

**II OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA TEORII MASZYN
I MECHANIZMÓW****11th POLISH CONFERENCE ON THE THEORY OF MACHINES
AND MECHANISMS****27-30. 04. 1987 ZAKOPANE**

Jürgen RUGENSTEIN

Magdeburg/DDR

DER EINSATZ VON KLEINCOMPUTERN IN DER KONSTRUKTION**1. Einsatzbedingungen**

Das wichtigste Potential in unserer Gesellschaft ist der Mensch mit all seinen Interessen, seinem Ideenreichtum, seinen Fähigkeiten und Bedürfnissen. Der Schlüssel zum Erfolg bei der rechnerunterstützten Konstruktion (CAD-Computer Aided Design) ist immer das persönliche und gesellschaftliche Verantwortungsbewusstsein und die Schöpferkraft der Ingenieure, gepaart mit der nötigen Besessenheit, auf ihrem ureigensten Fachgebiet Spitzenleistungen zu vollbringen.

Durch CAD soll in allen Konstruktionsbereichen, d.h. sowohl in den Entwicklungszentren grosser Kombinate als auch in kleinen Konstruktionsbüros für die Rationalisierungsmittelkonstruktion, eine höhere Kreativität bei den Konstrukteuren und eine Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse erreicht werden. Parallel dazu müssen aber auch Leistungs- und Risikobereitschaft der Konstrukteure, der Wille zum ständigen Weiterlernen nicht nur fachspezifischen Wissens und zur kritischen Leistungsbewertung weiterentwickelt werden. Ziel aller Bemühungen, die mit CAD verbunden sind, ist die Erhöhung der Patentergiebigkeit, die Verkürzung der Innovationszeiten und die Erhöhung der Gebrauchswerte der Erzeugnisse trotz eines verminderten spezifischen Energie- und Materialverbrauches.

Vor den ersten Aktivitäten der Hard- und Softwarebestellung müssen alle Fragen geklärt sein, die beispielsweise mit der Grösse des Computers und seinen peripheren Geräten, seiner Auslastung, mit arbeitsorganisatorischen, arbeits-psychologischen und arbeitsmedizinischen Problemen, mit dem Aufstellungsort zusammenhängen.

Es ist bekannt, dass gegenwärtig die effektivste kreative Konstruktionsarbeit in der Regel in der Normalschicht geleistet wird. Deshalb muss dann auch der Computer für den Konstrukteur bereitstehen. Bei zentralen Grosscomputern müssen zur Erreichung einer maximalen Auslastung und einer hohen Wirtschaftlichkeit die Rechenzeiten für die einzelnen Auftragsarten geplant werden, so dass damit Warteschlangen und -zeiten verbunden sind.

Um die kreative Arbeit nicht durch zusätzliche Wege zum und vom zentralen Rechner oder Wartezeiten zu unterbrechen, sollte der Computer am Arbeitsplatz des Konstrukteurs stehen. Nur dann sollte der Konstrukteur auf den Arbeitsgebiets- oder zentralen Computer zurückgreifen, wenn durch Optimierung- oder andere Rechnungen am Personal- bzw. Kleincomputer zu lange Rechenzeiten entstehen würden oder der für die Informationsverarbeitung erforderliche Speicherplatz beim Arbeitsplatzcomputer nicht zur Verfügung steht. Die Besonderheiten von CAD mit Arbeitsplatzcomputern und zentralen Computern zeigt Tafel 1.

Tafel 1

Besonderheiten von CAD-Computern

C A D

mit Arbeitsplatz-
Computern

mit zentralen
Computern

Besonderheiten

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Geringe Investitionskosten - keine Wege- und Wartezeiten - Beschränkte Peripherie | <ul style="list-style-type: none"> - für sehr grosse Datenmengen - grosse Investitionskosten und damit auch hohe Rechenkosten - meist nicht sofort verfügbar |
|---|---|

Anwendungen

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - alle Konstruktionsphasen | <ul style="list-style-type: none"> - Stapelverarbeitungsprogramme - Nachweis-Dateien |
|--|--|

2. Hardware

Der Kleincomputer sollte eine möglichst grosse Speicherkapazität besitzen, um möglichst komfortable Programme mit ihren Daten nur einmal aufrufen zu müssen.

Für die Eingabe ist in vielen Fällen eine alphanumerische Eingabetastatur hinreichend. Diese sollte jedoch frei beweglich und nicht im Rechner selbst angeordnet sein. Frei programmierbare Funktionstasten sind für den Betrieb des Kleincomputers von Vorteil. Um eine Beschriftung der Funktionstasten vornehmen zu können, sollte über und unter den Funktionstasten hinreichend Platz vorhanden sein, um entsprechende Masken auf dem Tastenfeld anordnen zu können.

Für die Funktionstasten empfiehlt sich folgende Mindestbelegung:

RUN (oder Startbefehl)

LIST

LOAD

CLS

Hard-copy-Ausgabe

Protokolldruck

Der Computer sollte einen möglichst grossen Hauptspeicher und über leicht und schnell arbeitende externe Speicher verfügen. Für die Ausgabe soll neben dem Bildschirm eine Möglichkeit zur Ausgabe auf Papier von alphanumerischen Texten (z.B. Protokolldruck) und Bildern (z.B. technischen Zeichnungen) bestehen. Für Kleincomputer eignen sich gut die Nadeldrucker der K 6300-Serie des VEB Buromaschinenwerkes Sömmerda. Damit lassen sich sowohl zweidimensionale Darstellungen (in senkrechter Parallelprojektion) als auch dreidimensionale (in orthogonal-isometrischer Darstellung) herstellen. Jedoch müssen einige Regeln des ESKD diesen Bedingungen noch angepasst werden.

