

Technischer Entwicklungsstand und betrieblicher Einsatz von CIM-Konzepten

Monika Boffo, Gunter Lay, Robert Schneider

Problemstellung

Unter dem Begriff CIM ist die rechnerintegrierte Produktion gegenwärtig im Zentrum der Diskussion um die Rationalisierung und Flexibilisierung der Fertigung. Neben vielfältigen Begriffsverwirrungen erschweren vor allem die Intransparenz des Marktangebotes sowie die Unkenntnis darüber, was in den Betrieben bereits angewendet wird, die Beschäftigung mit diesem Thema.

Im folgenden soll daher auf der Grundlage von abgeschlossenen bzw. noch laufenden Forschungsvorhaben verdeutlicht werden, daß der technische Entwicklungsstand des Angebotes an CIM-Modulen bei weitem noch nicht so umfassend ist, wie dies oft angenommen wird. Was hiervon in der betrieblichen Praxis angewendet wird, soll im zweiten Teil des vorliegenden Beitrages aufgezeigt werden.

1. Einführung

Der Rechneinsatz in Produktion und produktionsvorbereitenden Bereichen ist in den letzten Jahren kontinuierlich intensiviert worden. So wurden unter dem Stichwort CAM in der Produktion CNC-Werkzeugmaschinen bzw. Flexible Fertigungssysteme eingeführt, in der Material- und Zeitwirtschaft wurden Fertigungssteuerungssysteme installiert, in der Arbeitsvorbereitung erfolgt die Arbeitsplanung, mehr jedoch noch die NC-Programmierung mit Rechnerunterstützung, und nicht zuletzt wird auch der Konstruktionsbereich zunehmend mit CAD-Systemen ausgestattet. Diese Formen der Rechnerunterstützung waren bisher jeweils auf einen

betrieblichen Funktionsbereich begrenzt. Der Informationsaustausch zwischen den Abteilungen erfolgte auf konventionellem Wege mit Hilfe von Zeichnungen, Stücklisten, Arbeitsplänen etc.

An den informatorischen Schnittstellen zwischen den betrieblichen Funktionsbereichen setzt nunmehr der Gedanke einer rechnerintegrierten Produktion (CIM) an: Die Vernetzung der gewachsenen Inzellösungen des Rechneinsatzes in den Firmen ist Grundgedanke aller CIM-Konzepte. Bild 1 verdeutlicht dies grafisch. Hieraus wird deutlich, daß CIM nicht als ein Softwareprodukt einer bestimmten Firma in einen Betrieb Einzug hält, sondern eine Vielzahl einzelner Bausteine umfaßt, die jeweils ein Glied zur informatorischen Vernetzung darstellen. Zu diesen Bausteinen zählen beispielsweise

- die Geometriedaten-Übergabe zwischen Konstruktion und NC-Programmierung;
- die Geometriedaten-Übergabe zu technischen Berechnungsprogrammen, z. B. nach der Finite-Elemente-Methode (FEM);
- die Stücklistendaten-Übergabe zwischen rechnergestützter Konstruktion und Fertigungsplanung bzw. -steuerung,
- die Übernahme von Materialdaten aus der Fertigungsplanung bzw. -freigabe in die rechnergestützte Konstruktion;
- die Werkstattsteuerung durch zentrale Auftragsveranlassung bzw. -freigabe;
- die Betriebsdatenerfassung (BDE) und Übergabe an Fertigungssteuerungssysteme sowie
- die zentrale Direktsteuerung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen (DNC).

