

B. Lall

Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaues Karl-Marx-Stadt
im VEB Werkzeugmaschinenkombinat "Fritz Heckert" Karl-Marx-Stadt

RECHNERGESTÜTZTE KONSTRUKTION IM WERKZEUGMASCHINENBAU DER DDR

Zusammenfassung. In der DDR wird bei der Entwicklung von Werkzeugmaschinen zur Erhöhung des Leistungsvermögens und zur Verkürzung der Entwicklungszeiten in zunehmendem Maße die rechnerunterstützte Konstruktion (CAD) eingesetzt. Hier erlangt das Berechnen von Werkzeugmaschinen mit Hilfe der Methode der finiten Elemente eine besondere Bedeutung. Durch die Einbeziehung der technologischen Fertigungsvorbereitung und Fertigung entstanden die CAD/CAM - Lösungen "Mehrspindelbohrkopf" und AUTEVO - ROTA.

1. Einleitung

Erzeugnisse zu entwickeln mit wesentlich höherem Gebrauchswert und mit geringerem spezifischen Aufwand an Material, Energie und Arbeitszeit ist Voraussetzung, um den Forderungen des internationalen Marktes gerecht zu werden und die hohen Innovationsraten zu gewährleisten. Dabei steigt der Aufwand für die konstruktive und technologische Vorbereitung der Produktion auf Grund der verstärkten Entwicklung von Erzeugnissen für die Klein- und Mittelserienfertigung und häufig noch nach ganz spezifischen vom Kunden gewünschten Forderungen erheblich an. Im Kombinat "Fritz Heckert" müssen bereits mehr als 30% der Forschungs- und Entwicklungskapazität für Sonderkonstruktionen eingesetzt werden /1/. Die dazu erforderliche Erhöhung der Konstruktionskapazität ist in erster Linie durch die Intensivierung des gesamten Forschungs- und Entwicklungsprozesses zu erreichen. Eine Möglichkeit dazu stellt der Einsatz der rechnerunterstützten Konstruktion (CAD - computer aided design) verbunden mit leistungsfähigen Rechnern bzw. Konstruktionsarbeitsplätzen dar.

Bei Einbeziehung der technologischen Fertigungsvorbereitung und der Fertigung spricht man von CAD/CAM - Lösungen (CAM - computer aided manufacturing, rechnerunterstützte Fertigung). Obwohl der Einsatz von CAD-Programmen noch lückenhaft ist, spricht man bereits heute von einer neuen Konstruktionstechnologie.

2. Zielstellung der rechnerunterstützten Konstruktion (CAD)

Die Hauptzielstellung der rechnerunterstützten Konstruktion (Bild 1) besteht in der

- funktions- und beanspruchungsgerechten Konstruktion durch den Einsatz von Berechnungs- und Simulationsprogrammen
- Verkürzung der Durchlaufzeiten und der Verringerung des Konstruktionsaufwandes durch Programmsysteme zur Zeichnungserstellung, Informationsbereitstellung, Detaillierung und für den Entwurf.

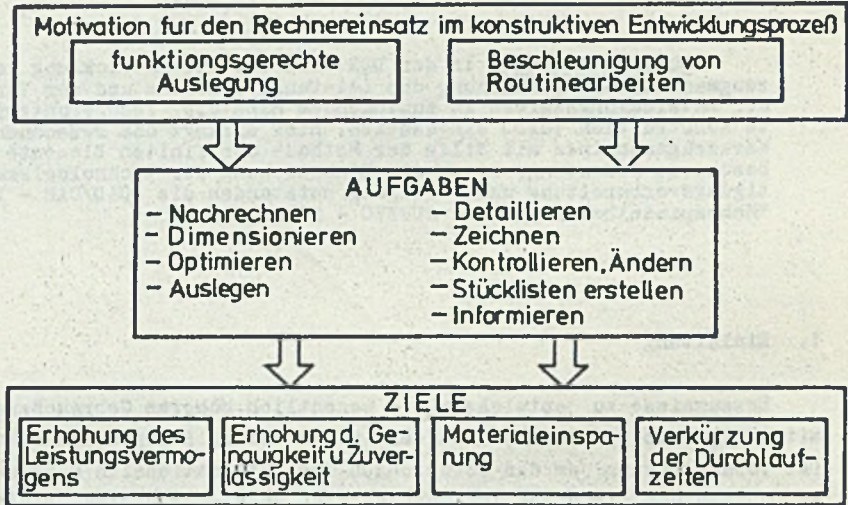


Bild.1. Ziele und Aufgaben des Rechnereinsatzes im konstruktiven Entwicklungsprozeß /32/

Die Bereitstellung von funktionsgerechten Hilfsmitteln für den Konstrukteur, mit denen er in bezug auf die technisch - wirtschaftliche Qualität der Erzeugnisse zu treffende Entscheidungen schnell und zuverlässig vorbereiten kann, stellt eine entscheidende Voraussetzung für die Leistungssteigerung in der Konstruktion dar. Ein wesentliches Hilfsmittel zur Rationalisierung im konstruktiven Bereich und zur Verbesserung der Erzeugnisqualität ist die elektronische Rechentechnik mit ihren verschiedenen peripheren Möglichkeiten bis hin zum dialogfähigen Arbeitsplatz des Konstrukteurs.

Durch die Übertragung von zeitintensiven Aufgaben, wie Zeichnen, Detaillieren, Stücklistenenerstellung usw. auf den Rechner bzw. auf Konstrukteursarbeitsplätze wird im wesentlichen eine Beschleunigung der Routinetätigkeiten erreicht. Berechnungen werden in der Konstruktion unter

dem Gesichtspunkt einer funktionsgerechten Auslegung durchgeführt. Dimensionierungs- und Optimierungsberechnungen in der Entwurfsphase sowie die Nachrechnung eines Entwurfs ermöglichen es z. B., die Funktionssicherheit der zu erstellenden Maschine zu erhöhen. Mit Hilfe des Rechners lassen sich bisher nur selten oder nicht angewandte Berechnungsverfahren wie z. B. die Finite - Elemente - Methode anwenden bzw. der Berechnung nicht zugängliche Bauteile berechnen.