3. Grund- und Basis-Software

Die Grund- oder Betriebs-Software richtet sich nach der Konstruktion des Computers. Für den Kleincomputer KC 85/2 ist es das Betriebssystem CAOS (Cassette Aided Operation System). Als Basis-Software werden für den KC 85/2 zwei BASIC-Versionen in Form eines Magnetband-Interpreters und auf einem PROM-Einschub (Programmable read-only memory) angeboten. Auch ist eine Programmierung mit U-880-Assembler möglich.

Beide BASIC-Versionen unterscheiden sich im wesentlichen nur in den Graphik-Befehlen. Beim MB-BASIC-Interpreter wird durch eine Laufanweisung eine Strecke nacheinander punktweise mit dem Befehl PSET gesetzt. Bei der PROM-Version wird ein Linien-Befehl LINE gegeben, der eine Verkürzung der Rechenzeit ergibt.

Es ist jedoch zweckmässig, sowohl die Funktionstasten-Belegung als auch ein spezielles GRAFIK-Maschineprogramm nach der Inbetriebnahme des Computers zu laden. Letzteres wurde am Lehrstuhl Konstruktionstechnik der TH Magdeburg entwickelt, um die Darstellungszeiten auf dem Bildschirm weiter zu verkürzen.

4. Anwender-Software

Der Konstrukteur wird nur dann den Computer zu seiner Unterstützung beanzuliegen, wenn folgende Voraussetzungen hinsichtlich der Software erfüllt werden:

- Hinreichende Zahl von Programmen für den jeweiligen Arbeitsbereich,
- Ausreichende aktuelle Datenspeicher,
- Nutzung der Anwender-Software ohne spezielle Nutzerschulung,
- Leichte, schnelle, eindeutige, kontrollier- und korrigierbare Eingabe der aktuellen Parameter,
- Unterstützung des Konstrukteurs bei der Wahl von Kennwerten durch entsprechende Menüs,
- Kurze Reaktionszeiten bei einem Minimum an Bedienungsaufwand,
- Automatische Dokumentation der Ergebnisse.

Für den Maschinenbau-Konstrukteur wird eine Programmbibliothek am Lehrstuhl Konstruktionstechnik der THM aufgebaut, die gegenwärtig bereits mehr als 25 Programme beinhaltet.

Die Programmbibliothek umfasst folgende Fachgebiete

- A - Allgemeine Software (Service-Programme)
- B - Mathematik (einschl. Geometrie)
- C - Maschinenelemente
- D - Druckbehälter
- E - Elektrotechnik
- F - Fördergeräte
- H - Hydraulik
- R - Rohrleitungen

Für das Fachgebiet Maschinenelemente gilt folgende Klassifikation:

- C 0 Allgemeines (Mass- und Toleranzketten u.a.)
- C 1 Festigkeit
- C 2 Federn
- C 3 Verbindungselemente
- C 4 Stoffschlüssige Verbindungen
- C 5 Hülltriebe
- C 6 Achsen und Wellen
- C 7 Lagerungen
- C 8 Kupplungen und Bremsen
- C 9 Getriebe

Um die benötigten Programme schnell finden zu können, benötigt der Konstrukteur entsprechende Hilfsmittel. Bei Kleincomputern kann eine Speicherung der Bibliotheksangaben und entsprechender Such- und Nachweisprogramme im Computer erst dann erfolgen, wenn dafür erforderlicher Speicherplatz ständig zur Verfügung steht und die Programm- und Datenübergabe von Speichermedium in den Computer hinreichend schnell erfolgen kann. Das trifft zu für Personal-Computer mit hinreichend grossem Hauptspeicher oder mit grossen Festplattenspeichern. Für den "billigen" CAD-Arbeitsplatz kommen vorzugsweise arbeitsplatzgebundene Schlagwortregister zum Einsatz. Sie sollten möglichst weitgehend dem zentralen Deskriptorenverzeichnis des ZIID angepasst sein.

Die Standard-Informationsstellen der Betriebe müssen in Zukunft nicht nur die in den einzelnen Abteilungen bestehenden TGL-Sammlungen ständig aktualisieren, sondern auch die an den CAD-Arbeitsplätzen vorhandenen Dateien. Dieser Änderungs- und Wartungsaufwand der Dateien muss kontinuierlich durch die dafür fachlich zuständigen Stellen der Betriebe gewährleistet sein. Diese Aufgabe kann erst dann teilweise entfallen, wenn entsprechende Rechnernetze mit zentralen Nachweisspeichern geschaffen sind. Für autonom arbeitende CAD-Stationen ist aber auch dann ein solcher Aktualisierungsdienst unerlässlich.

Die Nutzung der Anwender-Software von verschiedenen Autoren soll von dem Konstrukteur ohne besondere Nutzerschulung möglich sein. Das bedeutet, dass die Programme selbsterklärend sein müssen. Der Konstrukteur soll bei der Nutzung von CAD-Systemen sein kreatives (geistig-schöpferisches) Schaffen, sein Denkvermögen, auf die Lösung des technischen Problems richten. Der Computer ist und bleibt für ihn nur ein Hilfsmittel, ein Arbeitsmittel. Der Konstrukteur erwartet deshalb auch eine aufwandsarme Kommunikation zwischen Mensch und Computer.