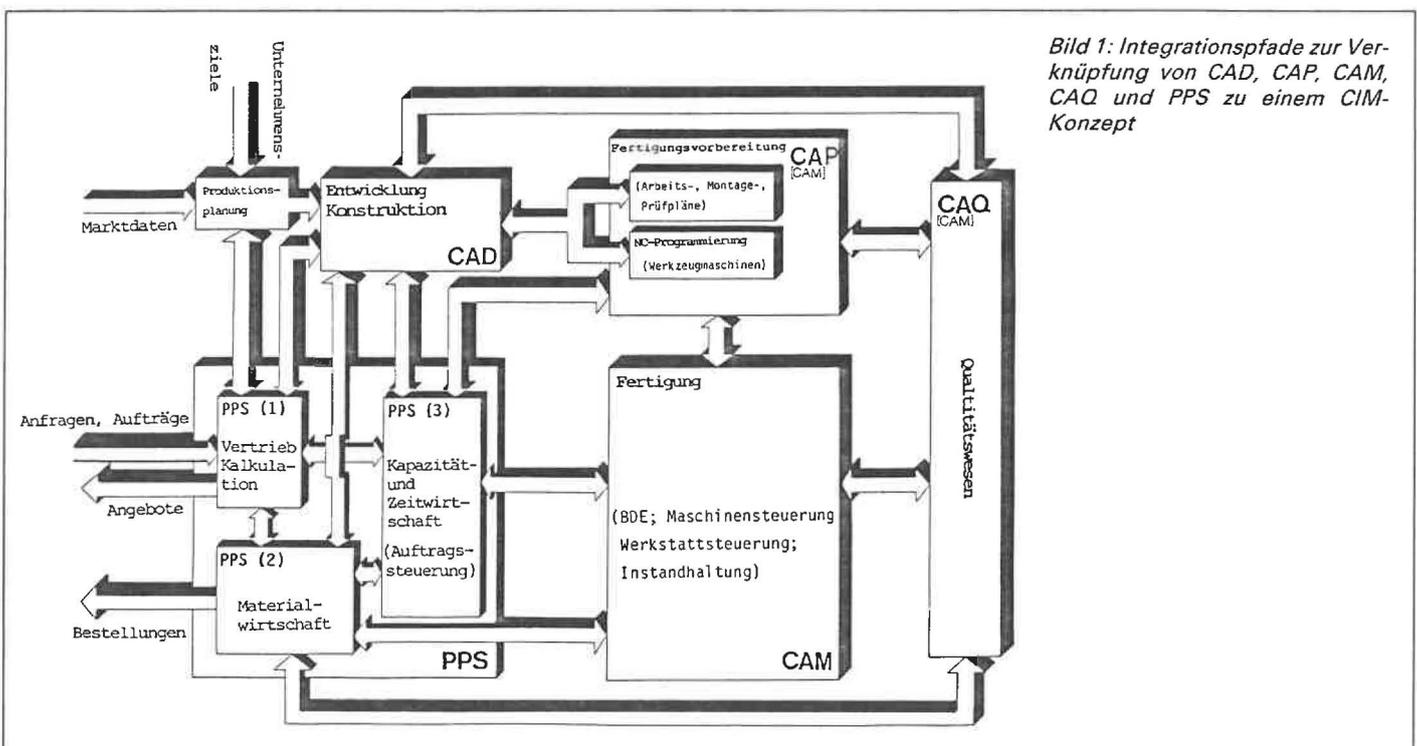


Bild 1: Integrationspfade zur Verknüpfung von CAD, CAP, CAM, CAQ und PPS zu einem CIM-Konzept

CAD/CAM-System		integriertes NC-Modul vorhanden	vorhandene Geometrie-Schnittstelle zu den rechnergestützten NC-Programmiersystemen							
Anbieter	Systemname		APT	COMPACT II	EUROAPT	EXAPT	GNC	GTL	MINIAPT	PROMO
Applicon	BRAVO	●	●	●		●				
BM-Informatik	CADLAN	●				●				
Calcomp	System 25	●								
Cadlinc	CIM	●								
Command	Microcad	●								
CV	Designer	●	●	●						
CV	MEDUSA	●			●	●	●			●
Contraves	CONCAD	●	●			●				
Control Data	ICEM	●	●			●				●
Daveg	CADDA	●								
Dedata	Comp-u-draft									
Ferranti	CAM-X	●				●	●			
Fides	Euklid	●								
GE Calma	DDM	●	●	●						
Gerber	Autograph	●								
Grafcom	Easy draf 2	●								
HP	Design	●								
IBM	CATIA	●								
IBM	CADAM	●	●	●						
Informatik Forum	GRAFTEK	●								
Intergraph	Intergraph	●	●	●						
Isykon	Proren	●			●	●	●			
LKS	STRIM 100	●	●							●
Logotek	LOGOCAD	●								
MCS	Superdraft	●								
Matra	Euclid	●	●	●		●	●	●		●
Mc Auto	Unigraphics	●	●	●		●				
ND Dietz	T 2000/ T3000					●				
Perkin Elmer	CADAM	●								
Siemens	CADIS	●	●			●				
Siemens	SIGGRAPH	●								

Bild 3: CAD/NC-Integration bei CAD/CAM-Systemen im Bereich mechanische Konstruktion

gesamten CAD-Datensatz selektierten Daten so um, daß sie in das anzukoppelnde NC-Programmiersystem eingelesen werden können.