Entscheidend für die Anwendung dieser Hilfsmittel ist eine leistungsfähige Applikationssoftware. Hier zeichnet sich neben den Entwicklungen für spezielle Aufgabenstellungen, wie z. B. die Projektierung von Erzeugnissen auf der Grundlage von Baukästen, die Entwicklung von Programmen für allgemeine Ingenieurprobleme, vor allem die Zeichnungserstellung und die Berechnung für Einzelteile und Baugruppen von Werkzeugmaschinen ab.

Für den Konstrukteur ist damit ein neues Hilfsmittel - die rechnerunterstützte Konstruktion (CAD) - entstanden, das sich als eine bekannte Lösungsmethode für eine Aufgabe darstellt, die mit einem rechner bearbeitet wird.

Durch umfassende Tätigkeitsanalysen /2/ wurden detaillierte und quantitativ belegte Angaben über die Tätigkeitsanteile in konstruktiven Entwicklungsprozeß (KEP) ermittelt. Die höchsten Aufwände entstehen beim Informieren, Entwerfen und Berechnen sowie beim Zeichnen bzw. Detaillieren. Damit sind auch die wichtigsten Tätigkeiten für das rechnerunterstützte Konstruieren genannt.

Durch die Integration der Tätigkeitsbereiche

- Entwurfs- und Zeichnungserstellung
 - Berechnungen mit Hilfe der Finite - Elemente - Methode (FEM) sowie anderer technischer Berechnungen
 - Stücklistenerstellung
 - Erstellung der technologischen Fertigungsunterlagen wie Arbeitsplanstammkarte, Arbeitsunterweisung
 - Erstellung von NC-Programmen
- entstehen CAD/CAM-Systeme (Bild 2).

Für spezifische Anwendungsfälle können integrierte CAD/CAM-Systeme weitere Bausteine, z. B. Bewegungssimulation von Industrierobotern, Qualitätssicherung und -kontrolle, Planung und Leitung der Produktion enthalten. Charakteristisch für den Integrationsgedanken ist dabei, daß die genannten betrieblichen Funktionen nicht durch isolierte Rechnerunterstützung; sogenannte Insellösungen abgedeckt werden, sondern die jeweiligen Hard- und Softwarebausteine zu vernetzten Programmketten zusammengefügt werden können. Dadurch ist es möglich,

- den Informationsaustausch zwischen den rechnerunterstützt arbeitenden betrieblichen Funktionsbereichen rechnerintern vorzunehmen und
- die mehrfach benötigten betrieblichen Datenbestände wie Bauteilgeometrie nur ein einziges Mal zu erfassen und abzuspeichern.

Die Vorteile des Einsatzes von CAD- bzw. CAD/CAM-Lösungen lassen

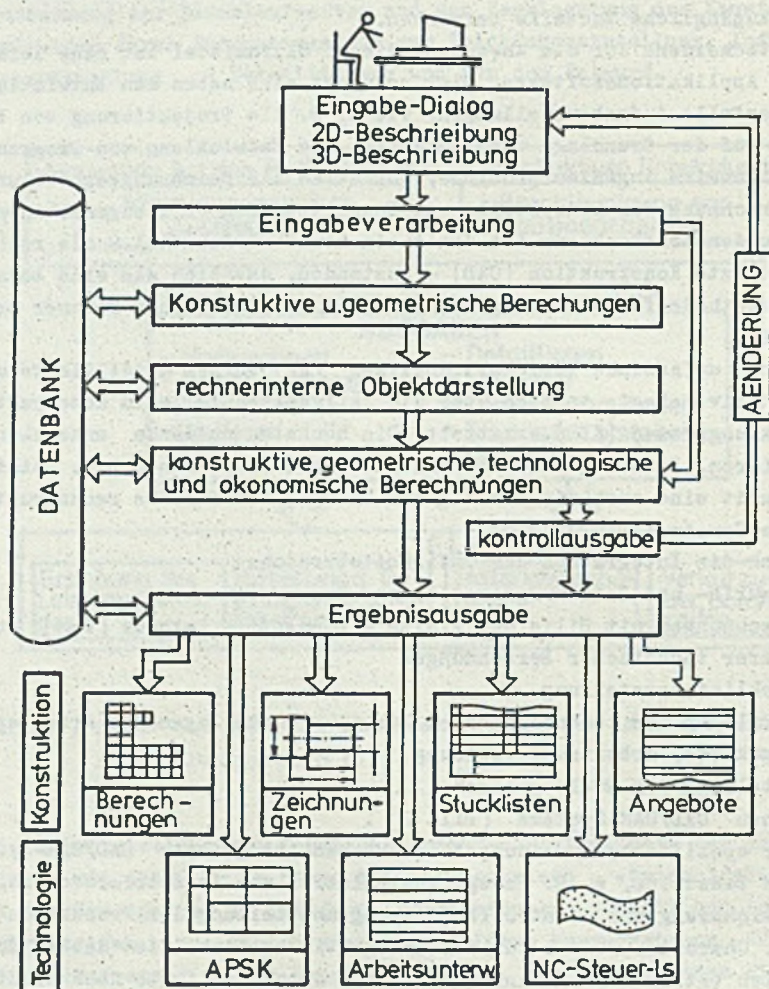


Bild.2. Integration der Prozesse von Konstruktion und Technologie beim Aufbau von CAD/CAM - Systemen /20/

sich wie folgt formulieren:

- Verkürzung der Erzeugnisentwicklungszeiten bei gleichzeitiger Erhöhung der Qualität und des Leistungsvermögens
- Wiederverwendung vorhandener Lösungen
- Erhöhung des kreativen Zeitanteils des Konstrukteurs
- integrierte, quasi fehlerfreie Informationsverarbeitung.

