

S. Schönfeld

VEB WMK "Fritz Heckert" Karl-Marx-Stadt, Stammbetrieb

M. Vogel

Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt,
Sektion Maschinen-Bauelemente

DAS CAD-DIALOGPROGRAMMPAKET "FEKON" DES VEB WMK "FRITZ-HECKERT"
KARL-MARX-STADT, STAMMBETRIEB - STRUKTUR, AUFBAU UND ANWENDUNG

Zusammenfassung. Im vorliegenden Beitrag wird ein CAD-System vorgestellt, das auf einem Interaktiven Konstrukteurarbeitsplatz implementiert wurde [1].

Es enthält eine Vielzahl eigenständig anwendbarer Dialogprogramme, die für die Rationalisierung von Aufgaben und Tätigkeiten in Forschung, Entwicklung und Konstruktion eingesetzt werden können. Diese Programme wurden zu Programmbausteinen zusammengefaßt.

An Hand ausgewählter Beispiele (FEM-Programmsystem, rechnergestützte Optimierung, CAD-System für Stirnräder) wird die Arbeitsweise demonstriert und auf Erfahrungen eingegangen.

0. Einleitung

CAD-Systeme dienen der rechnergestützten Arbeit in Forschung, Entwicklung und Konstruktion. Ihre Realisierung erfolgt i. a. auf intelligenten Terminals, die mit Großrechnern verbunden sind oder auf Arbeitsplatzrechnern, die direkt im Konstruktionsbüro zur Verfügung stehen [2]. Zu diesen Arbeitsplatzrechnern gehören auch interaktive Konstrukteurarbeitsplätze [6].

Im vorliegenden Beispiel wurde eine Konfiguration, bestehend aus einem Rechner mit 64 KByte Kernspeicherkapazität, alphanumerischen/grafischen Bildschirm, zwei Kassettenspeichereinheiten sowie Thermodrucker (Hardcopyeinrichtung), einem A3-Plotter mit 4 Werkzeugen, einem Digitizer, einem Plattenspeicher mit einer Speicherkapazität von 20 MByte Lochstreifenleser und -stanzer, sowie einen Typenraddrucker verwendet [4].

Die wichtigsten Voraussetzungen für eine breite Nutzung eines interaktiven Konstrukteurarbeitsplatzes bestehen in der Erarbeitung einer leistungsfähigen, der Arbeit im Konstruktionsbüro angepaßten Software und in der organischen Einbettung dieses neuen Arbeitsmittels in den Prozeß von Forschung, Entwicklung und Konstruktion.

1. Struktur und Aufbau des CAD-Systems "FEKON"

1.1. Voraussetzungen und Randbedingungen

Der Prozeß von Forschung, Entwicklung und Konstruktion als Teil der technischen Vorbereitung bestimmt die wesentlichen Eigenschaften der Erzeugnisse [13]. Auf Grund der hohen Innovationsrate muß sich dieser Prozeß flexibel an neue Forderungen anpassen. Das breite Aufgaben- und Tätigkeitsspektrum, das vom Entwerfen, Berechnen und Zeichnen bis hin zum Kontrollieren, Planen und Leiten reicht, ist sowohl zeitlich, als auch objektbezogen stark heterogen. Entsprechen dieser Merkmale sind an ein CAD-System folgenden Bedingungen zu stellen:

- die zu erarbeitenden Anwenderprogramme müssen für eine Vielzahl von Aufgaben und Tätigkeiten einsetzbar sein;
- durch den Aufbau von Programmketten ist zu gewährleisten, daß ganze Tätigkeitskomplexe rechnerunterstützt ablaufen;
- die Eingabe der Daten und die Ausgabe der Ergebnisse sind den Belangen des Konstrukteurs optimal anzupassen;
- eine Integration von Berechnungs-, Zeichnungs- und Informationsschritten ist anzustreben;
- Dementsprechend sind die Anwenderprogramme dialogfähig zu gestalten, so daß mit entsprechenden Eingriffsmöglichkeiten durch den Konstrukteur eine flexible Aufgabebearbeitung erreicht wird.

