaschinen vorhanden.

## 2.3 Verbindung CAD-CAM

Existiert in der Konstruktion für ein Bauteil bereits eine mit CODEM erstellte Zeichnung, so ist es möglich, sämtliche für die NC-Programmierung erforderlichen Geometrie- und

Textinformationen zu übernehmen und weiter zu verarbeiten. Es braucht also die schon in der Konstruktion festgelegte Werkstückgeometrie nicht nochmals nachvollzogen zu werden, was einerseits eine nicht unbeträchtliche Zeit- und damit Kostenersparnis mit sich bringt und andererseits mögliche Fehlerquellen einer sonst neuerlichen Geometriedefinition in der Arbeitsvorbereitung ausschließt. Abbildung 5 zeigt am

ergeben, daß durch CAD eine Beschleunigung der Konstruktions-tätigkeit um das vier- bis fünffache erreicht wurde.

Die dabei gemessene hohe durchschnittliche Bildschirmauslastung von rund 90% führte zu nicht unbeträchtlichen Warteschlangenproblemen. Zur Bewältigung dieses Engpasses wird die Anlage 1984 um einen weiteren graphischen Bildschirmarbeitsplatz erweitert.

```

PARTNO/1KEROLA - OHNE CAD
SYN/AUTO
LAH/L/XX,(152.75/2)
LBH/L/XX,(108.48/2)
LC=L/YY,93.3
LY=L/YY
LSGL/(11.84,152.75/2),AL,(90-12.3)
LSKL/(53.3-8.47,125.19/2),AL,70
LEGH/L/XX,(140.12/2)
LMHL/XX,(128/2)
LLH/L/PP/17,(LSG,LEG),AL,-11.5
LK1=L/(53.3-0.5,128/2),AL,-45
LK2=L/(11.84-1.2,152.75/2),AL,-45
LK3=L/(2,152.75/2),AL,45
CB1=C/YL,LB,XL,LY,RADIUS,5.8
CB2=C/YL,LB,XS,LC,RADIUS,5.8
KONTUR=CONTOUR/LC,LK1,LM,LSK,LL,LSG,LK2,LA,LK3,LY,CB1,LB,CB2,LC
LARB=L/PR,LA,LY,5
LBR=L/PR,LB,YS,5
LCR=L/PR,LC,XL,5
ORIGIN/260,200
CLUTTER/2.4
SPINDL/224,CCLW
RP,GT/8=M4,189,87,442h
COOLNT/ON
THICK/1
ROUGH/AL,BC,DEEP,4,RETRACT
F3/10,MHPR
GO/TO,LAR,TO,LCR
F4/LCB,LAR,TO,LM
BLANK/MHOMORE
FD/2.5,MHPR
F5/LM,LL,LSG,LA,LY,PAST,LAR
ROUGH/MHOMORE
GO/10,10
THICK/0
COOLNT/OFF
GOHOME
FINI
        
```

Abb. 5: NC-Teileprogramm: Einsparung durch integrierten CAD/CAM-Einsatz

Beispiel des NC-Teileprogrammes für den Innenring eines Kegelrollenlagers, wieviele Programmierschritte sich der NC-Programmierer ersparen kann, wenn die Werkstückgeometrie aus dem Konstruktionsbereich übernommen werden kann.

## 3. Ergebnisse

Nach mehr als zweieinhalb CAD-Jahren kann festgestellt werden, daß das System CODEM die Bewährungsprobe in der Praxis des täglichen Einsatzes im Konstruktionsbüro bestanden hat. Bereits für das erste CAD-Jahr hat eine Nachrechnung

Für den CAM-Bereich wurden bislang noch keine Nachrechnungen angestellt, zahlenmäßige Ergebnisse können für diesen Bereich daher noch keine bereitgestellt werden. Mit Sicherheit kann aber bereits jetzt gesagt werden, daß mit der Verbindung beider Systeme zu einem integrierten CAD/CAM-Betrieb ein großer Schritt nicht nur in Richtung Kostensenkung getan werden konnte. Auch die Präzision der Fertigung ließ sich durch diese Entwicklung um ein bedeutendes Maß steigern. Diese Qualitätssteigerung wieder wirkt sich direkt auf die Konkurrenzfähigkeit aus.