3. Strukturanalyse von Werkzeugmaschinenstellen mit Hilfe der Methode der finiten Elemente

Berechnungen sind in allen Phasen der Konstruktion, also von der Konzeption der gesamten Maschine bis hin zur Ausarbeitung einzelner Konstruktionselemente notwendig. Besondere Bedeutung kommt der Berechnung des statischen, dynamischen und thermischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen zu. Das Berechnen ist kein verselbständigt Gebiete der rechnerunterstützten Konstruktion, sondern integraler Bestandteil der CAD-Systeme.

Auf Grund der unterschiedlichen Aufgabenstellungen kommen in CAD-Systemen folgende Berechnungsarten zur Anwendung:

- Nachrechnung
- Dimensionierungsrechnung
- Optimierungsrechnung.

Die Arbeitsgenauigkeiten und Leistungsfähigkeit einer Werkzeugmaschine beeinflusst wesentlich die Qualität der auf ihr hergestellten Produkte sowie die Wirtschaftlichkeit des Fertigungsprozesses. Die Werkzeugmaschine hat folgende zwei Hauptforderungen zu erfüllen:

- Erzeugung einer definierten, räumlich-zeitlichen Zuordnung von Werkzeug und Werkstück zur Herstellung der geforderten Oberflächengüte und -gestalt Form-, Lage- und Maßabweichung.
- Aufnahme aller statischen und dynamischen Kräfte und Momente ohne unzulässig große Rückwirkung auf das Wirkpaar Werkzeug - Werkstück.

Das Gestell ist eine der Hauptbaugruppen von Werkzeugmaschinen. Seine Funktion besteht im Aufnehmen, Weiterleiten und einem möglichen Verändern von Größe und Richtung von äußeren Kräften und Momenten. Da das Gestell im Kraftfluß der Maschine liegt, hat es einen bedeutenden Anteil am mechanischen Verhalten des Systems Werkzeug - Werkzeugmaschine - Werkstück. Darüber hinaus ist es auf Grund der geforderten hohen Steifigkeit die materialintensivste Baugruppe. Ziel muß es sein, bereits beim Entwurf Schwachstellen hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften zu ermitteln.

Das statische Verhalten wird gekennzeichnet durch die Angabe der Verformung und Spannung, die sich unter Wirkung der am Gestell oder Gestellbauteil angreifenden Kräfte und Momente einstellt.

Bei den Gestellen der verspannenden Werkzeugmaschinen sind die sich ein-

stellenden Spannungen auf Grund der geringen zulässigen Verformungen im allgemeinen von untergeordneter Bedeutung.

3.1. Eingesetzte FEM-Programme

Bei der Approximation eines Bauteiles durch ein Rechenmodell muß die Elementaufteilung dem geometrischen Aufbau und dem in der Struktur erwarteten Änderungen des Strukturzustandes entsprechen. Um dieser Forderung möglichst nahezukommen, ist eine Vielzahl von Elementtypen entwickelt worden, die eingeteilt werden in:

eindimensionale Elemente:	Stab-, Balkenelemente
zweidimensionale Elemente:	Scheiben-, Platten-, Schalenelemente, Faltwerkelemente
dreidimensionale Elemente:	Tetraeder-, Pentaeder-, Hexaeder- elemente Ringelemente

Für die Strukturanalyse von Werkzeugmaschinenstellen werden hauptsächlich folgende FEM-Programme eingesetzt:

1. GITRA - Grafische interaktive Tragwerksberechnung
Mit Hilfe eines Balkenelementes wird das zu untersuchende Bauteil in ein ebenes oder räumliches Strukturmodell zur Berechnung der Knotenverschiebungen bei statischer Belastung, der Eigenfrequenzen und Eigenschwingungsformen und der Ortskurven (Amplituden - Phasen - Frequenzgang) überführt. Beim Aufbau der Elementsteifigkeitsmatrix werden beim einzelnen Balkenelement jeweils die Verformungsanteile infolge Biege-, Torsions-, Querkraftschub- und Längskraftbeanspruchung berücksichtigt. Charakteristisch bei diesem Programm ist das hohe Leistungsvermögen und die flexible Arbeitsweise. Das Programm GITRA ist neben der Nutzung im closed-shop-Betrieb auch im Dialog mit Hilfe eines alphanumerischen oder interaktiven grafischen Bildschirms möglich. Die Ausgabe der unverformten (Modell) und verformten Struktur erfolgt auf einer numerisch gesteuerten Zeichenmaschine. Das Programm wird für die Nachrechnung und die Untersuchung und Beurteilung von Varianten eingesetzt.
2. GIFEMA - Grafisch interaktive Finite - Elemente - Modell - Analyse
Dieses universelle, in seinem Konzept offene FEM-Programmsystem wird für die Verformungs- und Spannungsanalyse beliebiger Strukturen im linearelastischen Bereich unter statischer Beanspruchung eingesetzt. Das Berechnungsmodell ist ein räumliches Schalenträgerwerk, das aus

ebenen Faltwerkselementen aufgebaut ist.

GIFEMA berechnet wahlweise für beliebige Lastfälle und Lastfallüberlagerungen ~

- Verformungen (Verschiebungen und Verdrehungen)
- Spannungen (auch Vergleichsspannungen) in den Schwerpunkten der finiten Elemente
- Schnittgrößen an den Elementrändern für die Schweißnahtdimensionierung.