1.2. Struktur und Aufbau

Entsprechend der in Abschn. 1.1. genannten Charakteristika ergeben sich folgende Einsatzgebiete [1], [6]:

- Berechnung von Bauelementen und Baugruppen,
- rechnerunterstützte Versuchsauswertung,
- Bearbeitung technisch-ökonomischer Aufgaben sowie die Unterstützung der Planung und Leitung,
- Gestelldimensionierung mit Hilfe der Finiten-Elementmethode,
- rechnerunterstützte Optimierung,
- Erstellung von Fertigungszeichnungen.

Die für diese Einsatzgebiete erarbeiteten Anwenderprogramme wurden zu den in Bild 1 dargestellten Bausteinen zusammengefaßt.

Die Bausteine und Programme wurden modular aufgebaut. Damit ist eine Verknüpfung zu CAD und CAD-CAM-Lösungen gewährleistet.

Zu den anderen Rechnern des betrieblichen Informationsverarbeitungssystems besteht eine off-line Verbindung über Lochstreifen.

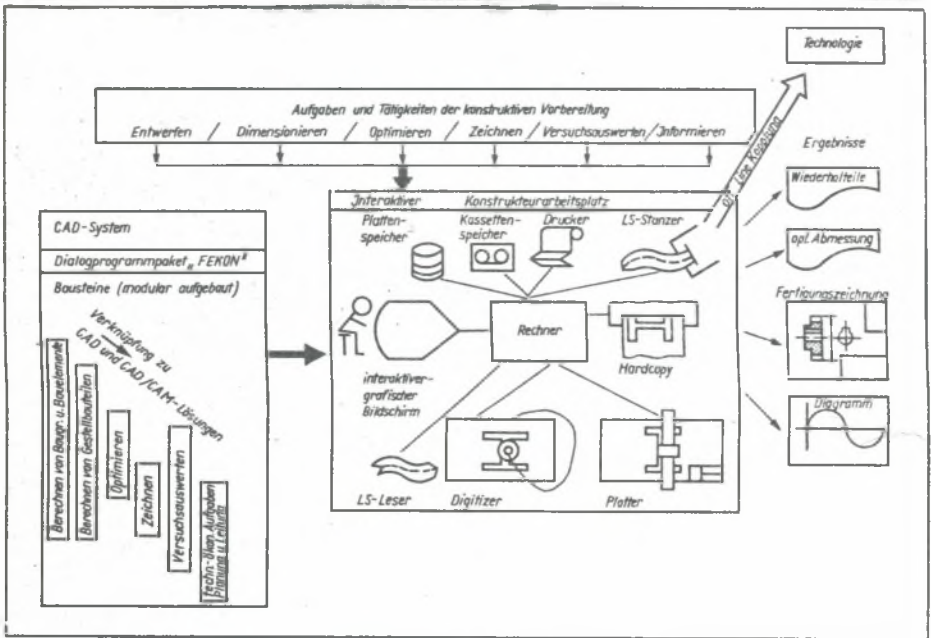


Bild 1

1.3. Realisierung des Mensch-Maschine-Dialoges

Eine flexible, dem Prozeß von Forschung, Entwicklung und Konstruktion angepaßte ingenieurtechnische Software bedingt einen umfassenden, problemspezifischen Mensch-Maschine-Dialog, dessen Gestaltung

- vom Konstrukteur keine speziellen Kenntnisse erfordert ,
- gewährleistet , daß der Nutzer zielstrebig durch das Programm geführt wird,
- typische Handlungsabläufe, die auch bei manueller Problembearbeitung auftreten, zugrunde liegen,
- dem Konstrukteur nur die sinnvollen Alternativen Handlungsmöglichkeiten anbietet, die ihm bei der momentanen Problembearbeitung helfen.

Der dialog wird für die Steuerung des Programmablaufes einschließlich der Ein- und Ausgabe sowie für die Steuerung der Geräte des interaktiven Konstruktionsarbeitsplatzes eingesetzt.