CAD-Prozesse umfassen im allgemeinen folgende Aktionen:

- Eingabe der globalen Daten
- Nutzerunterstützung durch Nutzerführung und Datenbereitstellung,
- Erzeugung, Modifikation, Optimierung und Detaillierung von rechnerinternen Modellen (RIM) durch
 - geometrische Gestaltung der M a c r o geometrie und der M i c r o geometrie.
 - Vordimensionierung und Nachrechnung
- Veranschaulichung der rechnerinternen Modelle (RIM) auf Bildschirmen als
 - alphanumerische Texte
 - graphische Darstellungen
- Kontrolle der Ergebnisse durch
 - Kollisionsbetrachtungen
 - Plausibilitätskontrollen
 - Simulation
- Dokumentation der Ergebnisse
 - als
 - Protokolldrucke aller Bildschirmtexte
 - Hardcompyausgaben der grafischen Darstellungen

Nach einer Angabe der Programmbezeichnung und eventuell des zu erwartenden Leistungsumfanges sollte bei allen CAD-Programmen die Eingabe der globalen Daten erfolgen. Sie sind rechnerintern hinsichtlich ihrer logischen Richtigkeit zu prüfen. Erfolgte eine falsche Eingabe, so ist sofort durch eine Fehlermeldung darauf zu reagieren.

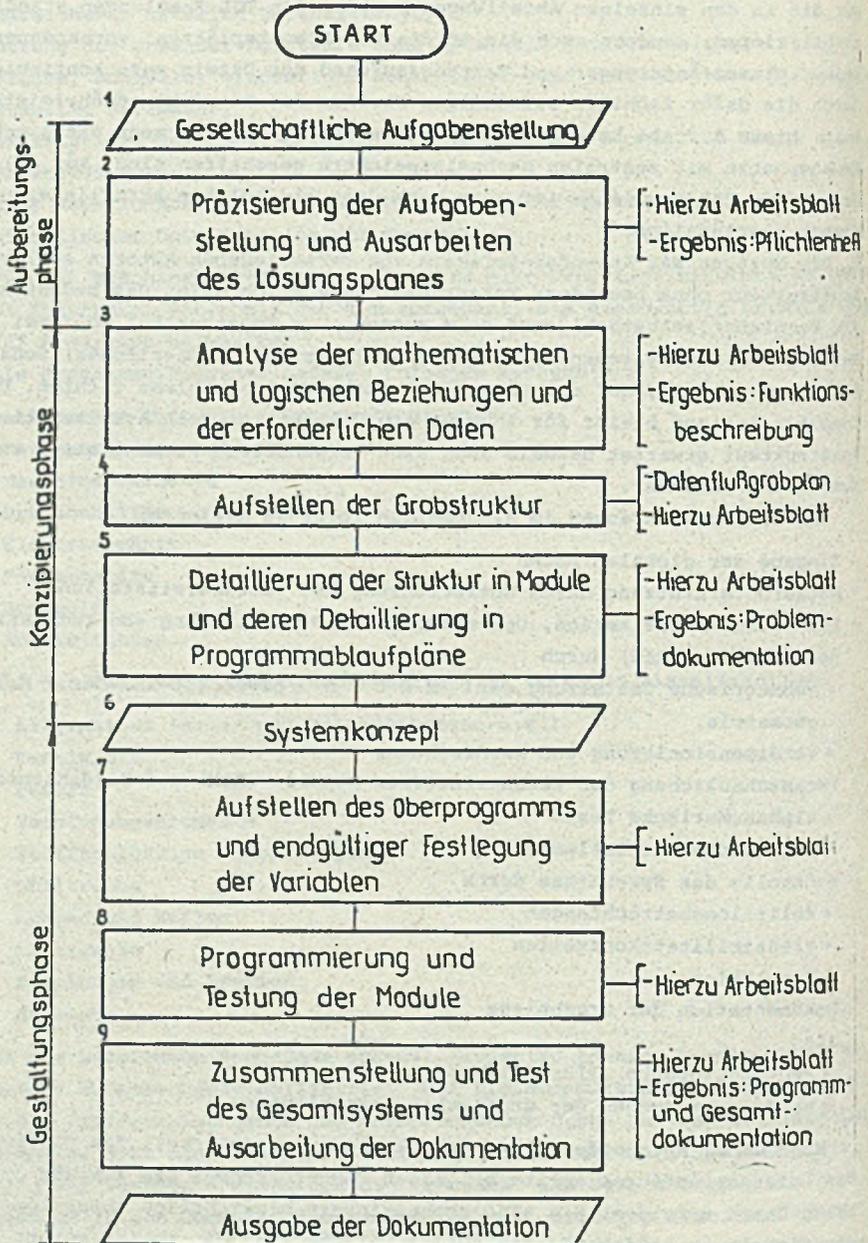


Bild 1

5. Entwicklung von Anwender-Software

Es ist heute unumstritten, dass ein methodisch richtiges Vorgehen beim Konstruieren nicht nur Arbeitszeit spart, sondern auch zu einer Qualitätserhöhung der Erzeugnisse und einer grösseren Patentergiebigkeit bei der Entwicklung neuer Erzeugnisse sowie zu einer Senkung der Fehlerquote und der Nacharbeitskosten führt. Dasselbe trifft auch für den Entwicklungsprozess von Anwender-Software zu.

In Anlehnung an das Modell des konstruktiven Entwicklungsprozesses [1] wurde ein Modell des CAD-Software-Entwicklungsprozesses (Bild 1), erarbeitet und getestet.