Bei ausreichend großem Hintergrundspeicher gibt es keine Grenzen für die Anzahl der Elemente, der Knoten, von unterschiedlichen Werkstoff- und Geometriedaten sowie Lastfällen und Überlagerungsvorschriften. Auch bezüglich der Anzahl der Knotenpunkte und Freiheitsgrade je Element gibt es keine Beschränkung.

Weitere Komponenten des Programmsystems GIFEMA:

- Programm GEFEMO

Das Programm GEFEMO ermöglicht die rationelle Generierung von Eingabedaten für das FEM-Analyseprogramm. Die Struktur des Berechnungsmodells wird übersichtlich und mit verringertem Aufwand erfasst und für die Bildung der finiten Elemente rechnergestützt vernetzt.

- Programm DAFEMO

Mit DAFEMO können die FEM-Berechnungsmodelle oder ausgewählte Teile davon grafisch dargestellt werden. Möglich sind Darstellungen als Glaskörper oder mit ausgeblendeten verdeckten Elementkanten, d.h. mit Visibilitätsprüfungen.

Die Struktur kann unverformt oder mit Einbeziehung der berechneten Verschiebungen, d. h. verformt, dargestellt werden.

DAFEMO erzeugt Informationen für die Erstellung eines Steuerlochstreifens für numerisch gesteuerte Zeichenmaschinen.

3.2. Modellbildung

Die Modellbildung nimmt im Ablauf der Strukturanalyse mit der FEM (Bild 3) eine prädestinierte Stellung ein. Sie ist die Abstraktion der zu berechnenden Konstruktion (Werkzeugmaschinengestell) auf ein berechenbares, funktionell gleichwertiges Ersatzsystem. Der Abstraktionsgrad sollte unter Einschluß notwendiger und zulässiger Idealisierungen so gewählt werden, daß sich für das Verhalten des Ersatzmodelles noch ein eindeutiges logisch-mathematisches Modell formulieren läßt. Der "richtige" Abstraktionsgrad ist im wesentlichen als Kompromiß der zwei Forderungen : hohe Ergebnisqualität und geringer Berechnungsaufwand zu betrachten.

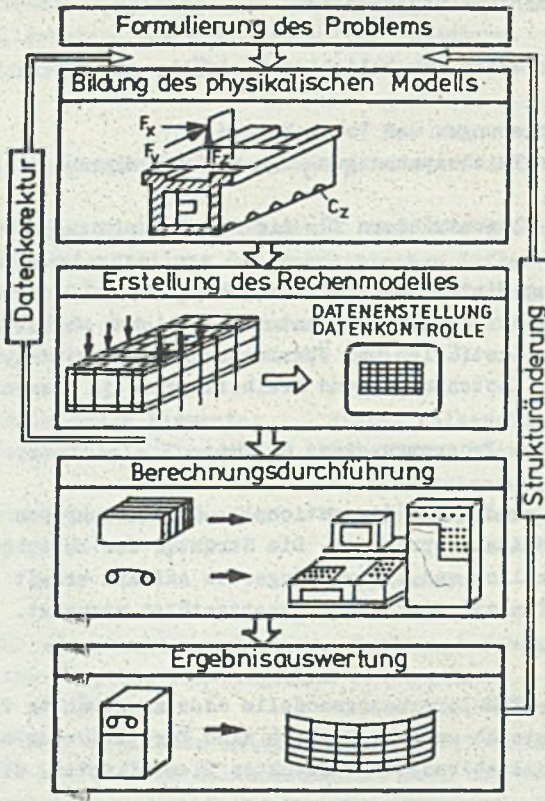


Bild.3. Ablauf der Strukturanalyse mit der FEM

Die Abstraktion der realen Struktur zu einem FEM-Modell erfolgt unter Beachtung der

- Geometrie
- Lasteinleitung
- Randbedingungen
- Variation des Rechenmodells
- entstehenden Kosten
- zu realisierenden Anforderungen bzw. Kennwerte (Sollwerte).

Die Wahl des Berechnungsmodells ist abhängig

- von dem zur Verfügung stehenden FEM-Programm
- der Geometrie des Bauteiles
- der Genauigkeitsforderung an das Ergebnis und
- dem Verhältnis von Aufwand zu Nutzen.

Entsprechend der beiden eingesetzten FEM-Programme erfolgt eine Idealisierung der realen Struktur entweder als räumliches Balkentragwerk

(Bild 4) oder als Faltwerksmodell (Bild 5).

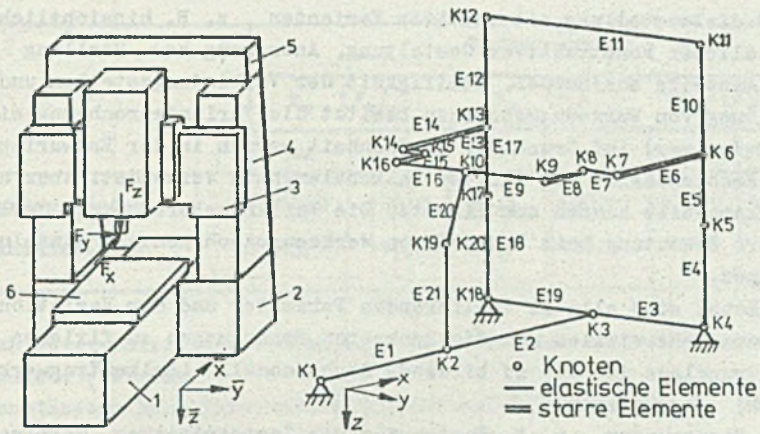


Bild 4. Räumliches Balkenmodell einer Koordinatenbohrmaschine
 1 - Bett, 2 - Querbett, 3 - Querträger, 4 - Ständer, 5 - Traverse, 6 - Tisch