Die Dialogführung erfolgt

- durch alphanumerische Eingabe von Kennzahlen,
- mit der Menütechnik unter Verwendung freiprogrammierbarer Funktionstasten über sog. Tastenmenüs ,
- mit Hilfe der Menufeldtechnik in Verbindung mit dem Digitizer.

Die Art der Dialogführung hängt vom jeweiligen problem - spezifischen Sachverhalt ab , kann eine der genannten Arten beinhalten oder mehrere kombinieren.

1.4. Zu Fragen der Erarbeitung einer höheren technischen Software

Wie schon erwähnt , ist das CAD-System "FEKON" modular aufgebaut. Diese Modularität setzt sich bis in die Ebene der Dementsprechend wurde großer Wert auf die Erarbeitung von wiederholt einsetzbaren Softwarekomponenten gelegt. Hierzu gehören die Schaffung von Informationsspeichern (Werkstoffdatei, Datei von Standards) , von Programmen zur grafischen Ausgabe von Ergebnissen (Diagramme) u.a. [1] .

Insbesondere auch im Rahmen der Erarbeitung von Programmen zur Erstellung von Fertigungszeichnungen wurde eine Standardsoftware Zeichen geschaffen. Hierzu gehören Programme zum interaktiven Bemaßen , zum Schraffieren, zum Eintragen von Form- und Lageabweichungen, zur Antragung von Rauchscheitelsymbolen, und zur Schriftfelderstellung [5] .

Mit einer derartigen höheren technischen Software wird der Aufbau von modularen dialogunterstützten Programmketten wesentlich unterstützt.

2. Organisatorische Einbettung des CAD-Systems in die betriebliche Praxis

Auf Grund mehrjähriger Erfahrungen wurde die Einführung des inter -

aktiven Konstrukteurarbeitsplatzes in die betriebliche Praxis sorgfältig vorbereitet und in enger Zusammenarbeit mit den Konstrukteuren vorgenommen.

Die dabei gewonnenen Erkenntnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Die Realisierung des Einsatzes des interaktiven Konstrukteurarbeitsplatzes hat in Etappen zu erfolgen.
- Inhalt und Aufgaben dieser Einführungsphasen sind in enger Zusammenarbeit mit den Nutzern (Konstrukteuren) vorzubereiten und zu gestalten.
- Spezialisierte Bearbeiter (CAD-Ingenieure) übernehmen die erforderlichen Teilaufgaben. Damit wird gewährleistet, daß die Konstrukteure schrittweise an das neue Arbeitsmittel herangeführt werden.
- Je transparenter der Prozeß der Einführung des interaktiven Konstrukteurarbeitsplatzes für alle Beteiligten gestaltet wird, um so wirksamer wird dieses neue Arbeitsmittel bei der Rationalisierung von Aufgaben und Tätigkeiten und zur Verbesserung der Erzeugnisqualität eingesetzt werden.

3. Ausgewählte Beispiele

3.1. Gestelldimensionierung

Zur rechnerunterstützten Gestelldimensionierung wurde das Finite-Element-Programmsystem GIG [9] erarbeitet. Durch die Integration der Elementtypen Balkenelement mit vorgegebenen Steifigkeiten und Trägheiten, ebenes Viereck- und Dreieckschalenelement [10] ist eine hinreichend genaue geometrische Approximation der Bauteile möglich. Durch die Anwendung eines Verfahrens der Profilminimierung [11] und darauf aufgebauter Algorithmen zur Lösung des statischen Gleichungssystems [15] und des Eigenwertproblems wird eine rechenzeit- und speicherplatzsparende Arbeitsweise erreicht. Die grafische Darstellung des Berechnungsmodelles im unverformten Zustand ermöglicht eine ingenieurgemäße Arbeitsweise. Bild 2 zeigt das Berechnungsmodell einer Schwenkgabel eines Bearbeitungszentrums.