Auch für CAD-Systeme gilt die allgemeine Konstruktionsprämisse "Einfach, eindeutig, sicher". Für den Aufbau und die Bewertung von CAD-Systemen gelten jedoch folgende Kriterien:

- Einfachheit
- Variabilität
- Modularität
- Transparenz
- Korrektheit
- Stabilität
- Zuverlässigkeit.

Unter Einfachheit wird hier ein einfacher, übersichtlicher Programmaufbau verstanden. Alle CAD-Programmsysteme sind für die interaktive Arbeitsweise, d.h. die Dialogführung zu gestalten. Das ist notwendig, weil Entscheidungen beim Problembearbeitungsprozess durch den Konstrukteur auf Grund der Erfahrungen meist schneller getroffen werden können, als es durch umfangreiche programmierte Beweisführungen möglich ist.

Die bei der Dialogtechnik auf dem Bildschirm gezeigten Menüs (Auswahlmöglichkeiten) sollen in ihrem Aufbau übersichtlich und nach Möglichkeit durch grafische Darstellungen veranschaulicht werden. Wenn beispielsweise ein Augenstab nach TGL 19 337 berechnet werden soll, so sind dem Programmnutzer die nach TGL berechenbaren Augenformen auf dem Bildschirm darzustellen. Erst dann kann er seine Entscheidung treffen, wenn ihm die Auswahlmöglichkeiten veranschaulicht worden sind.

Grundsätzlich ist bei der Gestaltung von Dialog-Programmsystemen davon auszugehen, dass die Bildschirmtexte selbsterklärend sein sollen. Zusätzliche schriftliche Unterlagen sollen in der Regel nicht erforderlich werden.

Die Ausgabe der ermittelten Werte sollte ebenfalls nicht nur in Tabellenform, d.h. alphanumerischen Sätzen, sondern auch durch eine möglichst massstäbliche Darstellung ergänzt werden.

Die Variabilität eines Programmsystems ist dann gegeben, wenn der Konstrukteur nicht an einen Zwangsdurchlauf bei der Abarbeitung gebunden ist, sondern die Programmteile, die Module, in unterschiedlicher Reihenfolge nu-

tzen kann. Eine serielle Abarbeitung und somit ein Zwangsdurchlauf ist nicht erforderlich. Es kann dann Zeit und Geld gespart werden.

Unter Modularität wird eine Aufteilung in Module verstanden. Diese sollen in sich stabil sein und können dann bei der Abarbeitung mehrfach genutzt werden und stellen abgrenzbare, logisch durchdringbare Teilabschnitte mit weitgehend vereinheitlichten Schnittstellen, Variablenbezeichnungen und Stringvereinbarungen dar. Das betrifft insbesondere auch Fehleranalysen und Anzeigen, Zeichnungsmakros und andere.

Die Transparenz oder Durchsichtigkeit eines Programmsystems muss für den Konstrukteur zu jedem Abarbeitungszeitpunkt gegeben sein. Deshalb sollten auch Zwischenergebnisse angezeigt oder ausgedruckt werden. Wenn der Bildschirm beispielsweise länger als 10 bis 15 Sekunden nach der Eingabe eines Befehls oder von Daten keine Reaktionen zeigt, vermutet der Nutzer häufig, dass ein Defekt beim Computer vorliegt. Der Konstrukteur empfindet Reaktionszeiten (Zeit zwischen Ein- und Ausgabe) dann als kurz, wenn die Zeit zwischen 2 bis 3 Sekunden liegt. Ist die Reaktionszeit grösser als 15 Sekunden, sollen Zwischentexte ausgegeben werden, damit sich der Nutzer nicht durch andere Dinge ablenken lässt.

Unter Korrektheit wird hier die korrekte Datenbehandlung und Begriffsbildung verstanden. Unzulässige Dateneingaben infolge fehlerhaften Tastendrucks oder bei Kontaktfehlern der Tastatur müssen durch das Programm weitgehend erkannt und sofort beanstandet werden. Die verwendeten Begriffe müssen standardgerecht sein und sollen (eventuell zusätzlich in Klammern) dem Wortschatz des Konstrukteurs angepasst sein.

Die Stabilität eines CAD-Programmsystems muss so gross sein, dass es auch in ungünstigen Fällen nicht zu einem Absturz des Systems kommt, sondern der letzte richtige Zustand im Computer erhalten bleibt.

Die Zuverlässigkeit des CAD-Programmsystems muss gewährleistet sein. Deshalb sind alle Programm- und Datenspeicher möglichst mehrfach abzulegen, um bei Bedien- oder Gerätefehlern mindestens jeweils eine einwandfreie Variante zur Verfügung zu haben.

Da alle Arbeitsplatz-Computer mittels der Programmiersprache BASIC betreibbar sind und mit ihr auch meist betrieben werden, ist hier eine Variablen-Vereinbarung zu Beginn der Programmierung nicht erforderlich. Es zeigt sich aber, dass die Festlegung und Auflistung der Variablennamen unbedingt parallel zur Bearbeitung des CAD-Programmsystems erfolgen sollte, um nachträglich notwendige Änderungen weitgehend zu vermeiden. Das ist insbesondere dann erforderlich, wenn der Variablenname nur eine beschränkte Anzahl von Zeichen haben darf [2]. Diese Variablenliste sollte folgende Angaben enthalten:

- Standardisierte oder übliche Bezeichnungsweise
- Bezeichnungsweise auf dem Bildschirm bzw. auf dem Ausdruck (Hardcopy-Ausgabe)
- Rechnerinterne Darstellung der Variablen

- Grösseneinheiten
- Erläuterung und Begriffsdefinition
- Angabe der Module, in denen die Variable verwendet wird (Notwendig für spätere Änderungen).