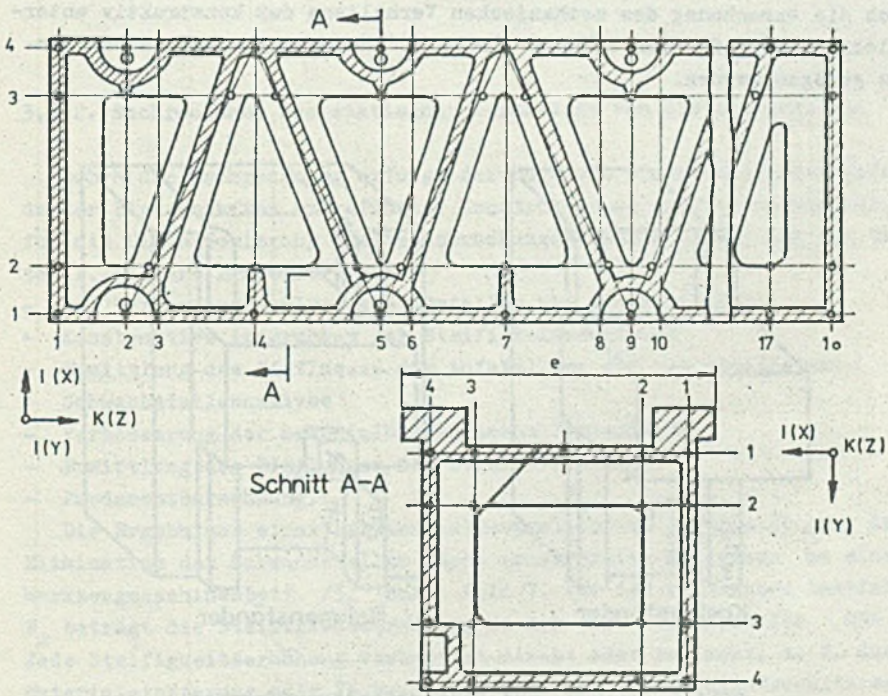


Bild 5. Faltwerksmodell - Querbett Ausführung

3.3. Ergebnisse der Strukturanalyse

3.3.1. Variantenberechnung

Für die Beurteilung alternativer Varianten, z. B. hinsichtlich unterschiedlicher konstruktiver Gestaltung, Anordnung bzw. Stellung einzelner Bauteile zueinander, Steifigkeit der Verbindungsstellen und der Aufstellung von Werkzeugmaschinen besitzt die Variantenrechnung eine große Bedeutung. Auf Grund der Einfachheit werden in der Entwurfsphase häufig Rechenmodelle mit finiten Balkenelementen verwendet. Aber auch Faltwerksmodelle kommen zum Einsatz. Die Variantenberechnung erlangt besondere Bedeutung beim Entwurf von Werkzeugmaschinen und einzelner Baugruppen.

Zunächst sind alle zu variierenden Parameter und der Variationsbereich zusammenzustellen und die konkreten Forderungen zu fixieren. Auf dieser Grundlage ist das zu bildende Rechenmodell (Balkentragwerk, Faltwerk) festzulegen.

Die Forderungen, z. B. Knoten für die Lasteinleitung, unterschiedliche Stellungen der Baugruppen, die Anordnung von Stellkeilen und Relativfedern und Berücksichtigung konstruktiver Details, sind bei der Modellbildung zu berücksichtigen. Bei der Variantenberechnung sind die Berechnungsmodelle so detailliert zu erstellen, daß die charakteristischen Unterschiede für den Vergleich enthalten sind. So können z. B. durch die Berechnung des mechanischen Verhaltens der konstruktiv unterschiedlich ausgeführten Ständer (Bild 6) Rückschlüsse auf ihren Einsatz gezogen werden.

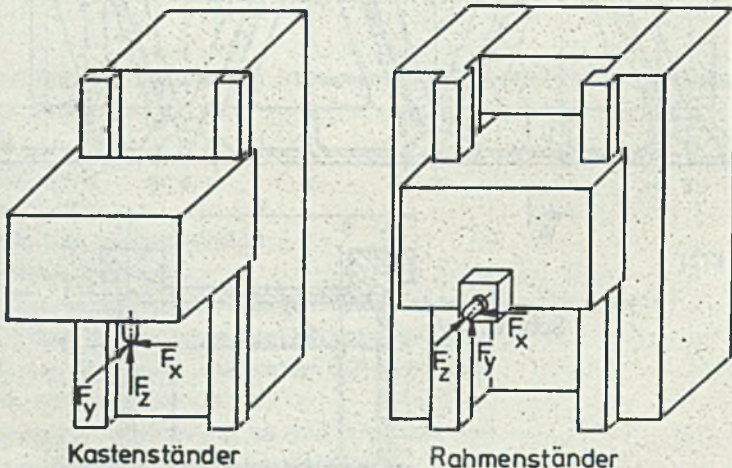


Bild 6. Kasten- und Rahmenständerausführung

Tabelle 1: Verformung von Kastenständer und Rahmenständer an der Bearbeitungsstelle

	Verformung					
	$v_x (F_x)$		$v_y (F_y)$		$v_z (F_z)$	
	,um	%	,um	%	,um	%
Kastenständer	90,0	100,0	26,6	100,0	122,5	100,0
Rahmenständer	133,7	148,5	35,5	133,5	28,1	22,9

Das unterschiedliche mechanische Verhalten der beiden Ständerausführungen: (Tabelle 1)

Kastenständer: hohe Torsionssteifigkeit bei Belastung mit F_x , niedrige Biegesteifigkeit in z-Richtung