3.2. Rechnerunterstützte Optimierung

Die Integration des Mensch-Maschine-Dialoges mit der rechnerunterstützten Optimierung führt zu einer neuen Qualität des rechnerunterstützten Dimensionierens [17]. Der Dialog beinhaltet das Optimierungsmodell (Zielfunktion, Nebenbedingungen, Variable) und das Optimierungs-

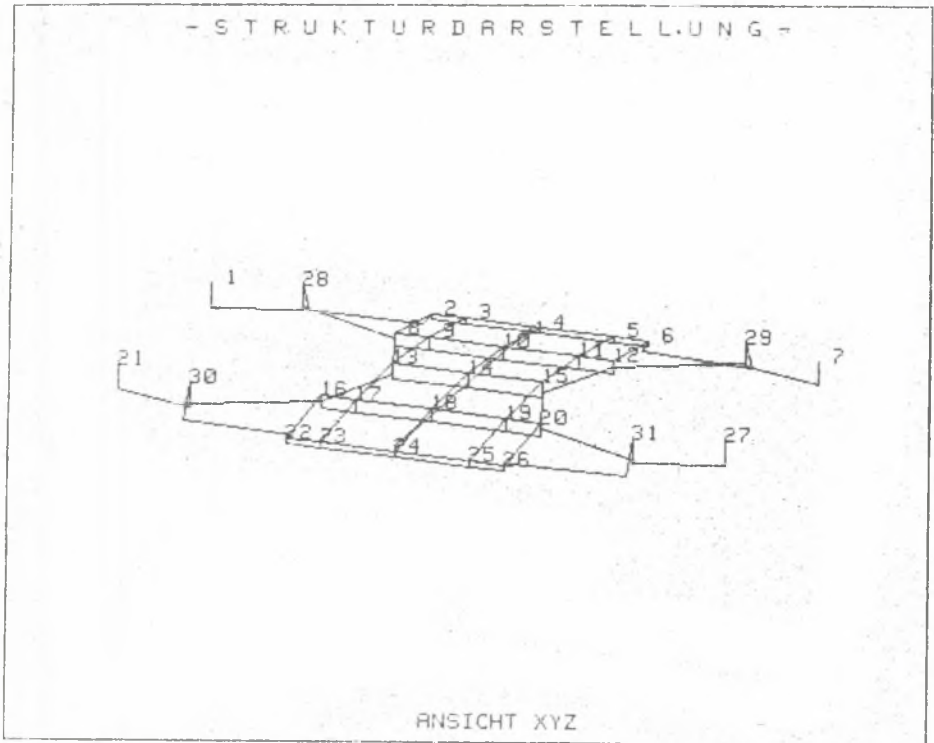


Bild 2

verfahren. Grafische Darstellungsmöglichkeiten bilden wertvolle Hilfsmittel für den Konstrukteur. Bild 3 zeigt die Verbesserung der Zielfunktion in Abhängigkeit von den Optimierungsschritten. Als Optimierungsverfahren wird die Evolutionsstrategie verwendet [16]. Es wurden Programme zur

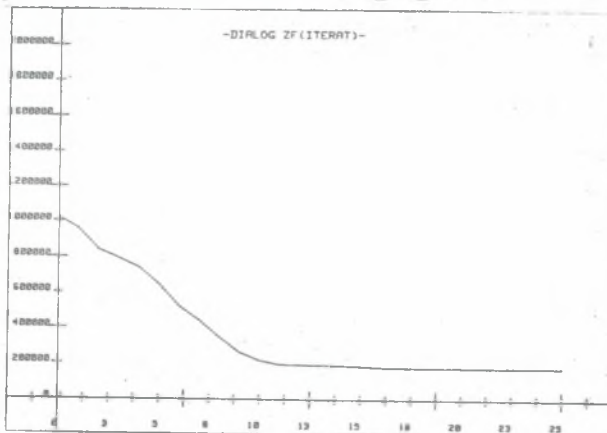


Bild 3

und der Technologe kann im Bildschirmdialog dieses Quellenprogramm mit weiteren Informationen komplettieren.