Die Schnittstellenkonzepte „Quellenprogrammübergabe“ und „CL-DATA-Übergabe“ erfordern einen NC-Teil im CAD-System, der es erlaubt, im Dialogbetrieb den Werkzeugweg für den NC-Bearbeitungsprozeß zu erzeugen. Bei der Erstellung des NC-Quellenprogramms am Grafikterminal des CAD-Systems können u. a. die Geometrie der zu verwendenden Werkzeuge definiert, die technologischen Daten des Fertigungsprozesses bestimmt und die Verfahrenswege optimiert werden. Je nachdem, ob der NC-Teil im CAD-System einen NC-Prozessor enthält, wird das NC-Quellenprogramm (ohne Prozessorlauf) oder der CL-DATA-File (nach

Prozessorlauf) an das nachgeschaltete NC-Programmiersystem übergeben.

Bei dem Konzept der völligen Integration der NC-Programmierung in das CAD-System enthält dieses ein NC-Modul mit NC-Prozessor und einer Bibliothek von NC-Postprozessoren. Damit liefert das CAD-System die fertigen NC-Lochstreifen für die verschiedenen zu programmierenden NC-Werkzeugmaschinen.

Diese verschiedenen technischen Integrationskonzepte zur Verknüpfung von CAD und NC-Programmierung wurden in Bild 2 zusammenfassend dargestellt. Zur Verdeutlichung wurde zusätzlich der Ablauf bei nichtintegrierten Teillösungen mit aufgenommen.

der Vernetzung stellt das Konzept der „integrierten Anwendungssoftware“ dar. Dabei sind CAD- und PPS-Software so miteinander verbunden, daß der Benutzer nicht merkt, daß er es mit zwei getrennten Systemen zu tun hat. Er kann von seinem jeweiligen Terminal aus sämtliche Programme und Daten nutzen.

In Bild 4 werden diese unterschiedlichen Konzepte der CAD/PPS-Vernetzung verdeutlicht. Wie aus dieser Darstellung hervorgeht, steigt der Komfort für den Benutzer von der untersten Form der Vernetzung bis zur höchsten Integrationsstufe kontinuierlich an. Gleichzeitig muß jedoch gesagt werden, daß die Verfügbarkeit von Standardlösungen am ehesten auf der untersten Ebene gegeben ist. Vor dem Hintergrund der neuesten Marktübersicht bedeutet dies, daß die gegenwärtig angebotenen CAD-Systeme, die eine PPS-Vernetzung erlauben, meist nach dem Konzept „Aufbau und Übergabe von Zwischendateien“ arbeiten, also auf der niedrigsten Integrationsstufe.

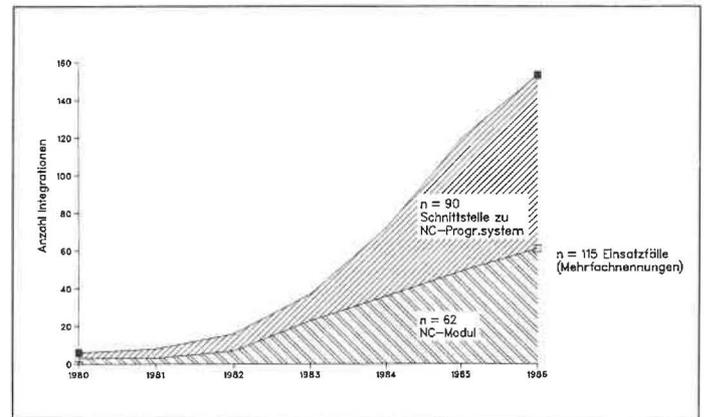


Bild 5: Bestandszahlen erfaßter CAD/NC-Integrationen (kumuliert)