Rahmenständer: niedrige Torsionssteifigkeit, hohe Biegesteifigkeit in z-Richtung

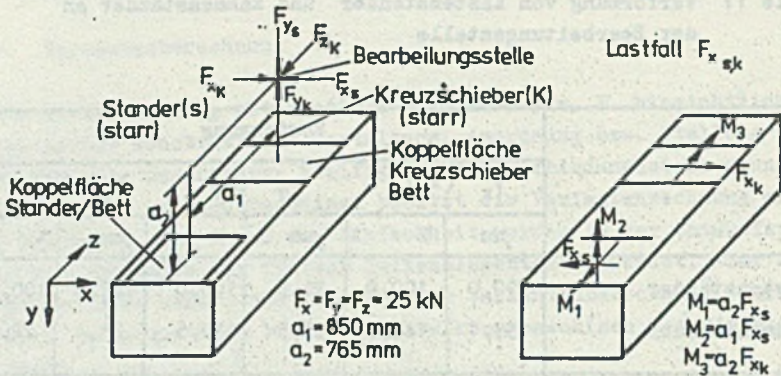
legt das Haupteinsatzgebiet des Kastenständers für die Bearbeitungsaufgabe Fräsen (hohe Torsionsbelastung) und des Rahmenständers für das Bohren (Kräfte senkrecht zum Ständer) fest.

3.3.2. Nachrechnung des statischen Verhaltens von Gestellbauteilen

Durch die Nachrechnung erfolgt der Nachweis vorhandener oder geforderter Eigenschaften ausgeführter Konstruktionen mit Schlußfolgerungen für die Dimensionierung und beanspruchungsgerechte Gestaltung der Bauteile. Weitere Ergebnisse sind

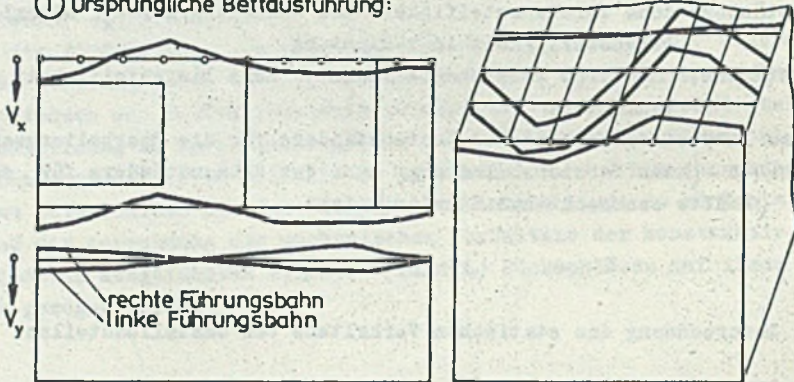
- die Verformungsanalyse von Gestellen und Gestellteilen
- Konstruktive Änderungen zur Steifigkeitserhöhung
- Ermittlung des Einflusses der Aufstellung auf die Steifigkeit
- Schwachstellenanalyse
- Verbesserung der materialökonomischen Kennziffern
- Ermittlung des Einflusses der Fugensteifigkeit
- Fundamentberechnung.

Die Ergebnisse einer Schwachstellenanalyse und die Bestätigung der Elimination der Schwachstellen durch konstruktive Maßnahmen an einem Werkzeugmaschinenbett /5/ zeigt Bild 7. Für den kritischen Lastfall F_x beträgt die Steifigkeitserhöhung an der Bearbeitungsstelle 83%. Jede Steifigkeitserhöhung verbessert direkt oder indirekt, z. B. durch Materialeinsparung oder Verbesserung des Masse/Leistungs-Verhältnisses, die materialökonomischen Kriterien.



Verformung für Lastfall F_{xsk}
 Maßstäbe Bett $1 \text{ mm} \triangleq 60 \text{ mm} (1:30)$
 Verformungen $1 \text{ mm} \triangleq 5 \mu\text{m}$

① Ursprüngliche Betausführung:



② geänderte Betausführung:

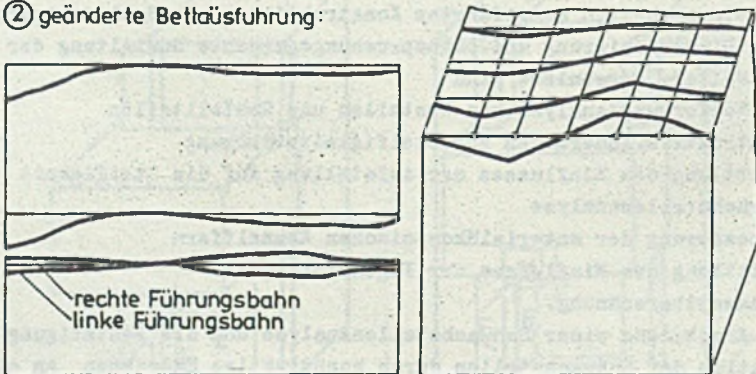


Bild 7. Belastung und Verformung des Bettes der Kreuzschiebetischfräsmaschine FKr 250

3.3.3. Rechnerunterstützte optimale Dimensionierung von Gestellteilen

Während die Nachrechnung nur eine gezielte Variantenrechnung zulässt, können bei der rechnerunterstützten optimalen Dimensionierung von Gestellteilen Querschnittsabmessungen und/oder Längenabmessungen mit minimalem Masseinsatz bei Einhaltung einer geforderten statischen Steifigkeit automatisch festgelegt werden. Das zu optimierende Gestell oder Gestellteil wird in ein Strukturmodell (räumliches Balkentragwerk) überführt. Der im Strukturmodell abgebildete konstruktive Entwurf wird durch die Gesamtheit der Konstruktionsparameter bestimmt. Diese können konstant und variabel sein. Entsprechend der konkreten Aufgabenstellung werden bestimmte Querschnittsabmessungen und Elementlängen zu unabhängigen Variablen, den Optimierungsvariablen erklärt; sie bilden den Optimierungsvektor. Die Optimierungsvariablen müssen bestimmte Restriktionen genügen. In den Grenzen dieser Restriktionen ist der Startvektor für die Optimierungsrechnung festzulegen. Durchgeführte Optimierungsrechnungen erbrachten Masseinsparungen bis zu 7%.