Bei einem Klein-Computer muss wegen der geringen Hauptspeicherkapazität stets versucht werden, den Speicherplatzbedarf zu minimieren. Sehr viel Speicherplatz benötigen die erforderlichen Bildschirmtexte. Zweckmässig ist eine Vereinheitlichung bestimmter Zeichenketten (Strings) zu Beginn des Programms. Ob eine solche Festlegung globaler Strings zweckmässig ist, kann nach folgender Beziehung ermittelt werden

$$Z = \frac{S + 6}{S + 2 - A}$$

wobei

Z - Zahl der Wiederholungen des Strings im Programm,

S - Zahl der Zeichen des Strings,

A - Zahl der Zeichen für den Aufruf des Strings

ist.

Bei kurzen Zeichenketten lohnt sich eine solche Vereinbarung nur bei einer grossen Zahl von Wiederholungen.

Die Variablenliste und die der Strings ist unbedingt parallel zur CAD-System-Entwicklung aufzustellen und ständig zu aktualisieren.

Die Bilder 2 bis 4 zeigen den Arbeitsablauf innerhalb der einzelnen Arbeitsetappen nach Bild 1. Auf einige Punkte soll nachfolgend besonders hingewiesen werden.

Die bisher übliche Datenaufbereitung in Standards, Katalogen, Fachbüchern und in anderen Unterlagen ist meist nicht auf eine Verwendung in der rechnergestützten Konstruktion ausgerichtet.

Soll beispielsweise die technologisch bedingte Mindestwanddicke von Draugsstücken durch den Computer bestimmt werden, so sind dafür weder die diagrammatische Darstellung der Abhängigkeit von Gusswanddicke zum grössten Kennmass [2] noch die Zahlentafeln nach TGL 29 938 verwendbar. Nur durch die Ermittlung der mathematischen (funktionellen) Beziehungen zwischen beiden Grössen und entsprechende Aufrundungen lässt sich dieses Problem hinreichend platzsparend bei einem Arbeitsplatz-Computer lösen.

Vor der Standardisierung steht somit die Aufgabe, alle Standards in möglichst kurzer Zeit CAD-gerecht zu gestalten.

Das trifft auch für Abmessungsstandards wie z.B. die TGL 9500 für Passfedern zu. Für den manuellen Bearbeitungsprozess ist die Angabe der Masse für die einzelnen Passfedergrössen zweckmässig, da der Konstrukteur die Massedaten aus dem Standard entnehmen und in die Stückliste eintragen kann. Diese Massedaten benötigen jedoch viel Speicherplatz und sind deshalb für den Betrieb mit einem Arbeitsplatz-Computer ungeeignet, da für die Berechnung der einzelnen Massedaten -ur wenig Bytes ausreichen.