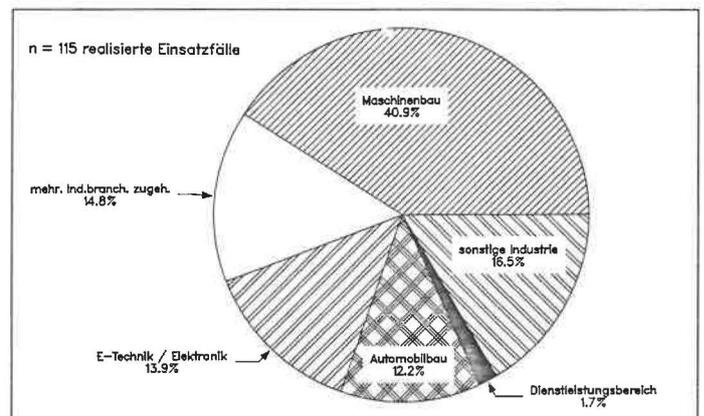


Bild 6: Branchenzugehörigkeit der Firmen mit realisierter CAD/NC-Vernetzung in der mechanischen Konstruktion

3. Stand der betrieblichen Anwendung

3.1 Diffusion von CIM-Konzepten

In der betrieblichen Anwendung ist der CIM-Gedanke auch in Form von Teilintegrationen quantitativ bislang kaum relevant. Mitte 1985 waren in der Bundesrepublik Deutschland zwischen 2000 und 2500 CAD-Systeme installiert. Diese Abschätzung basiert auf Herstellerangaben, die im Frühjahr 1985 eingeholt wurden, einer kontinuierlichen Beobachtung in den vergangenen Jahren sowie der Fortschreibung einer im Jahr 1983 durchgeführten Analyse [5].

Angaben zum Umfang der informationstechnischen Vernetzungen dieser CAD-Systeme mit einer Rechnerunterstützung in den Bereichen NC-Programmierung, Berechnungen mit der Finite-Elemente-Methode (FEM), Stücklistenherstellung, Arbeitsplanerstellung (CAP) sowie Produktionsplanung und -steuerung (PPS) liegen flächendeckend nicht vor. Detaillierte Angaben zu solchen Vernetzungen konnten von 13 CAD-Anbietern gewonnen werden, die zusammen ca. ein Drittel aller CAD-Installationen geliefert haben. Für diese Gruppe stellt sich die Situation folgendermaßen dar:

- Eine Koppelung zwischen CAD und rechnergestützter NC-Programmierung ist bei ca. 20% aller von diesen CAD-Anbietern installierten Systemen realisiert.
- Berechnungsprogramme mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode sind in ca. 10% aller CAD-Anwendungen dieser Anbieter mit der CAD-Datenbasis informationstechnisch verknüpft.
- Eine automatische Stücklistenherstellung kann über einen mit dem CAD-System verbundenen Stücklistenprozessor in ca. 30% der CAD-Anwendungsfälle erfolgen.
- Systeme der rechnerunterstützten Arbeitsplanerstellung sind in ca. 1% der CAD-Anwendungen mit der CAD-Datenbasis verbunden.
- Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme konnten ebenfalls in 1% der Fälle mit dem CAD-System Daten austauschen.

Damit wird deutlich, daß die Vernetzung der Rechneranwendungen in den technischen Unternehmensbereichen erst wenig verbreitet ist. Das Schwergewicht der betrieblichen Anwendung liegt zur Zeit noch in der Realisierung einer integrierten DV-Unterstützung in Konstruktion, Arbeitsvorbereitung und Fertigung. Gleichwohl zeigt es sich, daß das Ziel der Vernetzung von den Unternehmen aufgegriffen wird. Dabei versucht man jedoch sinnvollerweise nicht in einem Schritt alle angestrebten Integrationen gleichzeitig zu realisieren. Das Schwergewicht der Bemühungen liegt gegenwärtig auf der Vernetzung der NC-Programmierung mit der CAD-Datenbasis, auf die daher im folgenden detaillierter eingegangen werden soll.

3.2 CAD/NC-Anwendungen

Vor dem Hintergrund umfangreicher Markterhebungen, insbesondere bei Herstellern von CAD-Systemen und NC-Programmiersystemen, kann man davon ausgehen, daß Mitte 1986 mindestens 400 CAD/NC-Integrationen bei Anwenderbetrieben realisiert sind. Im Rahmen eines derzeit laufenden, durch das HdA-Programm geförderten Projektes,

Diese neu zu erledigende Teiltätigkeit wird jedoch nicht in dem Maße bei den Mitarbeitern der NC-Programmierung angelagert, in dem dort die Geometrieprogrammierung entfällt. In nahezu der Hälfte der Fälle wird hiermit der Konstrukteur beauftragt, der damit dann erkennen muß, welches die NC-relevanten Teile des von ihm konstruierten Werkstückes sind.