4. Entwicklung von CAD/CAM-Lösungen

4.1. CAD/CAM-Lösung "Mehrspindelbohrkopf" /6/

Mehrspindelbohrköpfe werden zur Bearbeitung von Bohrungen bestimmter Bohrbilder an Sondermaschinen und Taktstraßen und in zunehmendem Maße auf flexiblen Fertigungssystemen eingesetzt. Mit der CAD/CAM-Lösung erfolgt die Lösung der Konstruktionsaufgabe, Getriebepläne zu entwerfen, die bestimmte vom Auftraggeber geforderte Bedingungen erfüllen sowie die Fertigungsunterlagen zu erstellen. Die Bearbeitung erfolgt unter Nutzung eines interaktiven grafischen Konstrukteursarbeitsplatzes.

Die CAD/CAM-Lösung umfasst 3 Hauptteile :

- rechnerunterstützte Konstruktion und Erstellung der Fertigungsunterlagen starrer Bohrköpfe
- rechnerunterstützter Entwurf und Erstellung von Fertigungsunterlagen von Bohrplatten
- rechnerunterstützte Erstellung der Steuerlochstreifen für die Fertigung von MSBK-Gehäuseplatten in einer Fertigungszelle

Die rechnerunterstützte Konstruktion für starre Mehrspindelbohrköpfe beruht auf vorgefertigten Baugruppen eines Baukastens. Im einzelnen liefert die CAD/CAM-Lösung Mehrspindelbohrkopf als Ergebnis:

- Eingabe des zu fertigenden Bohrbildes mit zeichnungsgerechter Bemessung. Umrechnung der Koordinaten in absolute Koordinaten.
- Entwurf des Zahnradgetriebes im Dialog (Bild 8)

- . Einfügen, Löschen, Lageveränderungen u. a. von Wellen und Zahnrädern
- . Kollisionsprüfung
- . Bauteilnachrechnung
- . Drehzahlnachrechnung
- Komplettierung der gesamten Baugruppe im Dialog
 - . Anordnen von Bauteilen
 - . Variantenkonstruktion von Sonderteilen
- Erstellen der Fertigungsunterlagen (automatisch)
 - . Getriebeplan
 - . Montageplan
 - . Seitenansicht
- Bohrschema der Gehäuseplatten
- Stückliste
(Ergänzungen im Dialog können vorgenommen werden)
- Fertigungszeichnungen von Sonderteilen
- CNC-Steuerlochstreifen zur Bearbeitung von Gehäuseplatten in einer Fertigungszelle FCBKoZ 900 x 1400 ¹⁾
- Entwurf der Bohrplatten im Dialog und Ausgabe des Bohrschemas

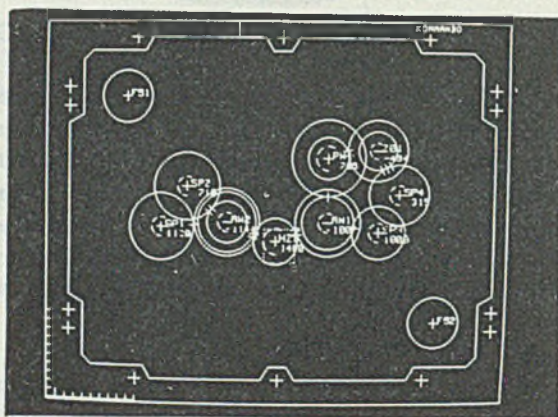


Bild 8. Bildschirmbild des Räderplanes beim Entwurf eines Mehrspindelbohrkopfes

Mit dem Einsatz dieser CAD/CAM-Lösung werden die Entwicklungszeiten für starre Mehrspindelbohrköpfe ganz erheblich verkürzt. Die Qualität der Konstruktions- und Fertigungsunterlagen wird verbessert.

¹ Hersteller: VEB Mikromat Dresden, Betrieb des VEB Werkzeugmaschinenkombinat "Fritz Heckert" Karl-Marx-Stadt