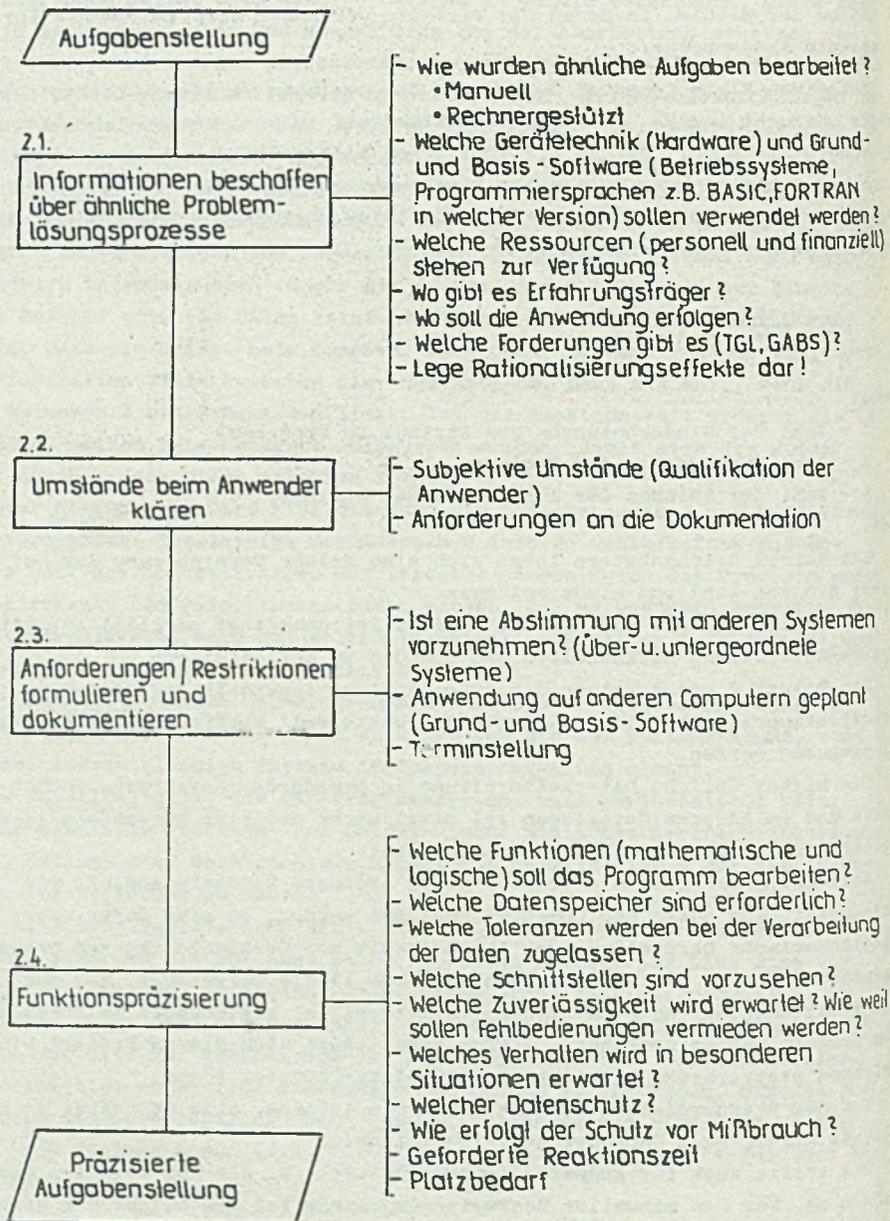


Bild 2

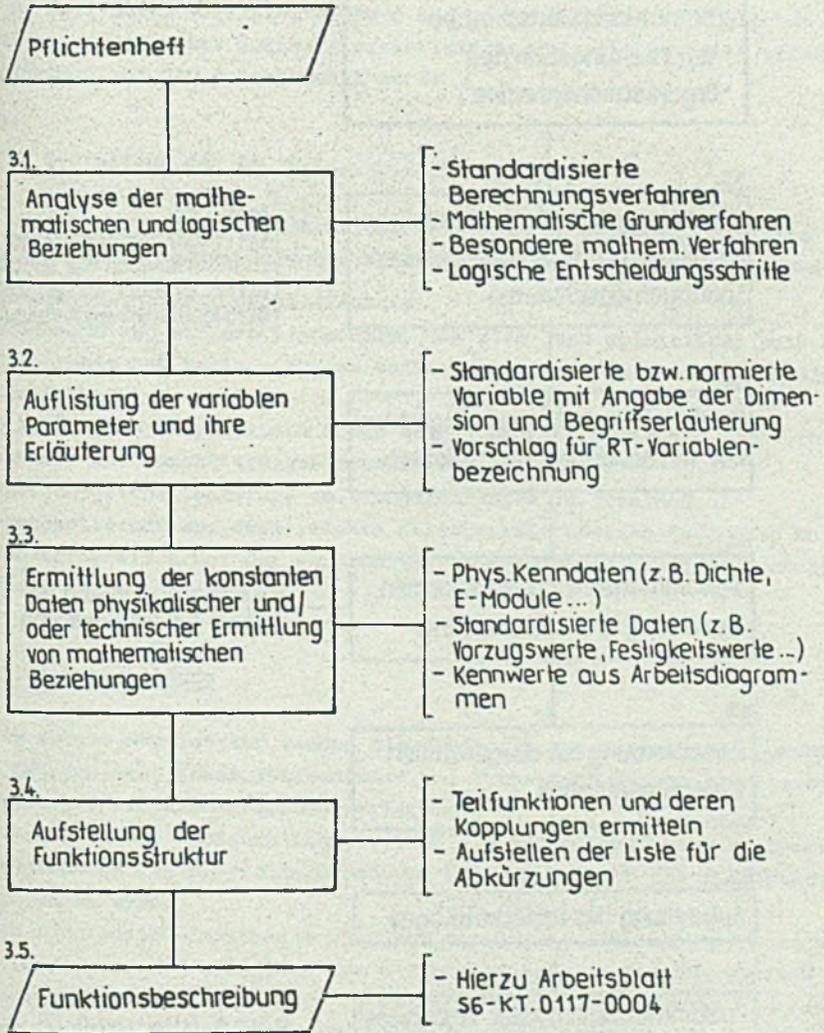


Bild 3

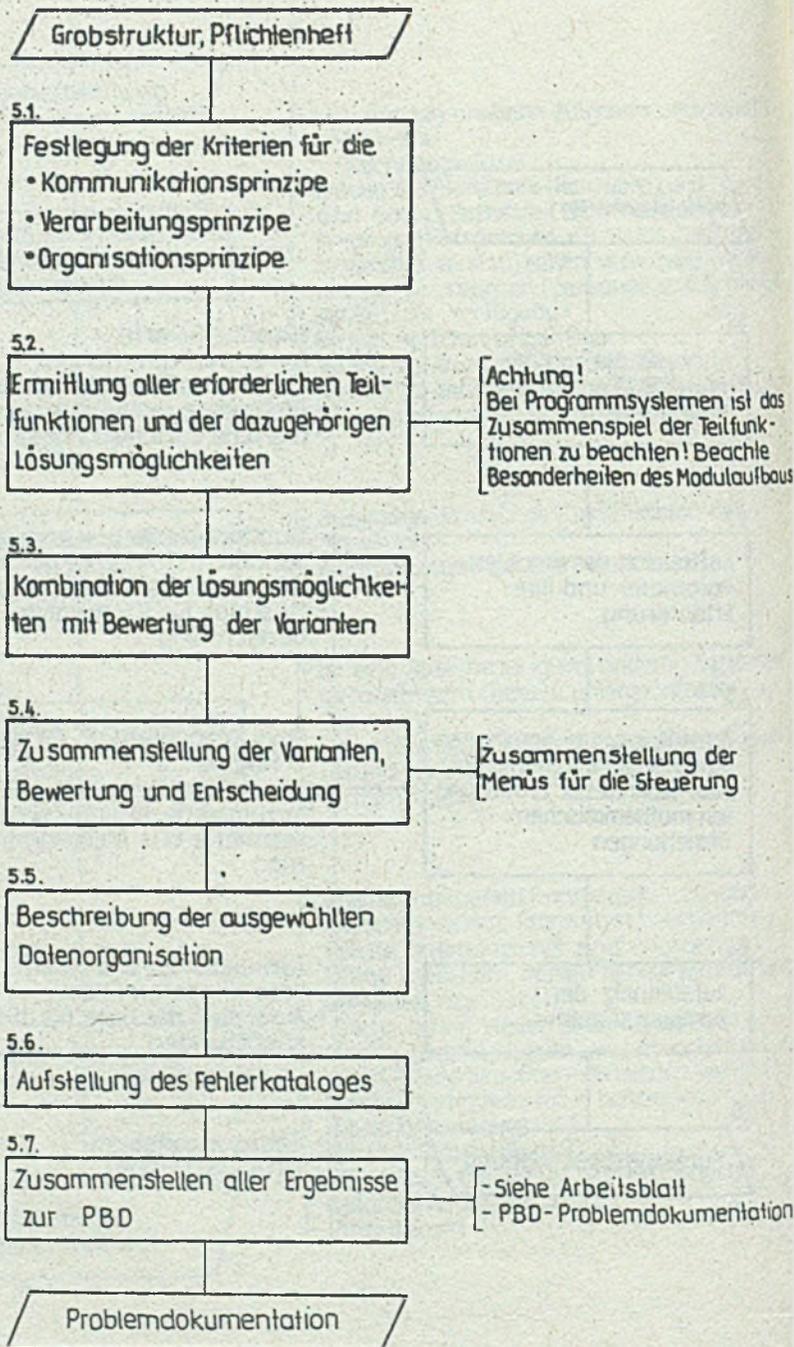


Bild 4

Der Aufbau der Programmsysteme, der Menüs, der Bildschirmbilder, die Programmiersprachen auch für grafische Darstellungen sind zur Erreichung einer komplikationslosen Portabilität zu vereinheitlichen. Der Portabilität von einem Computertyp zu einem anderen muss grösste Aufmerksamkeit geschenkt werden. Sie sollte auf jeden Fall gewährleistet sein. Erforderlichenfalls sollten längere Reaktionszeiten in Kauf genommen werden.

Es muss durch Vereinheitlichung und Portabilität eine möglichst häufige Nutzung entwickelter Software gewährleistet und eine schnelle effektive Einführung von CAD durchgesetzt werden.

6. Gestaltung der CAD-Arbeitsplätze

Die Gestaltung der CAD-Arbeitsplätze muss so erfolgen, dass sie den psychophysischen Bedingungen und Bedürfnissen angepasst wird. Das betrifft

- Schreibtischhöhe einschl. Tastatur.
- Blickrichtung auf den Bildschirm, der blen- und spiefelfrei sein muss.
- Sicherheit und Hygiene (keine Verletzungsgefahr und leichte Reinigungsmöglichkeit).
- Sitzhöhe und verstellbare Lehne des fahrbaren Drehstuhls, um Wirbelsäulenschäden und Durchblutungsstörungen vorzubeugen.
- Freibewegliche Tastatur, um Zwangshaltungen zu verhindern.
- Protokollruck so, dass leichte Ablesbarkeit möglich ist, aber keine Schwierigkeiten bei der Wartung (Farbbandwechsel, Papiernachschub) auftreten.

7. CAD-Ausbildung

Im ersten Studienjahr werden die Studenten zur Nutzung des Computers in den Lehrgebieten Konstruktionslehre und Technische Mechanik motiviert. Sie müssen eine Programmiersprache erlernen.

Im Rahmen der Fachausbildung werden die Studenten darin unterwiesen, wie methodisch an die Programmerarbeitung für den Bereich der Konstruktion herangegangen wird.