Betrachtet man die Bearbeitungsverfahren, für die zur Zeit bei der NC-Programmierung auf CAD-Daten zurückgegriffen wird, so zeigt sich, daß die integrierten Lösungen bereits für eine Vielfalt von Bearbeitungsverfahren genutzt werden. Wie Bild 9 zeigt, unterscheiden sich die Einsatzhäufigkeiten jedoch in starkem Maße: Die Erstellung von NC-Programmen für Bohr- und Fräsbearbeitungen bis zu drei Achsen ist mit 67% Einsatzschwerpunkt der zur Zeit realisierten Integrationen. Die Programmierung von Drehteilprogrammen ist mit nahezu 50% der Integrationsfälle, die Programmierung des Drahterodierens in nahezu 40% der Einsatzfälle Gegenstand der CAD/NC-Koppelung. Programme zum fünfachsigen Fräsen werden noch in mehr als 30% der Fälle über diese Lösung erstellt, wohingegen das Schleifen, Stanzen und Nibbeln, Brennschneiden oder andere Bearbeitungsverfahren jeweils nur in etwa oder in weniger als 20% der Fälle praktiziert werden.

Geht man der Frage nach, inwieweit Unterschiede in den zu programmierenden Bearbeitungsverfahren zu verschiedenartigen technischen Lösungen der CAD/NC-Integration geführt haben, so zeigt sich zunächst, daß unabhängig vom Bearbeitungsverfahren die technische Option „Geometrieübergabe von CAD an NC-System“ die häufigst gewählte technische Form der Integration darstellt. Gleichzeitig wird aus Bild 10 jedoch auch deutlich, daß die Nutzung von NC-Modulen, die in die CAD-Systeme integriert sind, dann überdurchschnittlich häufig erfolgt, wenn es darum geht, Programme für das fünfachsige Fräsen und das Drahterodieren zu erstellen. In beiden Fällen handelt es sich um die Herstellung von komplexen Werkstücken, deren NC-Programme sehr geometrieintensiv sind. Speziell auf diese Anforderungen hin sind einige NC-Module von bekannten CAD-Anbietern ausgelegt.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend läßt sich sagen: Das Angebot zur technischen Realisierung des CIM-Gedankens ist in den letzten Jahren leistungsfähiger geworden. Gleichwohl sind umfassende CIM-Konzepte keineswegs marktgängig. Bislang sind Teilintegrationen verfügbar, die insbesondere die Vernetzung von CAD und NC-Programmierung, CAD und Stücklistenenerstellung sowie teilweise von CAD und PPS erlauben. Reifegrad und Vernetzungsoptionen haben in diesen Bereichen weiter zugenommen. Zur Zeit steht die Integration von CAD und PPS an der Schwelle zu einem umfassenderen Angebot.

Literatur

- [1] Lay, G.; Poths, W.: Leistungsmerkmale integrierter CAD/CAM-Systeme – Vergleichende Marktübersicht zur Integration von Systemen der computergestützten Konstruktion und Fertigung –, 2., aktualisierte Auflage, Maschinenbau-Verlag, Frankfurt/Main 1985
- [2] Scheer, A. W.: PPS-Systeme im Wandel. In: Industrie-Anzeiger Nr. 21 vom 14. 3. 1984, 106. Jg., S. 68–71
- [3] Förster, H.-U.: CAD/PPS-Koppelung – ein Meilenstein auf dem Weg zur rechnerintegrierten Produktion. In: CAD-CAM-Report 1, 2/85, S. 54–59
- [4] Scheer, A. W.: Betriebswirtschaftliche und technische EDV integrieren. In: Industrie-Anzeiger vom 28. 12. 1984, 106. Jg., S. 38–41
- [5] Lay, G. u. a.: Vernetzung EDV-gestützter Betriebssysteme – Folgenabschätzung anhand praktischer Beispiele, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Forschungsbericht 449, Dortmund 1986