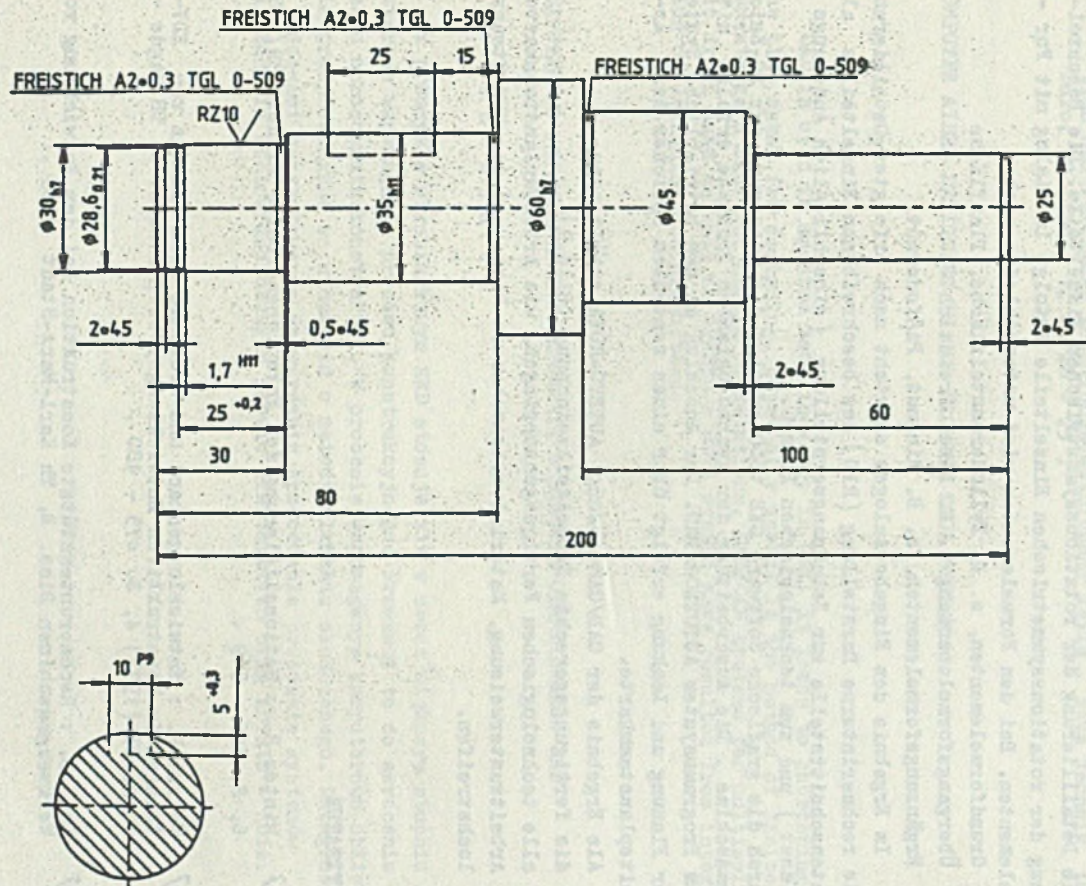


Bild 9. Automatisch erstellte fertigungsgerechte Einzelteilzeichnung einer Welle.

4.2. CAD/CAM-Lösung AUTEVO-ROTA /7/

Ausgehend von einem fertiggestellten Entwurf einer Baugruppe erfolgt mit einem Arbeitsplatz des Konstrukteurs und Technologen AKT A 6454 ²⁾ die Detaillierung der rotationssymmetrischen Einzelteile. Die Beschreibung der rotationssymmetrischen Einzelteile erfolgt im Dialog mit Formelementen. Bei den Formelementen wird unterschieden nach

- Grundformelementen, z. B. Zylindermantelfläche, Planfläche
- Übergangsformelementen, z. B. Fase, Freistich
- Ergänzungsformelementen, z. B. Ringnut, Paßfedernut.

Im Ergebnis des Eingabedialoges entsteht nach erfolgter Detaillierung die rechnerinterne Darstellung (RID) des beschriebenen Einzelteiles als Datenschnittstelle zur Zeichnungserstellung (einschließlich Änderungsdienst) und zum technologischen Prozeß.

Durch die grafische Software GKS 1600 erfolgt die Steuerung der NC-Zeichemaschine. Die Ausarbeitung der technologischen Prozesse erfolgt mit dem Programmsystem AUTOTECH-PRO. Der Anschluß an das betriebliche System der Planung und Lenkung erfolgt über einen zentralen Speicher der Arbeitsplanstammkarte.

Als Ergebnis der CAD/CAM-Lösung AUTEVO-ROTA erhält man:

- die fertigungsgerechte Einzelteilzeichnung (Bild 9)
- alle technologischen Fertigungsunterlagen, wie Arbeitsplanstammkarte, Arbeitsunterweisung, Materialverbrauchsnorm-Karte und den NCM-Steuerlochstreifen.

LITERATUR

- [1] Winter R. : Rationalisierung der Forschungsarbeit, Einheit 39 (1984) 6, S. 515 - 519 .
- [2] Welzer R. : Entwicklungsstand und Probleme beim Einsatz von EDV-Anlagen im konstruktiven Entwicklungsprozeß, Wiss. Z. TH Magdeburg, 23 (1977) 4, S. 475 - 480 ,
- [3] Lull B. : Rechnerunterstützte Konstruktion bei der Entwicklung von Werkzeugmaschinen Diss. B, Th Karl-Marx-Stadt 1983 .
- [4] Lull B. : Rechnerunterstützte Konstruktion im Werkzeugmaschinenbau, Maschinenbautechnik 29 (1980) 8, S. 340 - 342, 346 .
- [5] Lull B. : Statische Berechnung von Werkzeugmaschinengestellen , IfL-Mitteilungen 17 (1978 2,) S. 49 - 54 .

- [6] Joachim K., Mehner G., Kirchner J., Schreitmüller K. : Entwurf und Erstellung von Fertigungsunterlagen für Mehrspindelbohrköpfe auf einem Tischrechner mit grafischem Bildschirm, Maschinenbautechnik, erscheint 1985 .
- [7] Hofmann M., Lull B. : AUTEVO-ROTA1 - rechnerunterstützte Konstruktion und Fertigung rotationssymmetrischer Teile, Neue Technik im Büro, 28 (1984) 1, S. 20 - 25 .

COMPUTER AIDED DESIGNING IN GDR MACHINE TOOL DESIGN

S u m m a r y

CAD is used in machine tool industry in GDR. It leads to shortening of the time spent for designing. Especially useful is the method of finite elements as a base for design calculations. CAD/CAM systems for multispindle drill head as well as AUTEVO - ROTA system have resulted from integration of designing and production.

KOMPUTEROWO WSPOMAGANE PROJEKTOWANIE W BUDOWIE OBRABIAREK W NRD

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

W przemyśle obrabiarkowym NRD stosuje się w coraz większym stopniu komputerowe wspomaganie procesu konstrukcyjnego. Prowadzi to do skrócenia czasu opracowania konstrukcji. W procesie wspomaganym komputerowo obliczenia przeprowadzane są w oparciu o metodę elementu skończonego. Integracja z procesami przygotowania wytwarzania spowodowała powstanie systemów CAD/CAM dla wielowrzecionowych głowic wiertarskich oraz AUTEVO - ROTA.