In der Konzipierungsphase wird der Festlegung des Datenumfanges grosser Wert beigemessen, da infolge des allgemein geringen Speicherplatzes der zu speichernde Datenumfang stets zu minimieren ist. So ist eine Übernahme aller Daten eines Standards (TGL) meist nicht notwendig.

Bei der Problemanalyse wird dann eine weitgehende Klassifikation der Daten vorgenommen.

Konstante Daten sind physikalische Kennwerte, in Standards enthaltene Daten oder betriebliche Kennwerte.

Diese Daten sind damit unabhängig von dem Anwenderprogramm und sollten in Permanent-Dateien enthalten und ständig zugriffbereit sein. Bei der Pro-

blemaufbereitung deshalb stets prüfen, ob entsprechende Datensätze bereits verfügbar sind. Temporäre Daten sind aufgabenbezogene Daten. Sie können sich auf das jeweilig zu betrachtende Objekt beziehen. Dann werden sie als globale Daten bezeichnet. Beziehen sich die temporären Daten nur auf eine bestimmte Schnittstelle im technischen Objekt, z.B. auf die Einspannstelle eines Trägers oder auf einen bestimmten Wellenabsatz, so werden sie als partielle Daten bezeichnet. Alle temporären Daten werden für eine bestimmte Aufgabenstellung eingegeben oder durch die Informationsverarbeitung gewonnen. Da die temporären Daten nur für eine Aufgabenstellung gelten, können sie in einem Datenspeicher gerettet oder mittels eines Druckers ausgedruckt werden. Sie müssen aber vor Beginn einer neuen Aufgabenbearbeitung unbedingt gelöscht werden. Entsprechende Programmschritte sind vorzusehen.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Programmierung ist eine vollständige und dokumentarisch niedergelegte Problemanalyse. Bei der Erstellung der Dokumentation ist aber eine programm-technisch orientierte Darstellung des Problems unbedingt zu vermeiden, da sie sonst bei jeder Programmänderung ebenfalls zu korrigieren wäre.