LITERATUR

- [1] Schönfeld S., Vogel M. : Probleme der Anwendung eines Interaktiven Konstrukteurarbeitsplatzes in Forschung, Entwicklung und Konstruktion. Diss. B TH Karl-Marx-Stadt 1984 .
- [2] Werner H., Winkler J. : Arbeitsplatz für Konstruktion und Technologie robotron A6454 - ein Mittel zur rechnerunterstützten technischen Vorbereitung der Produktion, Neue Technik im Büro 28 (1984) 1 .
- [3] Aurich H., Franz L., Schönfeld S. : Rechnerunterstütztes Konstruieren, Leipzig, VEB Fachbuchverlag 1984 .
- [4] Schönfeld S., Vogel M. : Interaktiver Konstrukteurarbeitsplatz und seine Anwendung am Beispiel des Werkzeugmaschinenbaus - Erfahrungen und Ergebnisse. Berlin , Maschinenbautechnik 33 (1984) 4.
- [5] Vogel M., Schönfeld S. : Entwerfen, Berechnen und Zeichnen von Stirnrädern mit Interaktiven Konstrukteurarbeitsplatz, Berlin , Maschinenbautechnik 33 (1984) 2 .
- [6] Vogel S., Schönfeld S., Reichelt F. : Anwendung eines Interaktiven Konstrukteurarbeitsplatzes (IKA) im Werkzeugmaschinenbau , Berlin , Maschinenbautechnik 32 (1983) 9 .
- [7] Schönfeld S., Pöttrich W., Sieber P., Franz L. : Analyse des Konstruktionsprozesses - ein Mittel zur Rationalisierung und Intensivierung in der Konstruktion, Berlin , Maschinenbautechnik 29 (1980) 5 .
- [8] Eigner H., Maier H. : Einführung und Anwendung von CAD-Systemen, Munchen, Wien , Carl-Hanser-Verlag 1982 .
- [9] Vogel M., Schönfeld S. : Dialogunterstützte Optimierung mit Interaktiven Konstrukteurarbeitsplatz, Berlin, Maschinenbautechnik 31 (1982) 9 .
- [10] Schuberth B. : Eigenschaften einiger finiter Scheibenelemente , Schiffbau Forschung 16 (1977) 1/2 .
- [11] Gibbs, Poole, Stockmayer : An Algorithm for Reducing the Bandwidth and Profile of a Sparse Matrix, SIAM J. Num. Anal. 13(1976).
- [12] Schönfeld S., Vogel M., Ester J., Baumgartl F. : Polyoptimierung im Mensch-Maschine-Dialog, Berlin, Maschinenbautechnik 33 (1984) 12 .

- [13] Lull B. : Rechnerunterstützte Konstruktion bei der Entwicklung von Werkzeugmaschinen, Diss. B. TH Karl-Marx-Stadt 1983 .
- [14] - : Bedienungs- und Programmierhandbuch, System 45 Tischcomputer, Hewlett Packard Company 1977 .
- [15] Meyer A. : Varianten der simultanen Iteration tur Berechnung einiger Eigenwerte und Eigenvektoren des allgemeinen großdimensionierten Eigenwertproblems, Beiträge zur Numerischen Mathematik 10 (1981).
- [16] Schwefel H. -P. : Evolutionsstrategie und numerische Optimierung, Diss. TU Berlin(West) 1975 .
- [17] Krug W., Schönfeld S. : Rechnergestützte Optimierung für Ingenieure, Berlin, VEB Verlag Technik 1982 .

ДИАЛОГОВЫЕ ПРОГРАММЫ СИСТЕМЫ "ФЕКОН"

Резюме

В работе представлено систему САПР для интерактивного стенда проектировщика. Система составлена из самостоятельных программ вспомогательных действия конструирования и исследований. Программы составляет модули. Действие системы указано с помощью примеров зубчатых колёс и оптимизации.

PAKIET PROGRAMÓW DIALOGOWEGO SYSTEMU CAD "FEKON"

Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono system CAD implementowany na interakcyjnym stanowisku konstruktorskim. System zawiera szereg samodzielnych programów wspomagających działania w dziedzinie badań i konstrukcji. Programy te tworzą moduły programowe. Działanie systemu wyjaśniono na przykładach dotyczących metody elementu skończonego, optymalizacji oraz kół zębatych.