Im Rahmen der Problemanalyse müssen im einzelnen folgende Aufgaben untersucht werden:

- Welche Berechnungen sollen durchgeführt werden?
- Welche Entscheidungskriterien bzw. welche Wege gibt es, um mit einer möglichst grossen Wahrscheinlichkeit zum optimalen Ziel zu gelangen?
- Welche Datenmanipulationen werden erforderlich?
- Welche Schnittstellen sind zweckmässig?
- Sollen graphische Darstellungen und eventuell in welcher Form und zu welchen Zeitpunkten erfolgen?
- Welche Genauigkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit wird erwartet?

Bei der Festlegung der Schnittstellen muss die Unterteilung in Teilsysteme und Module berücksichtigt werden. Sie kann aus folgenden Gründen zweckmässig sein:

- Die Übertragbarkeit (Portabilität) in andere Programmsysteme wird dadurch möglich.
- Eine Erweiterung der einzelnen Module aber auch des gesamten Programmsystems wird dadurch erleichtert.
- Es besteht die Möglichkeit der getrennten Implementierung und Testung der einzelnen Module.
- Es ergibt sich dadurch eine geringere gegenseitige Beeinflussung der Teilfunktionen.

Für jedes Teilsystem bzw. für jeden Modul ist dann zunächst der Algorithmus aufzustellen. Innerhalb einer Hochschule oder eines Betriebes sollte es dafür einheitliche Richtlinien geben, da die allgemeinen bzw. standardisierten -Vorschriften teilweise ungenügend, teilweise zu aufwendig und teilweise nicht übersichtlich genug sind.

Parallel dazu können die Studenten einige Programme der Programmbibliothek bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben verwenden, damit sie sich bereits während des Studiums mit den Vorzügen der rechnergestützten Konstruktion vertraut machen können. Nachdem die Studenten in den ersten beiden Studienjahren mit der "manuellen" Berechnung vertraut gemacht werden, können sie im weiteren Verlauf ihres Studiums die Programmbibliothek nutzen. Dadurch ist es aber auch möglich, in dem gleichen für die Belegbearbeitung zur Verfügung stehenden Zeitvolumen eine grössere theoretische Durchdringung und Berechnung zu erreichen. Damit kann auch mehr auf eine Optimierung der Bauteile, ökonomische Materialverwendung und grössere Zuverlässigkeit eingegangen werden. In der Lehre werden ab 1986 die KC 85 - Programme in den Lehrkomplexen Darstellende Geometrie, Toleranzen und Passungen, Dauerfestigkeit, Wellendimensionierung, Getriebedimensionierung eingesetzt.

8. Ausblick

Durch den Einsatz von Kleincomputern sowohl in der Ausbildung als auch in der Konstruktion selbst muss es möglich werden, die geistig-schematischen Routineaufgaben zeitlich so zu reduzieren, dass der Anteil für geistig-schöpferische Tätigkeit erhöht werden kann. Das ist erforderlich, um zu einer kurzfristigen Innovation der Erzeugnisse und höherer Patentergiebigkeit in der konstruktiven Produktionsvorbereitung, zu Material- und Energieeinsparungen in der Produktion zu gelangen.

Von einem Konstrukteur muss zukünftig erwartet werden, dass er die Methoden zur Erreichung einer hohen Effektivität in der geistig-schöpferischen Tätigkeit und die Handhabung von Computern beherrscht. Um den zweckmässigen Einsatz der Computer in seinem Arbeitsbereich zu ermöglichen, muss der Konstrukteur eine ausgeprägte algorithmische Denk- und Arbeitsweise, hinreichende Kenntnisse über numerische Verfahren der Mathematik und mathematische Optimierungsstrategien besitzen sowie das Konzept für ein CAD-System entwickeln können.

Die Aus- und Weiterbildung an den Hochschulen muss sich auf diese Forderungen einstellen.

LITERATUR

- [1] Tempelhof, Lichtenber, Rugenstein: Fertigungsgerechtes Gestalten von Maschinenbauteilen. VEB Verlag Technik, Berlin.

ZASTOSOWANIE MIKROKOMPUTERÓW W PROCESIE KONSTRUKCYJNYM

S t r e s z c z e n i e

Poprzez zastosowanie małych komputerów zarówno w kształceniu jak i w samej konstrukcji, powinna być możliwa redukcja czasowa rutynowych zadań umysłowo-schematycznych w takim stopniu, żeby mogła zostać zwiększona część na czynności umysłowo-twórcze. Jest to konieczne, aby dojść do krótkoterminowej innowacji produktów i wyższej wydajności patentów (większego uzyskiwania patentów). W konstruktywnym przygotowaniu produkcji, do oszczędności materiału i energii w produkcji.

Od konstruktora należy w przyszłości oczekiwać opanowania metod do uzyskania wysokiej efektywności w (czynnościach) działalności umysłowo-twórczej oraz obsługi komputerów.

Aby umożliwić odpowiednie zastosowanie komputerów w swym zakresie.

THE USE OF MICROCOMPUTER IN THE CONSTRUCTION

S u m m a r y

Due to the use of microcomputers in creating as well as in the very construction the stereotyped schematic tasks should be reduced to increase the time for the mental-creative problems.

It is necessary to obtain much better production, bigger saving of materials and energy.

It is the constructor that has to master the methods leading to high efficiency in mental-creative activity as well as in computer service.

Recenzent: Prof. dr inż. Janusz Dietryca

Wpłynęło do redakcji 11.XII.1986 r.